

Secretaría de Estado de Medio Ambiente y Recursos Naturales
Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo (PNUD)

Proyecto Cambio Climático 2009 Segunda Comunicación Nacional



Secretaría de Estado de Medio Ambiente y Recursos Naturales
Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo (PNUD)
Proyecto Cambio Climático
2da Comunicación Nacional

Título original

“Segunda Comunicación Nacional, Proyecto Cambio Climático 2009”

Autoridades Nacionales:

Jaime David Fernández Mirabal

Secretario De Estado.

Ing. Ernesto Reyna Alcántara

Subsecretario De Estado

Coordinación General y Producción:

Ing. Juan Mancebo

Ayudante De Coordinación y Producción:

Edwards Matos

Diseno y Diagramación:

Larissa Aquino Pimentel

Christian Félix

Revisión General:

Carlos Hilario Jiménez Díaz

***Una publicación de la Secretaría de Estado de Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARENA)
y el Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo (PNUD)***

Calle Presidente González, esquina Tiradentes, Edificio La Cumbre, Piso 10,
Santo Domingo, Distrito Nacional, República Dominicana.

Teléfono: 809-567-4300; **Fax:** 809-368-8661

Web: www.medioambiente.gob.do

Colaboración:

Consultores Nacionales:

Lic. Fernando Isa
Lic. Laura Rathe
Lic. Ramón Ovidio Sánchez
Ing. Alejandro Moliné

Consultores Internacionales:

Lic. Michela Izzo
Dr. Miriam Limia
Dr. Carlos López Cabrera
Dr. Eduardo Plano
Dr. Alejandro Herrera Moreno
Lic. Paulo Lázaro Ortíz Bultó
Lic. Zoltan I. Rivero Jaspe
Lic. Roger E. Rivero Vega
Dr. Daniel Hugo Bouille

Semarena.

Lic. Moisés Álvarez
Dr. Víctor R. Viñas Nicolás
Ing. Tomás Montilla
Lic. Santiago Hernández

Onamet

Ing. Gloria Ceballos
Lic. Isabel Plácido
Ing. Dionisio Cordero
Ing. Patria Rosario
Lic. Solángel González

Indrhi

Ing. Héctor Rodríguez

TABLA DE CONTENIDO

PRÓLOGO.	12
INTRODUCCION GENERAL.	13
RESUMEN EJECUTIVO.	15
I CIRCUNTANCIAS NACIONALES.	65
I.1 Características del área geográfica.	66
I.2 Clima.	67
I.2.1 Temperatura.	68
I.2.2 Distribución de las lluvias.	68
I.2.3 El régimen de vientos.	69
I.2.4 Duración del día e insolación.	70
I.2.5 Humedad relativa.	70
I.2.6 Zonas áridas.	70
I.3 Relieve.	71
I.4 Desarrollo económico y social.	71
I.4.1 Desarrollo humano.	73
I.5 Componentes demográficos.	73
I.5.1 Población.	73
I.5.2 Migraciones.	74
I.5.3 División territorial.	74
I.6 Forma de Gobierno.	75
I.7 Desarrollo Económico de Sectores Productivos.	75
I.7.1 Comercio.	75
I.7.2 Sector Industrial (Zonas Francas).	75
I.7.3 Sector Eléctrico.	76
I.7.4 Transporte.	77
I.7.5 Construcción.	77
I.7.6 Minería.	78
I.7.7 Sector Agropecuario (Productos agrícolas).	78
I.7.8 Ganadería.	79
I.7.9 Sector Turístico.	80
I.8 Sistema educativo.	80
I.9 Salud humana.	81
I.10 Políticas de desarrollo de manejo de recursos naturales.	82
I.10.1 Diversidad y endemismo de flora y fauna.	83
I.10.2 Recursos hídricos.	83
I.10.3 Borde Costero.	84
I.11 Suelos y capacidad de uso de la tierra.	85
I.12 Características de Manejo y Volumen de los Residuos Sólidos Urbanos.	86

2. INVENTARIO NACIONAL DE GASES DE EFECTO INVERNADEROS (IGEI).	88
2.1 Inventario Nacional de Gases de Efecto Invernadero 1998 y 2000.	89
2.1.2 Metodología.	89
2.1.3 Dificultades confrontadas.	89
2.1.4 Exhaustividad y Evaluación de Incertidumbre.	90
2.2 Emisiones de CO₂ del sector Energía.	90
2.2.1 Emisiones de CO ₂ , procedentes de las fuentes de Combustión (Método de Referencia).	90
2.2.2 Emisiones de CO ₂ por la Quema de Biomasa para producir Energía.	91
2.2.3 Las Emisiones de CO ₂ Procedentes de las Aeronaves, en Vuelos Internacionales.	91
2.2.4 Emisiones de CO ₂ Obtenidas por este Método Sectorial o por Categorías de Fuentes.	91
2.2.5 Emisiones de Gases Distintos del CO ₂ Procedentes de las Fuentes de Combustión.	92
2.2.6 Emisiones de Precursores del Ozono y de SO ₂ Procedentes de la Refinación de Petróleo.	93
2.2.7 Emisiones Agregadas en Equivalentes de CO ₂ .	94
2.2.8 Resumen de las Emisiones del Modulo Energía.	94
2.2.8.1 Emisiones Agregadas en Equivalentes de CO ₂ .	95
2.3 Emisiones de Gases de Invernadero producidas en las Actividades Industriales.	96
2.3.1 Emisiones de gases de invernadero producidas en las actividades industriales que no están relacionadas con la combustión.	96
2.3.1.1 Producción de Hierro y Acero.	96
2.3.1.2 Producción de Ferroaleaciones.	97
2.3.1.3 Producción de Cerveza y Ron.	97
2.3.1.4 Producción de Carnes.	97
2.3.1.5 Producción de azúcar.	97
2.3.1.6 Producción de grasas de cocina.	97
2.4 Emisiones de gases de invernadero, procedentes del módulo Agricultura.	97
2.4.1 Emisiones de CH ₄ , procedentes de la Fermentación entérica en el ganado doméstico.	98
2.4.2 Emisiones de N ₂ O, procedentes de los sistemas de manejo del estiércol.	98
2.4.3 Emisiones de metano (CH ₄), procedentes de los campos de arroz inundados (arrozales anegados continuamente Gg).	99
2.4.4 Emisiones de GEI por la quema en el campo de residuos agrícolas.	99
2.4.5 Emisiones directas de N ₂ O, procedentes de los suelos agrícolas.	99
2.4.6 Emisiones de N ₂ O de los suelos procedentes del pastoreo de animales.	99
2.4.7 Total de emisiones de N ₂ O, procedentes de los suelos agrícolas.	99
2.5 Emisiones de gases de invernadero procedentes del cambio del uso de la tierra y silvicultura.	99
2.5.1 Estimación del carbono liberado por la quema de biomasa.	100
2.5.2 Estimación del carbono liberado por la quema de la biomasa aérea fuera del bosque.	100
2.5.3 Quema in situ de bosques (emisiones de gases distintos del CO ₂).	100
2.6 Emisiones de CH₄ procedentes producción de desechos sólidos.	101
2.6.1 Emisiones de CH ₄ por la disposición en la tierra de desechos sólidos.	101
2.6.2 Emisiones de metano y óxido nitroso procedentes del tratamiento de las aguas residuales.	101
2.6.3 Efluentes y lodos industriales.	102
2.6.4 Emisiones de gases de invernadero procedentes de la incineración de desechos.	102
2.7 Emisiones, per cápita, de CO₂, Carbono y CO₂-eq.	103
2.7.1 Emisiones de CO ₂ , carbono y CO ₂ -eq.	103
2.7.2 Emisiones en "equivalentes de co ₂ " (co ₂ -e).	103
2.8 Emisiones y Absorciones netas totales de GEI.	104

3. MEDIDAS DE ADAPTACIÓN Y MITIGACIÓN PREVISTAS PARA APLICAR EL MANDATO DE LA CONVENCIÓN. 109

3.1 Introducción. 110

3.2 Medidas Generales de Adaptación al Cambio Climático. 110

3.3 Metodología. 111

3.4 Escenarios Climáticos. 111

3.5 Impacto del Cambio Climático y Medidas de Adaptación en la Cuenca del Río Haina. 112

3.5.1 Caracterización climática e hidrológica de la cuenca. 113

3.5.2 Esguerrimiento superficial. 117

3.5.3 Manejo de los recursos hídricos de la cuenca. 118

3.5.4 Vulnerabilidad y Medidas de Adaptación del Sector Hídrico bajo Cambio Climático. 119

3.5.5 Impactos del Cambio Climático en la Cuenca del Río Haina. 120

3.5.6 Medidas de adaptación y mitigación. 121

3.5.7 Conclusiones. 122

3.6 Estudio sobre vulnerabilidad y adaptación al cambio climático para malaria y dengue. 123

3.6.1 Antecedentes. 123

3.6.2 Propósito y objetivos de la evaluación. 123

3.6.3 Situación de la malaria en la República Dominicana. 124

3.6.4 Agentes productores y vectores de la malaria en República Dominicana. 124

3.6.5 Tendencia y distribución de la malaria en la República Dominicana. 125

3.6.6 Situación del dengue en la República Dominicana. 126

3.6.7 Datos usados para la evaluación de los impactos. 129

3.6.8 Datos usados para la conformación de la línea-base. 129

3.6.9 Estimación de la distribución actual y carga de las enfermedades sensibles al clima. 130

3.6.10 Sensibilidad de las enfermedades a las variaciones del clima, por regiones 131

3.6.11 Variación observada entre la línea-base y las condiciones actuales, por regiones. 132

3.6.12 Proyecciones de la variabilidad y la tendencia del clima, por regiones, escenarios para el 2011 y 2015 para la región I, II y III. 134

3.6.13 Proyección de casos de dengue y malaria para octubre del 2011, por regiones. 136

3.6.14 Medidas de adaptación. 136

3.6.15 Medidas de carácter global, dirigidas a la estructura del Sistema Nacional de Salud. 137

3.6.16 Conclusiones. 138

3.7 Efectos del cambio climático sobre la zona turística de Bávaro y Punta Cana, costa este de la República Dominicana. 139

3.7.1 Introducción. 139

3.7.2 Región de estudio. 140

3.7.3 Datos del turismo regional. 141

3.7.4 Ambiente socioeconómico. 141

3.7.5 Número de habitaciones y número de turistas. 142

3.7.6 Aportes económicos directos. 144

3.7.7 Red de relaciones económicas y de infraestructura. 147

3.7.8 Ambiente físico-natural. 147

3.7.8.1 Manglar de cuenca. 148

3.7.9 Metodologías.	149
3.7.10 Evaluación de los impactos.	149
3.7.11 Medidas de rectificación y adaptación.	161
3.7.12 Regulaciones y Cambio Climático.	165
3.8 Evaluación del impacto, vulnerabilidad y adaptación de la biodiversidad al cambio climático en la República Dominicana.	165
3.8.1 Objetivos.	165
3.8.2 Metodología.	165
3.8.3 Evaluación de Impactos, Vulnerabilidad y Adaptación.	166
3.8.4 Impactos y vulnerabilidad de la biodiversidad al cambio climático.	166
3.8.5 Evaluación de impacto, vulnerabilidad y adaptación de la biodiversidad al cambio climático en la República Dominicana	170
3.8.6 Medidas de Adaptación.	175
3.8.7 Programa de Capacitación.	173
3.9 Evaluación del impacto de los cambios climáticos sobre la agricultura en República Dominicana.	174
3.9.1 Antecedentes.	174
3.9.2 Materiales y métodos.	175
3.9.3 Impactos sobre cultivos básicos.	181
3.9.4 Análisis de los resultados de las simulaciones del modelo WOFOST 7.1.2 para el clima futuro.	182
3.9.5 Medidas de adaptación concebibles, a partir de estos experimentos.	184
3.9.6. Impacto sobre el cultivo del frijol.	192
3.9.7 Los climas del futuro.	194
3.9.8 Aridez y productividad primaria neta.	197
3.9.9 Análisis y discusión de los resultados.	198
3.9.10 Medidas y políticas de adaptación a los impactos negativos del cambio climático en el sector agrícola en la República Dominicana.	203
3.9.11 Actividad ganadera.	210
3.9.12 Consideraciones generales.	210
4 ACTIVIDADES DE MITIGACIÓN REALIZADAS EN REPUBLICA DOMINICANA.	211
4.1 Actividades de Mitigación Realizadas en Distintos Sectores.	215
4.1.1 Mitigación Sector Energía.	212
4.1.2 El Sector Industrial.	212
4.1.3 Sector Residencial.	212
4.1.4 Transporte.	213
4.2 Cambio de uso de suelo y cobertura forestal en el Parque Nacional Los Haitises 1988 – 2006.	214
4.2.1 Antecedentes.	214
4.2.2 Caracterización del área de estudio.	215
4.2.2.1 Caracterización geográfica, física y de vegetación.	215
4.2.3 Metodología.	216
4.2.4 Conclusiones y Recomendaciones.	221
4.2.5 Resumen.	223
5 PROGRAMAS QUE COMPRENDEN MEDIDAS PARA MITIGAR EL CAMBIO CLIMÁTICO.	223
5.1 Introducción.	224

5.2 Estudio de Mitigación de Gases de Efecto Invernadero Originados por la Quema de Combustibles y Emisiones Fugitivas.	224
5.2.1 Objetivo y Contenido del Informe.	224
5.3 Metodología Usada.	225
5.4 Costos de Implementación de un Programa de Mitigación Gases Efecto Invernadero (GEI).	225
5.5 Costos de Aprovechamiento del Potencial Solar.	227
5.5.1 Calentadores Solares.	227
5.6 Sistemas Solares Fotovoltaicos Aislados.	229
5.7 Pequeñas Centrales Hidroeléctricas.	229
5.8 Las Acciones de Uso Racional en los Sectores de Consumo.	230
5.9 Oferta Total de Energía.	232
5.10 Caracterización del Consumo Final Total de Energía ().	232
5.10.1 Consumo de Energía Neta por Fuentes - Año 2005 (Tep).	234
5.11 Consideraciones, Relevantes en Cuanto al Potencial de Mitigación.	236
5.12 Principales Cadenas Productivas.	236
5.12.1 Electricidad.	236
5.13 Potencial Aporte del sector de Energías Renovables.	237
5.13.1 Energía Solar.	238
5.13.2 Los Biocombustibles (El Bioetanol).	238
5.13.3 Energía Eólica.	239
5.14 Responsabilidad del Sector Energía en las Emisiones de GEI.	241
5.15 Potenciales Áreas de Mitigación.	244
5.15.1 Medidas de Uso Racional de la Energía.	245
5.16 Las Posibilidades de la Cogeneración ().	249
5.17 El Papel de las Fuentes Renovables de Energía.	249
5.17.1 Energía Eólica.	250
5.17.2 Energía Solar.	251
5.17.3 Biocombustibles.	251
5.18 Posibles lineamientos estratégicos en Biocombustibles.	252
5.19 Otras Fuentes Alternas de Energía.	254
5.20 El Potencial Impacto sobre la Reducción de Emisiones.	258
5.20.1 El potencial de las Renovables.	259
5.20.2 El Potencial de la Energía Eólica.	260
5.21 Las Acciones Relevantes en la República Dominicana.	260
5.21.1 El Mecanismo de Desarrollo Limpio (MDL).	260
6 OTRAS INFORMACIONES RELEVANTES.	263
6.1 Introducción.	264
6.2 Transferencia de Tecnologías.	264
6.3 Tecnologías Energéticas y Ley.	267
6.4 Observación Sistemática e Investigación sobre Cambio Climático.	268
6.5 Restricciones, Fortalezas y Oportunidades para el Desarrollo de Capacidades para la Aplicación de la Convención.	271
6.6 Investigación Para Adaptarse al Cambio Climático.	273
6.7 Lineamiento para una Estrategia Nacional de Cambio Climático.	273

6.7.1 En los lineamientos se señala los ejes fundamentales y principales áreas de actuación de una Estrategia de Cambio Climático.	274
6.8 Plan de Acción Nacional de adaptación al Cambio Climático (PANA).	274
6.8.1 Componentes, Líneas de Acción y Medidas del PANA.	276
6.8.2 Coordinación e Implementación del Plan de Acción.	277
6.9 Proyecto de Actividades Habilitantes para la Autoevaluación de las Capacidades Nacionales para la Gestión Ambiental Mundial (NCSA).	278
6.10 Perfil Temático del Cambio Climático en la República Dominicana.	279
6.11 Perfil Temático de Diversidad Biológica en la República Dominicana.	281
6.12 Perfil Temático de Lucha Contra la Desertificación y la Sequía en la R. D.	282
6.13 Educación, Formación y Sensibilización Pública.	284
6.13.1 Actividades de educación y formación.	284
6.13.2 Actividades de Sensibilización de la Opinión Pública.	286
6.14 Fomento de la Capacidad.	286
6.14.1 Participación en Actividades Internacionales.	286
6.15 Análisis del Fomento de la Capacidad en la República Dominicana.	288
6.16 Proyecto de Auto Evaluación de la Capacidad Nacional (AECN).	290
7 OSBTÁCULOS VACIOS Y NECESIDADES DE FINANCIACIÓN.	293
7.1 Introducción.	294
7.2 Necesidades de Financiamiento.	295
7.3 Obstáculos, Vacíos y Necesidades de Tecnologías.	295
7.4 Recursos Financieros y Técnicos para las Comunicaciones Nacionales.	296
7.5 Obstáculos, Vacíos y Necesidades de Capacidades.	297
SIGLAS.	299
GLOSARIO DE TÉRMINOS.	303
LISTA DE FIGURAS.	307
LISTA DE CUADROS.	313
REFERENCIAS.	318

PRÓLOGO

La permanente preocupación del gobierno y las diferentes organizaciones de la sociedad e instituciones del Estado Dominicano nos impulsa a trabajar hacia la búsqueda de alternativas y propuesta para la adaptación y/o mitigación de los impactos del Cambio Climático, exponiendo las circunstancias de la República Dominicana, sus esfuerzos progresivos y un inventario de gases de efecto invernadero.

La responsabilidad colectiva, y especialmente del Estado, como miembro activo de la convención marco de las Naciones Unidas sobre Cambio Climático (CMNUCC) y del protocolo de Kyoto nos compromete a ir cumpliendo con los compromisos asumidos y a demostrar una política para contribuir a superar la grave problemática del Cambio Climático Global.

Estamos presentando un documento donde los estudios realizados han sido orientados a sectores de gran importancia económica y social, como son las zonas costeras turísticas de Bávaro y Punta Cana, la Cuenca del río Haina, que aporta el 25% de agua potable a la ciudad de Santo Domingo, los impactos del Dengue y la Malaria en la ciudad de Santo Domingo y otras ciudades, los impactos en la biodiversidad, la agricultura y la seguridad alimentaria. También se lleva a cabo un estudio del suelo y cambio de uso del suelo en el Parque Nacional de los Haitises.

El país ha dado un paso de avance con la elaboración de los Lineamientos de una Estrategia Nacional de Cambio Climático (LENCC), y una propuesta de Plan de Acción Nacional para la Adaptación al Climático (PANACC). Ambos documentos están encaminados al desarrollo de programas y medidas que incorporen el tema del cambio climático en los planes y políticas públicas nacionales de desarrollo. Un ejemplo de esto, es que la Secretaría de Estado de Economía, Planificación, y Desarrollo (SEEPyD) ha incorporado el tema del cambio climático como eje transversal dentro de su plan estratégico nacional de desarrollo.

Este documento de la Segunda Comunicación Nacional de la República Dominicana, es el resultado de trabajos de investigación desarrollados por consultores nacionales e internacionales en colaboración con expertos de las diferentes instituciones oficiales, entre la Secretaría de Estado de Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARENA), Oficina Nacional de Meteorología (ONAMET), Secretaría de Estado de Agricultura (SEA) y el Instituto Nacional de Recursos Hidráulicos (INDHRI), entre otros, a lo largo de estos últimos tres años. El desarrollo de los trabajos estuvo a cargo de la Secretaría de Estado de Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARENA) con el apoyo del Fondo para el Medio Ambiente Mundial (FMAM) y del Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo (PNUD) bajo la coordinación técnica de la Subsecretaría de Gestión Ambiental de la SEMARENA, como Punto Focal Nacional ante la CMNUCC, y representa el producto de un compromiso colectivo por parte del sector gubernamental, el sector privado, y la sociedad civil, encaminado al desarrollo de programas y medidas que incorporen el tema del cambio climático en el planeamiento para un desarrollo nacional sostenible.

Esta Comunicación Nacional es el segundo esfuerzo, para incorporar el tema del cambio climático en la agenda del día a nivel local, regional y nacional, y se han hecho grandes inversiones de mitigación con la implementación de proyectos de energías renovables y programas de reducción de emisiones, aún más, se han realizado grandes avances en el desarrollo de la capacidad nacional especialmente en la formación de recursos humanos, y la integración del tema en los programas de educación formal a todos los niveles.

La República Dominicana, como país pequeño está impulsando el aumento de la cobertura forestal y vegetal con la implementación del Plan Nacional Quisqueya Verde, como uno de los mecanismos más expeditos para mitigar y/o adaptamos a los graves riesgos del cambio climático, siempre dentro de una estrategia de superación de toda forma de pobreza, violencia y exclusión. Concientos de los grandes retos que tenemos por delante, y lo necesario de mayores esfuerzos de integración multisectorial, interinstitucional Y multiagencial entregamos esta segunda comunicación nacional sobre Cambio Climático.

INTRODUCCIÓN GENERAL

El Calentamiento Global es uno de los desafíos más difíciles que afronta la comunidad científica y política y ha dado lugar a un proceso de negociación internacional de alta complejidad, dadas las múltiples dimensiones a abordar para dar una respuesta adecuada al fenómeno, los significativos intereses en conflicto, las consecuencias económicas, sociales y políticas que implica la implementación de acciones y el marco socio-económico global predominante.

La búsqueda de una respuesta al problema global que, a la vez, converja con un desarrollo sustentable a nivel nacional, exige la definición de una agenda política que identifique la prioridad del Cambio Climático y el diseño e implementación de adecuadas políticas y estrategias. El Gobierno de la República presentó su Primera Comunicación en junio del 2003 a la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático (CMNUCC).

Esta contiene un inventario de los gases de efecto invernadero (GEI) que muestra un rápido crecimiento de las emisiones de CO₂ de 1990 a 1994 de 8.7 millones de toneladas (Mt) a sobre 15 Mt. Esto provocado principalmente por un incremento en la demanda de energía suplida por instalaciones/unidades de generación diesel.

Las emisiones de gas metano también aumentaron durante el periodo en un aproximado de 3 Mt. de CO₂ eq. en 1990 a 4.7 Mt. CO₂ eq. en 1994. Las áreas naturales/perfectas donde existen oportunidades para reducciones de las emisiones de GEI incluyen los sectores de generación de energía, manejo de residuos, silvicultura, industrial (minería, textil, manufactura) y turismo.

La elaboración de la Segunda Comunicación Nacional, contempla las actividades en curso llevadas a cabo por el Gobierno de la República para implementar los requerimientos de la CMNUCC, que presenta cuatro componentes principales: 1)- Estudios llevados a cabo para actualizar y mejorar los inventarios nacionales de Gases de Efecto Invernadero (GEI). 2)- Un estudio sobre la vulnerabilidad de varios ecosistemas a los efectos adversos de los cambios climáticos y la formulación de posibles estrategias de adaptación. 3)- La formulación de un Programa Nacional de Mitigación, que incluye medidas para reducir las emisiones nacionales de GEI. 4)- Actividades llevadas a cabo en el país para promover la creación de capacidades y la concienciación pública.

Esta Comunicación habilitará al Gobierno de la República Dominicana, a satisfacer los requerimientos bajo el Art. 12.1 de la CMNUCC, de acuerdo con las decisiones 10/CP.2, 11/CP.2 y 8/CP.5, siguiendo las nuevas guías para la preparación de las Comunicaciones Nacionales acordadas en la CP.8. El objetivo ambiental de carácter global de este proyecto es contribuir al desarrollo en el país de políticas que serán parte de los esfuerzos globales para mitigar y adaptarse al cambio climático.

Este objetivo será alcanzado mediante el financiamiento de las actividades incrementales dirigidos a evaluar la vulnerabilidad de los ecosistemas de la República Dominicana al cambio climático y contribuyendo al desarrollo de un plan nacional de mitigación dirigido a reducir los niveles actuales de emisiones de GEI.

RESUMEN EJECUTIVO

RESUMEN EJECUTIVO

Introducción

La Primera Comunicación Nacional de la República Dominicana se presentó ante la convención marco de las naciones unidas sobre el Cambio Climático (CMNUCC) en 2003, cinco años después del país haberla ratificado y nueve años después de haber entrado en vigencia. En estos documentos, se presentó el inventario nacional de gases de efecto invernadero para el año-base 1990 y el 1994, y se elaboraron los primeros estudios de vulnerabilidad y adaptación al cambio climático en los sectores, Salud, Costeros y Marinos, Hídrico, Agricultura y Foresta, y un análisis de necesidades tecnológicas para la reducción de emisiones en el sector industrial nacional. También se actualizó el IGEI para los años 1998 y 2000.

En esta Primera Comunicación Nacional, estamos presentando los estudios de mitigación y adaptación al cambio climático. Estos estuvieron orientados por una consulta realizada a los actores principales a nivel público, privado y de organizaciones de la sociedad civil.

Dentro de los estudios realizados, podemos destacar el de la zona costera turística de Bávaro y Punta Cana; la cuenca del río Haina, que aporta el 25 % del agua a la ciudad de Santo Domingo; la incidencia del dengue y la malaria en la ciudad de Santo Domingo y en otras ciudades del país; biodiversidad, agricultura y seguridad alimentaria; uso del suelo; cambio de uso de suelos del Parque Nacional Los Haitises.

Además, se elaboraron los lineamientos para una estrategia nacional de cambio climático y un plan de acción nacional para la adaptación al cambio climático; y un estudio de mitigación en el sector energético nacional.

La elaboración, tanto de la Primera como de la Segunda Comunicación Nacional, fueron posibles, gracias al apoyo financiero del Fondo para el Medio Ambiente Mundial (GEF) con el apoyo técnico- administrativo del Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo (PNUD).

La Secretaría de Estado de Medio Ambiente y Recursos Naturales, a través de la Subsecretaría de Gestión Ambiental, fue la institución responsable de llevar a feliz término la elaboración de esta Segunda Comunicación Nacional.

En su página web, la Secretaría tiene un enlace donde están contenidos todos los estudios y documentos sobre el tema de cambio climático.

En atención al Artículo 6, de la CMNUCC, se impartieron una serie de charlas y talleres, acompañados de materiales educativos que incluían trípticos, y material educativo sobre cambio climático, aportado por la Convención y el Panel Intergubernamental de Cambio Climático (IPCC). También se realizaron encuentros con los rectores de las universidades nacionales, para facilitarles información sobre cambio climático para sus respectivas bibliotecas y sitio web.

Esperamos que, a través del RAF del GEF, se puedan obtener los recursos financieros necesarios para la elaboración de la tercera comunicación nacional.

Circunstancias Nacionales

La República Dominicana, como pequeño Estado insular, tiene un aporte mínimo al calentamiento global del planeta; sin embargo, cumple exactamente con los mandatos de la CMNUCC, a pesar de su vulnerabilidad a los efectos del cambio climático, por encontrarse en la trayectoria que anualmente siguen las tormentas tropicales y los huracanes, durante el periodo Junio-Septiembre.

También estamos sometidos a la variabilidad natural del clima, cuando sobre nuestras costas tienen lugar fenómenos atmosféricos que provocan intensas lluvias, como fue el caso de las tormentas Noel y Olga, a final de noviembre e inicio de diciembre del 2007, que causaron pérdidas de vidas humanas, daños en la agricultura, las infraestructuras y pérdidas de vidas humanas.

El país firmó en la Cumbre de Río 1992, la Convención Marco de Naciones sobre 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 Fondo para el Medio Ambiente Mundial (FMAM) tanto en la Primera como en la Segunda Comunicaciones en el plano nacional. Ambos proyectos de la PCN y SCN dan asistencia al Gobierno de la República Dominicana, para que pueda cumplir con estos requisitos de información.

La República Dominicana apoya el principio de responsabilidad común; pero diferenciado del establecido por la CMNUCC; es por esto que, como país en vía de desarrollo, ha venido realizando una serie de estudios que abarcan desde los inventarios de gases de efecto invernadero (IGEI) hasta los estudios de vulnerabilidad y adaptación, mitigación, uso de escenarios y la elaboración de los lineamientos nacionales para una estrategia de cambio climático y un plan de acción nacional para la adaptación al cambio climático, con el objetivo de mejorar el conocimiento de todos los sectores en relación con el tema del cambio climático.

El Estado dominicano ha asumido con responsabilidad los compromisos ante la Convención, y ha tratado de crear la capacidad nacional, a través de talleres y seminarios y en cumplimiento con el Artículo 6, sobre la educación y concienciación pública; pero a pesar de esto, necesitamos apoyo de recursos técnicos y financieros, para tener una capacidad nacional verdaderamente fortalecida, capaz de dirigir todos los estudios e investigaciones sobre el tema.

La República Dominicana forma parte del grupo de Antillas Mayores del Archipiélago del Caribe, y está localizada en la región subtropical, en el borde norte de la zona tropical; tiene como límites las siguientes coordenadas geográficas: 17 36' – 19 58' latitud norte, y 68 19'– 72 01' longitud oeste, ocupando las dos terceras partes de la porción oriental de la de la isla Hispaniola (74%). Sus límites son: al Norte, el Océano Atlántico; al Sur, el Mar Caribe; al Este, el Canal de la Mona (Puerto Rico), cuya menor distancia es de unos 102 kilómetros, entre Cabo Engaño, en la República Dominicana a Punta Jigüero, en Puerto Rico; y al Oeste, Haití.

Su insularidad y relativamente pequeña superficie permiten que una fuerte influencia marítima controle los patrones climáticos generales, lo que le hace muy vulnerable, por hallarse en la región subtropical de huracanes. La frontera con Haití, además de ser una frontera convencional es una frontera natural de unos 390 kilómetros. Esta frontera natural está limitada por 313 montañas en forma de pirámides; debido a esta orientación de nuestro relieve, nos vemos precisados a compartir con Haití montañas y valles.

La extensión territorial es ligeramente menor a los 50,000 km², constituyéndose, por su superficie, en el segundo país en tamaño en el Caribe, en una isla de una extensión total de 77 mil 914 kilómetros cuadrados, la cual comparte con la República de Haití, ocupando los dos tercios orientales de la isla de la Española.

Sus dimensiones máximas son: 390 kms de Este a Oeste (Cabo Engaño a Las Lajas), y 265 kms de Norte a Sur (Cabo Isabela a Cabo Beata), que con 1,576 kilómetros de costa, completan las medidas de contorno, longitud y anchura del territorio; y que junto a Cuba, Jamaica y Puerto Rico, partiendo desde Florida hasta Trinidad y Tobago forman el gran arco de las Indias Occidentales.

Las principales islas secundarias (adyacentes), de la República Dominicana, se encuentran en aguas del Mar Caribe; mientras que los cayos se concentran en el Océano Atlántico. Las islas son: Isla Alto Velo, Isla Beata, Isla Catalina, Isla Saona. Y los cayos: Cayos e islotes, islote Los Frailes, La Matica y La Piedra (Los Pinos).



Figura 1. Localización R.D.

Por su posición latitudinal, (19° de latitud norte), la República Dominicana presenta las características de un clima tropical; esto, influenciado por diversos factores geográficos, como son: los vientos Alisios del norte, noroeste y nordeste y los vientos provenientes del Mar Caribe; en el este, sur y suroeste del país, las corrientes ecuatoriales del norte y del sur, debido a sus altas temperaturas y acuosidad, la temperatura de los mares que la rodean, los grandes contrastes en el relieve terrestre y los fenómenos migratorios que la afectan durante el transcurso del año. También, su relativa cercanía a América del Norte la 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 al país, determinan bajas temperaturas y lluvia, fenómeno conocido como “Norte”. Esta influencia del régimen de los vientos Alisios, lo complejo del relieve, la variaciones climáticas marcadas, originan gran variedades o microclimas que van desde el clima seco estepario al templado húmedo, saliendo el más común de

Sabana y el Húmedo de Bosque, Tropical Húmedo de Sabana, Tropical Húmedo de Bosque, Tropical Húmedo de Selva y Templado Húmedo. También, por latitud y los sistemas de presión prevalecientes, influidos por el sistema del Atlántico medio, que tiene altas presiones, hacen su clima similar al de las otras Antillas Mayores (Cuba, Jamaica, Puerto Rico).

La temperatura media anual para el país se sitúa en 25.5 °C; pero las grandes variaciones del relieve marcan diferencias en el orden de los 28° a 26° C en las áreas más bajas, y hasta 22° a 18° C en las estaciones de mayor altitud.

En la distribución de las lluvias existen normalmente tres temporadas de lluvias: Temporada Frontal (Noviembre–Abril), Temporada Convectiva (Mayo–Julio) y Temporada Ciclónica (Agosto–Octubre), resultando su distribución espacial en un régimen de lluvias muy complejo de acuerdo con la orografía. La media anual de lluvia para todo el país es de 1500 mm, con variaciones que van desde 350 mm en la Hoya de Enriquillo hasta 2,743 mm anuales en la Cordillera Oriental.

Existe en el territorio dominicano unas 108 cuencas hidrográficas, que son aprovechadas para irrigación, agua potable y generación de energía eléctrica. Los ríos dominicanos son cortos rápidos y de caudal irregular, y son las más grandes las cuencas del río Yaque del Norte, con 7050 Km; río Yuna, con 5070 Km; y el río Yaque del Sur, con 5340 Km de superficie.

Los riesgos naturales del país están fundamentalmente vinculados a eventos climáticos extremos, como huracanes, tormentas tropicales, inundaciones, sequías, incendios forestales, tornados y granizadas. De acuerdo con los datos del Censo Nacional de Población 2002, República Dominicana tiene una población estimada de cerca de 8.562.541 habitantes, de los cuales 4.265.215 son hombres, y 4.297.326 del sexo femenino. Aproximadamente el 60% reside en zonas urbanas, incluyendo la capital Santo Domingo.

La República Dominicana tiene un sistema político democrático con elecciones presidenciales y congresuales, separadas cada cuatro años, y donde el Poder Judicial tiene absoluta independencia y es manejada a través de la Suprema Corte de Justicia, que tiene la responsabilidad de la elección de los jueces.

El Estado dominicano es el garante del acceso a la educación primaria y universitaria. El Censo de 2002 reportó que el 15.7% de los niños y las niñas de 6 a 13 años no asistía a la escuela. Hay 15 provincias que están por encima de ese promedio nacional, y se torna más intensa la falta de asistencia en Elías Piña, Pedernales, Peravia, La Altagracia y La Romana.

En la Educación Media, solamente el 36.8% de los varones y el 51.9% de las niñas, de 14 a 17 años, asistía a la escuela. Alrededor de la quinta parte de la matriculación nacional asiste a la escuela privada, y se aprecia una relación inversa y robusta entre el nivel de pobreza de una provincia y la asistencia a la escuela privada.

La economía nacional descansa, principalmente, en los servicios que incluyen turismo y zonas francas, que son los sectores de mayor crecimiento, que aportan al turismo unos US\$ 3000 millones de dólares, anualmente. Las remesas de los dominicanos residentes en el exterior tienen un importante aporte: alcanza los US\$ 2000 millones de dólares, al año.

La República Dominicana es la octava economía más grande de América Latina, después de los países del Cono Sur, y ha firmado acuerdo de libre comercio con Cetro América y los Estados Unidos de América, y con la región del Caribe y la Unión Europea (UE), el Acuerdo de Asociación Económica (EPA), que incluye 13 países caribeños, y nos va a permitir exportar al Caribe y a Europa. Esto obliga al país a adaptarse a un escenario de alta competencia y de gran escala, lo que provocará un cambio en los esquemas de producción que tenemos, y que contribuirá grandemente a la reducción de la pobreza.

Inventario nacional de gases de efecto invernadero

La República Dominicana tiene en cuenta su responsabilidad común, pero diferenciada, y acogiendo al Artículo 12 de la Convención, presenta su segundo inventario de emisiones gases de efecto invernadero, para los años 1998 y 2000, como un primer paso para tomar medidas efectivas en la mitigación del cambio climático. El inventario nos permite estimar emisiones de formas sistemática y consistente, a nivel nacional, como requisito previo para evaluar la posibilidad de poder adoptar tecnologías para la mitigación, que sean factibles de usar a un costo que esté al alcance de los países en vía de desarrollo.

Este reporte del inventario constituye la continuación del trabajo de estimación de las emisiones de gases de efecto invernadero (GEI) en la República Dominicana, iniciado con la preparación del reporte para los años 1990 y 1994 cuyos resultados formaron parte de la primera comunicación nacional. En el mismo, se sigue la estructura y terminología establecidas para los inventarios nacionales de gases de invernadero utilizada por el IPCC, la guía revisada del 1996; la guía de buenas prácticas del 2000, y en respuesta a las nuevas directrices para la preparación de las comunicaciones nacionales de las partes no incluidas en el Anexo I de la Convención, aprobadas en la COP8, en noviembre de 2002, en la India.

A través del inventario, todos los países signatarios de la CMNUCC pueden apreciar cuál es la contribución de cada parte al calentamiento global del Planeta.

A continuación, presentamos nuestra contribución de emisiones de los principales gases de efecto invernadero dióxido de carbono (CO₂), Metano (CH₄) y óxido Nitroso (N₂O), hidrofluorocarbono (HFCs), perfluorocarbono y hexafluoruro de azufre (SF₆) (PFCs) así como indirectos (que contribuyen a la formación atmosférica del ozono): monóxido de carbono (CO), óxidos de nitrógeno (NO_x) y compuestos orgánicos volátiles distintos del metano (COVNM).

Las emisiones obtenidas por el método de referencia (enfoque arriba-abajo) corresponden totalmente a la quema de combustibles fósiles líquidos, pues para esos años no se reportaron consumos de combustibles fósiles sólidos o gas natural. Estas emisiones aportan un total de 16946,64 Gg., para el año 1998, y 17684,18 Gg., para el año 2000, y provoca alrededor del 93 al 95% de las emisiones de dióxido de carbono; mientras que el resto, del 5 al 7%, de las emisiones es provocada por otros sectores de la economía.

Otras contribuciones fueron las emisiones del CH₄, con 17,55 Gg., para el año de 1998, y de 16,4 Gg., para el año 2000, siguiendo con el N₂O, para el 1998 fueron de 0,42 y de 0,46, para el 2000. Las emisiones de NO_x representaron

un total de 78,22Gg, para el año de 1998, y un total de 92,6 Gg., para el año 2000. El CO, para el año de 1998, fue de 707,37Gg., y de 783,63 Gg., para el 2000. Para los COVDM, se obtuvo un resultado de 99,43 Gg., para el año de 1998, y de 113,2 Gg., para el 2000 y, para el SO₂, los resultados obtenidos fueron de 57,26 Gg., para el 1998, y de un total de 109,59 Gg., para el 2000.

Se puede apreciar los aportes de los demás gases por sector en los cuadros siguientes.

Cuadro a. Emisiones brutas ⁽¹⁾ de GEI (Gg) por sectores. República Dominicana, año 1998.

Módulo	CO2	CH4	N2O	NOx	CO	COVDM	SO2
Energía	15370,06	17,55	0,42	78,22	707,37	99,43	57,26
Procesos industriales	1045,7	0,00	0,00	0,01	0,00	26,99	0,57
Uso de solventes						NE	
Agricultura		125,79	8,29	0,42	8,07		
Desechos	1,96	71,23	0,38	0,004	0,003	NO	0,003
Totales	16417,72	214,57	9,09	78,65	715,44	126,42	57,83

1) No se incluyen las emisiones y absorciones procedentes del cambio del uso de la tierra y la silvicultura.

No aplicable (sombreado en el cuerpo de la tabla). NE – No estimado

Cuadro b. Emisiones brutas ⁽¹⁾ de GEI (Gg) por sectores. República Dominicana, año 2000.

Módulo	CO2	CH4	N2O	NOx	CO	COVDM	SO2
Energía	17603,66	16,4	0,46	92,6	783,63	113,2	109,59
Procesos industriales	811,06	0,0	0,00	0,01	0,00	26,8	0,56
Uso de solventes						NE	
Agricultura		140,1	8,9	0,39	7,63		
Desechos	2,03	73,83	0,39	0,004	0,004	0,00	0,003
Totales	18416,75	230,33	9,75	93,0	791,26	140,0	110,15

1) No se incluyen las emisiones y absorciones procedentes del cambio del uso de la tierra y la silvicultura.

No aplicable (sombreado en el cuerpo de la tabla). NO – No ocurre; NE – No estimado

Al considerar las emisiones, per cápita, podemos notar que se ha incrementado, tanto en forma de CO₂, como de CO₂-eq. Este último refleja las emisiones de los tres principales gases (CO₂, CH₄ y N₂O) que se consideraron en el inventario. Durante el 1998, nuestras emisiones, per cápita, fueron de 2.02t CO₂/hab., para 1998, y 2.19t CO₂/hab., si se considera sólo el CO₂; esto varía, al considerar los demás gases, y las emisiones fueron 2.93t CO₂/hab., para 1998, y 3.13t CO₂/hab, para el 2000.

Cuadro C. Emisiones per cápita de CO₂, Carbono y CO₂-e. República Dominicana, años 1998 y 2000.

Año	Emisiones per cápita		
	t CO ₂ /hab	t C/hab	t CO ₂ -e/hab
1998	2,02	0,55	2,93
2000	2,19	0,6	3,13

En conclusión, los resultados de este análisis tienen una gran importancia como criterios iniciales para la elección de aquellas esferas de la economía donde la realización de actividades de mitigación y la asignación de recursos para ese objetivo pueden tener un peso importante en la reducción del total de emisiones de GEI, del país. Se contribuye de esta forma a la selección y ordenamiento de prioridades en los estudios de mitigación de las emisiones.

Medidas adoptadas o previstas para la aplicación de la CMNUCC

- Las principales medidas y arreglos institucionales lo ha realizado la Secretaría de Estado de Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARENA), responsable desde su creación, mediante la Ley 64-00, de conducir la política medioambiental, relacionada con la "agenda verde y marrón" de la República Dominicana. La Subsecretaría de Gestión Ambiental, que maneja la agenda marrón, es la responsable del tema de cambio climático y los proyectos relacionados.
- Con la finalidad de avanzar en el cumplimiento del mandato de la CMNUCC, en lo relacionado con la elaboración de planes de mitigación y adaptación, el país, durante los últimos años, ha realizado estudios y ha estructurado proyectos con la asistencia de recursos externos (FMAM, CIDA y PNUD), en la mayoría de los casos, y muy pocos, con recursos propios.
- La SEMARENA contaba con una Oficina Nacional de Mecanismo de Desarrollo Limpio (MDL), creada por Decreto No.786-04, el cual fue derogado, para dar paso al Decreto 601-08, que crea el Consejo Nacional para el Cambio Climático y el MDL. Esta oficina del MDL es la encargada de promover y facilitar el desarrollo de proyectos MDL en el país, tales como energías renovables, eficiencia energética, cambio de combustibles y de captura y almacenamiento de carbono. La misma coordina, promueve y organiza tanto reuniones nacionales como internacionales en colaboración con la Secretaría de Estado de Relaciones Exteriores. En las reuniones nacionales, el Comité Nacional de Clima tiene una importante participación.

Estudios de vulnerabilidad y mitigación al cambio climático

En los estudios de vulnerabilidad, se consideraron los posibles efectos del cambio climático sobre la zona costera turística de la región este; en la cuenca del río Haina, que aporta el 25% de agua a la ciudad de Santo Domingo; en la salud, por impacto del dengue y la malaria, en Santo Domingo y otras ciudades del país; sobre la biodiversidad, si se toma en cuenta las áreas protegidas; sobre la agricultura y la seguridad alimentaria; y los impactos del uso del suelo, cambio de uso del suelo y foresta del Parque Nacional Los Haitises. En todos estos estudios, se requiere de medidas de adaptación, y esas medidas de adaptación demandan recursos económicos en el corto plazo, que el país no está en la capacidad de aportar, por lo que se requerirá de ayuda técnica y financiera internacional, para reducir la vulnerabilidad y los impactos del cambio climático.

Con relación a la mitigación, se analizó la reducción de emisiones, a través del sector energético nacional, el cual es muy deficitario, y el 88 % de su matriz de generación depende de combustibles fósiles importados; el restante 12 % proviene de las hidroeléctricas. El sector energético juega un papel decisivo en la mitigación de GEI. De ahí que la Corporación Dominicana de Empresas Estales Eléctricas CDEEE) y la Secretaría de Estado de Industria y Comercio (SEIC) estén trabajando en programas, acciones y medidas para el ahorro y uso eficiente de la energía, como son el cambio de combustibles, uso de energías renovables y el uso de biomasa.

El Estado dominicano, con la Ley 57-07 sobre Energías renovables y su Reglamento, está contribuyendo a la mitigación; pero, además, está impulsando, con apoyo financiero internacional, la construcción de hidroeléctricas.

Todas las hidroeléctricas nacionales son administradas por la Empresa de Generación Hidroeléctrica (EGEHID), creada mediante la Ley 125-01, de junio del 2001, y mediante el Decreto 628-07, del 2 de noviembre de 2007; de propiedad estrictamente estatal, con personería jurídica y patrimonio propio; y con capacidad para contraer obligaciones comerciales contractuales, según sus propios mecanismos de dirección y control.

Cuenta con 22 centrales en operación 22, capacidad actual instalada de 468.67 Mw, con generación neta de energía, Enero-Diciembre 2007, de 1,666.40 Gwh, lo que implica un ahorro en combustible de US\$230 millones de dólares. Dentro de EGEHID, se ha creado una unidad, ejecutora de proyectos de energía renovable. Existen varios proyectos hidroeléctricos en ejecución, siete en total, dentro de los cuales, podemos citar Central Pinalito, de 50 Mw; Central Las Placetas, de 87 Mw; Central Palomino de 80 Mw; y una ampliación y tres minicentrales.

Hay otros seis proyectos que están a la espera de financiamiento para su puesta en ejecución. Además, a través de la Oficina Nacional del MDL se ha aprobado un proyecto eólico de 64.5 Mw que se instalara en la provincia de Montecristi, y el Presidente de la República dio el primer picazo para dejar inaugurado dos proyectos eólicos de 100 Mw en la provincia de Peravia, región sur, existen otros proyectos, como el de Guancho, Los Cocos, en Pedernales de 100Mw, en espera de aprobación por parte de la Junta Ejecutiva del MDL, de la CMNUCC.

En la realización de los estudios tanto de vulnerabilidad y adaptación como de mitigación se contrataron consultores y se contó con la colaboración de cada una de las instituciones que está relacionada con el sector estudiado. Dentro de los sectores, podemos citar salud, hídrico, agricultura, biodiversidad, costeros y marinos, suelos y aguas y el energético.

Las medidas de adaptación y mitigación, resultado de los estudios realizados, son la base para crear una conciencia nacional, sobre cómo nos afectará el cambio climático, a través de la educación y concienciación del público en general. Dado que el cambio climático exige un alto nivel de conocimiento de toda la sociedad dominicana, se hace necesaria la creación en el país de un programa de formación a todos los niveles, en el tema del cambio climático, a pesar del país tener ya elaborada una guía de cambio climático para la educación primaria.

Para una mayor información con relación a los estudios realizados tanto en vulnerabilidad y adaptación como mitigación ir al Capítulo IV donde encontrará un resumen por sectores.

Otra información relevante para el logro de los objetivos de la convención

La República Dominicana en su segunda Comunicación Nacional ofrece toda la información sobre las actividades realizadas, para cumplir con el logro de los objetivos de la CMNUCC, tomando como punto de partida las necesidades y transferencia de tecnologías, que el país pudo determinar, gracias al aporte del FMAM, a través del financiamiento adicional de los referidos TOP UP FUNDS, (por sus siglas en inglés), durante la elaboración de la primera comunicación nacional.

El país ha dado un gran salto tecnológico con la construcción del Metro de Santo Domingo, que cubre una sola ruta la Feria (en Santo Domingo) a Villa Mella. El Metro puede ser un proyecto MDL, no existe actualmente una metodología aprobada por el Comité Ejecutivo del MDL, por lo que sería necesario preparar una metodología al mismo tiempo en que se prepara el documento de diseño de proyecto. De ser aprobado este proyecto sería el primero, en su género, a nivel mundial.

También intervienen otros programas y proyectos, desarrollados y en desarrollo que tienen que ver con la observación sistemática, que el país realiza a través de la Oficina Nacional de Meteorología (ONAMET) y el Instituto Dominicano de Recursos Hidráulico (INDRHI), pero también estamos recibiendo apoyo del Centro del Agua para el Trópico Húmedo de América Latina y el Caribe (CATHALAC), a través del programa SERVIR, que es financiado por la AID y la NASA. Además mantiene intercambio de información con la Organización Mundial de Meteorología (OMM) a través de la ONAMET.

En materia de educación y la sensibilización del público y en cumplimiento del Artículo 6, el país ha incrementado sustancialmente el número de seminarios, talleres y publicaciones que son destinados para el público en general y para los tomadores de decisiones. A través de la Web de la SEMARENA (<http://www.medioambiente.gov.do>) se ha puesto a disposición del público una gran cantidad de información relacionada con el tema de cambio climático, que incluye todos los estudios realizados durante la Primera y Segunda comunicaciones nacionales, y el estudio de adaptación a la sequía agrícola en la regiones noroeste y suroeste del país, y todas las publicaciones realizadas por la Convención y el IPCC. Además, se ha entregado material didáctico a las universidades de forma impresa y electrónica, para ser colocado en sus respectivas bibliotecas.

En el fortalecimiento de capacidad nacional en materia de cambio climático es fundamental, dado nuestra condición de pequeño Estado insular de gran vulnerabilidad; es por ello que se han impartido cursos en el país sobre el cálculo de carbono en bosque, sobre el manejo del programa de recursos hídricos WEAP, sobre la elaboración de inventarios de GEI, y sobre el manejo de programas computarizados para el sector agrícola. Además se ha tenido la oportunidad de enviar técnicos de diferentes sectores a entrenamientos a instituciones internacionales como CATHALAC en Panamá, el CPTEC/IMPE, en Brasil, entre otros.

Con la creación por Decreto 601-08 del Consejo Nacional para el cambio Climático y el MDL, se le da importancia política al tema, y favorece la interacción entre las secretarías de Estado, de tal forma que el cambio climático se convierta en tema transversal para el sector público y privado, incluidas las organizaciones sin fines de lucro.

Después de presentada la primera comunicación nacional, donde se realizaron los primeros estudios de vulnerabilidad y adaptación al cambio climático, se realizó un importante estudio país, Proyecto-Marco para las políticas de adaptación a la sequía actual y proyectada en la República Dominicana” para el cual se uso la “Guía del usuario para el marco de políticas de adaptación” elaborado con apoyo de la Agencia Internacional Canadiense para el Desarrollo (CIDA). Otros avances importantes fueron la elaboración de los lineamientos para una estrategia nacional de cambio climático y el plan de acción nacional para la adaptación al cambio climático

Lineamiento para una Estrategia Nacional de Cambio Climático

La República Dominicana en los lineamientos de su estrategia nacional de cambio climático presenta una visión en la cual, para el año 2020, busca mejorar su capacidad de adaptación a los cambios climáticos, reduciendo la vulnerabilidad frente a éste, mejorando la calidad de vida de la gente y la salud de los ecosistemas y habrá contribuido a la estabilización de los gases de efecto invernadero sin comprometer sus esfuerzos de lucha contra la pobreza y su desarrollo sostenible, promoviendo la transición hacia un crecimiento con bajas emisiones en dióxido de carbono. Basado en el principio de justicia social, equidad y solidaridad en la estrategia para que los desafíos del cambio climático no pongan en riesgo el crecimiento, y los esfuerzos de lucha contra la pobreza y el desarrollo sostenible que implementa el Estado dominicano, a través de su programa de reducción de la pobreza y los objetivos de desarrollo del milenio, con mira a alcanzar el desarrollo sostenible.

A) Plan de Acción Nacional de adaptación al Cambio Climático (PANA)

La República Dominicana como pequeño Estado insular en vía de desarrollo, es muy vulnerable a la variabilidad y al cambio climático, por lo que en cumplimiento con las obligaciones que surgen de la Convención Marco de Cambio Climático (CMNUCC) ha elaborado su plan de acción para la adaptación (PANA), con la finalidad de que el mismo sea incluido dentro de las políticas de desarrollo del país. El marco conceptual del PANA se sustenta en la visión de la adaptación sobre la base de los eventos climáticos extremos y la variabilidad climática con medidas que aumentan la resiliencia de los sistemas, pero principalmente están orientadas a aumentar la capacidad adaptativa que les permita la reorganización y funcionamiento de una forma alternativa y diferente a los afectados, ante el impacto del cambio climático.

B) Obstáculos, vacíos y necesidades conexas de financiación, tecnologías y capacidad

La República Dominicana ha tomado muy en serio el tema del cambio climático, y es por ello que estamos incluyendo el tema en el plan nacional de desarrollo, y se ha considerado como un tema transversal con la gestión de riesgo, área en la que el país desarrolla un programa nacional. A través de la Secretaría de Estado de Medio Ambiente y Recursos Naturales, el Estado dominicano ha elaborado con la Segunda Comunicación, dos programas estructurados, con miras a encaminar todos los esfuerzos nacionales a reducir los impactos del cambio climático, como son los Lineamientos para una Estrategia Nacional de Cambio Climático y el Plan de Acción Nacional de Adaptación al Cambio Climático.

En cuanto a las necesidades de financiamiento, el país, desde la ratificación de la Convención en 1998, ha dedicado escasos recursos a combatir el cambio climático, porque los recursos nacionales disponibles tienen que orientarse al combate de la pobreza y a remediar los impactos de los eventos extremos que frecuentemente nos afectan. Lo que hace difícil que el país pueda destinar recursos al cumplimiento del mandato de Convención en lo que se refiere a mitigación, adaptación y transferencia de tecnologías.

Es por ello que los recursos financieros recibidos para el cumplimiento del mandato de la convención, a través del Fondo para el Medio Ambiente Mundial y organismo bilaterales, han facilitado la preparación de la Primera y Segunda comunicaciones nacionales y la realización de estudios y la creación de capacidades. Sin este apoyo resultara imposible para el país elaborar su tercera comunicación nacional.

Al analizar los obstáculos, vacíos y necesidades de tecnologías en la República Dominicana se han introducido nuevas tecnologías por sectores, que necesariamente no tiene que ver con actividades de cambio climático, como es el cultivo y producción de rubros agrícolas en invernadero, que permite un uso racional del agua y un manejo adecuado de fertilizantes que contribuyen al efecto invernadero, como los nitrogenados.

Ahora bien, el país a través del Mecanismo de Desarrollo Limpio del Protocolo de Kioto, se encamina a tener transferencia de nuevas tecnologías a través de las energías renovables como la eólica, teniendo ya aprobado por la Junta Ejecutiva del MDL un proyecto de 64.5 Mw, y varios más en vía de aprobación, iniciando dos de su fase de construcción y que suman 100MW. Esta iniciativa a la transferencia de tecnología por vía de las energías renovables, está apoyado en la Ley 57-07 de incentivos a las renovables y su Reglamento.

La construcción del Metro de Santo Domingo ha resultado ser una tecnología de última generación y que ya se encuentra en operación. Otro dato importante es que dentro de la Estrategia de Ciencia y Tecnología e Innovación 2008-2018, de la República Dominicana, se propone la creación de redes de Investigación y Desarrollo con varios grupos de trabajo entre los que se encuentran los siguientes relacionados con los cambios climáticos:

- Red de trabajo en cambio climático y desertificación.
- Red de trabajo en medio ambiente y recursos naturales
- Grupo de trabajo en biocombustibles

En cuanto a los recursos financieros y técnicos para las comunicaciones nacionales, a partir de las actividades habilitantes para la preparación de su comunicación inicial y de la segunda comunicación la República Dominicana ha recibido los recursos financieros necesarios para su elaboración, a través del Fondo para el Medio Ambiente Mundial (GEF), para el cumplimiento del Artículo 12 de la CMNUCC. El país recibió la suma de US\$ 870,000.00 para las comunicaciones nacionales, las necesidades de tecnologías y las consultas a actores principales, para la elaboración, de la propuesta de la SCN.

Con relación a los obstáculos, vacíos y necesidades de capacidades la participación del Comité Nacional de Clima en el proceso de elaboración de la SCN permitió un involucramiento y capacitación de los diferentes sectores, en

la elaboración de los inventarios, en el uso de modelos para la agricultura, entre otros; a nivel institucional falta una visión amplia de la importancia de la capacitación a nivel de roles y responsabilidades de las agencias del Gobierno y del sector privado. Pero también existe una falta de conocimiento adecuado de parte de la población, con relación a las diferentes problemáticas ambientales y sus impactos sociales y económicos.

Dado las investigaciones y avances que se logran cada día en el tema de cambio climático y la escasez de recursos económicos para como país poder hacer investigaciones en las aéreas tanto de mitigación, adaptación, observación sistemática, entre otras, y el poco conocimiento y manejo del tema, la asistencia técnica y financiera externa es fundamental, para el incremento de la capacidad nacional, a nivel público y privado.

Estudios sobre Vulnerabilidad, Impactos y Adaptación en la República Dominicana

En el plano nacional, y en cumplimiento con los compromisos adquiridos con la Convención Marco de Naciones Unidas sobre Cambio Climático (UNFCCC), y como medida de enfrentamiento a los efectos adversos al cambio climático, la República Dominicana realizó un estudio de Vulnerabilidad y Adaptación al Cambio Climático, con orientación específica, en las áreas de los recursos hídricos, la cuenca de río Haina, en la zona costera, la zona turística de Bávaro y Punta Cana; en la agricultura, tomando en consideración la seguridad alimentaria; en la salud, considerando la incidencia de Malaria y Dengue en Santo Domingo y otras ciudades del país, y en la Biodiversidad.

Para dar continuidad a los escenarios creados para República Dominicana en sus estudios de impactos para la primera comunicación nacional, como método en la creación de los escenarios climáticos para zona de Punta Cana se consideró la utilización de los modelos de circulación general, acoplados a modelos oceánicos (AOGCM), y para lograr un mayor nivel de detalle, se incorporó un modelo atmosférico regional.

En el modelo regional PRECIS se realizan los cuatro pasos, pero no se calcula el incremento del nivel del mar, por ser básicamente un modelo atmosférico. El PRECIS es un modelo de alta resolución, de área limitada, anidado al modelo global HADCM3, desarrollado para generar escenarios regionales para cualquier región del planeta, con una resolución espacial de aproximadamente 50 km.

Sector Agrícola

Además, en los modelos de circulación general de la atmósfera, utilizados en las simulaciones del clima, los modelos WOFOST 4.1 y el WOFOST 7.1.2., también fueron utilizados

También, se consideró la información climática de este período para calcular los cambios en el clima, debido al calentamiento producido por los gases de efecto invernadero.

Por todo lo anterior se tomó el período 1961-1990, para desarrollar la línea-base climática o clima de referencia en el presente estudio. 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, 2010, 2030, 2050 y 2100.

Sector Agua

Efectos del Cambio Climático sobre la Cuenca del río Haina

La cuenca forma parte del sistema hidrológico Ozama – Nizao, que tiene una extensión superficial de 7023 km² (INDRHI, 2006). Para la caracterización de la línea-base se usa el periodo 1961-1990 (30 años), por la práctica internacional para comparar el impacto del cambio climático; en este estudio, se analiza el período 1981 – 2000.

La misma tiene un área de 564 km² y, según un informe de la Secretaría de Estado de Medio Ambiente y Recursos Naturales, de la República Dominicana (2004), aporta el 20% del agua al acueducto de la capital del país.

Esta cuenca es una de las fuentes de abastecimiento de agua a la ciudad de Santo Domingo, a través de tres sistemas hidráulicos: Isa - Mana (0.6 m³/seg); Duey-Guananitos (1.0m³/seg); y Haina-Manoguayabo (4.0 m³/seg); los acuíferos relacionados con la cuenca, además del campo de pozos de Manoguayabo, abastecen a Palavé y la comunidad de Cabayona. La precipitación- promedio anual, estimada para el período 1981– 2000 fue de 1740 mm.

La densidad poblacional en la cuenca se calcula en 1,220 hab/Km² y la densidad de instalaciones industriales se estima en 0.53 industrias/Km²; estas industrias descargan en la cuenca desechos líquidos y sólidos, y producen un alto nivel de degradación de la calidad del agua en la zona baja de la misma.

El volumen anual de agua, estimado por balance hídrico en la cuenca del río Haina en el período 1961 – 1990 alcanzó como promedio 344MMm³/año, lo que significa una distribución potencial de 4381 m³/hab/año.

Medidas de adaptación y mitigación

Escenarios climáticos

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, y esto es competencia de las autoridades nacionales. El “Plan de manejo de la cuenca del río Haina”, elaborado por la Secretaría de Estado de Medio Ambiente y Recursos Naturales y el Instituto Nacional de Recursos Hidráulicos, contienen de manera acertada las medidas de adaptación y mitigación al cambio climático para esta cuenca.

Estas medidas están encaminadas a mejorar las condiciones de vida y el ambiente de las comunidades de la cuenca alta del río Haina con el establecimiento de parcelas forestales, agroforestales, conservando los suelos, reduciendo la sedimentación de las obras hidráulicas existentes para incrementar su vida útil y reducir la contaminación por desechos sólidos y líquidos, eliminar la agricultura de ladera y otras actividades, como lo es la de implementar un programa permanente de educación ambiental extensivo a toda la población.

Conclusiones

- Los escenarios climáticos, diseñados con los modelos ECH498 y PRECIS, predicen una disminución de la lluvia en los próximos decenios hasta el año 2030, tendencia que, a la luz de estos dos modelos, debe mantenerse en lo que resta de siglo.
- Teniendo en cuenta que el Instituto Nacional de Recursos Hidráulicos y la Oficina Nacional de Meteorología operan las redes de observación del ciclo hidrológico, se recomienda la elaboración de un estudio detallado de la influencia de la variabilidad y el cambio climático sobre las aguas naturales y reguladas
- La intrusión marina del agua subterránea constituye uno de los problemas más serios derivados del impacto del cambio climático. Las reservas de aguas subterráneas de la cuenca, estarían seriamente afectadas por su deterioro físico-químico y por la disminución del potencial hídrico, debido al déficit de lluvia.
- La estrategia ambiental delineada para implementar en la cuenca del río Haina es una respuesta de adaptación y mitigación adecuada.
- Cualquier plan de desarrollo hidráulico en la cuenca, y en el país, debería hacerse considerando los escenarios alternativos
- que los estudios de cambio climático aportan.

Sector Salud

Efectos del Cambio Climático sobre Malaria y Dengue.

A principios de la década de 1990, la población estaba poco sensibilizada ante los riesgos de los cambios climáticos globales para la salud, lo que reflejaba un desconocimiento general de la forma en que la alteración de los sistemas biofísicos y ecológicos puede afectar, a largo plazo, el bienestar y la salud de las poblaciones del Planeta Tierra.

Las amenazas para la salud, provocadas por eventos climáticos extremos en el Caribe, incluyen enfermedades causadas por insectos y roedores, tales como dengue, leptospirosis, malaria y fiebre amarilla; enfermedades por vectores acuáticos, incluyendo esquistosomiasis, cryptosporidium y el cólera.

A partir de la firma de la Convención Marco de Cambio Climático por 154 países, en 1992, el conocimiento, cada vez mayor del cambio climático, está transformando nuestra percepción de los límites de la salud humana y los factores que la determinan.

Situación de la malaria y el dengue en la República Dominicana

En años recientes, la malaria era una de las primeras causas de muerte y 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 25 de mayo de 1999, el SNEM es convertido en el Centro Nacional de Control de Enfermedades Tropicales (CENCET), y se le agregan las funciones de control del dengue, la filariasis, el parasitismo intestinal y otras enfermedades tropicales. Desde los años 1967 y 1968, cuando fueron eliminados los últimos casos por *Plasmodium malariae* y *Plasmodium vivax*, respectivamente.

En el caso del dengue en la República Dominicana, se habían reportado casos clínicos esporádicos de esta enfermedad; es durante el año 1998 cuando se inicia formalmente la vigilancia serológica y virológica, cuando durante las primeras 6 semanas epidemiológicas del año, de 152 niños con síndrome febril de etiología viral probable, 32 (22%) resultaron positivos a serología (IgM).

Durante ese mismo año, se formuló el plan de contingencia para el manejo de la emergencia del dengue y la fiebre del dengue hemorrágico en la República Dominicana, con el apoyo de la Agencia de los Estados Unidos para el Desarrollo Internacional y la Universidad de Carolina del Sur. Durante los últimos años, en el país se han reportado entre 2,500 y 3,000 casos, por año.

El *Aedes aegypti* es el vector más común y de mayor contacto con los humanos, debido a que prefiere vivir dentro de las viviendas, colonizando criaderos artificiales de diversos tipos.

Para la generación de los escenarios de las enfermedades, se usaron los modelos PRECIS con escenarios de emisiones A2, que permitió generar los incrementos a las variables primarias que integran los índices con que trabaja el Modelo MACVAH/AREEC. (Ortiz, 2006). Este modelo se usa para la variabilidad de la anomalía y cambio del clima en la salud humana, la valoración del riesgo epidémico y la estimación de los costes.

Para este estudio, se utilizaron los datos provenientes de los archivos del Centro Nacional de Control de Enfermedades Tropicales (CENCET), de la Secretaría de Estado de Salud Pública y Asistencia Social.

Los datos fueron tomados en dos plazos temporales, anuales y mensuales, correspondientes al período 1965-2005, y al período 1989-2005, respectivamente, para el caso de la malaria. En el caso del dengue se dispuso solo de la información para el período 1997-2005.

La estimación de los posibles impactos futuros del cambio del clima debe ser basado en una comprensión de la carga actual y recientes tendencias en la incidencia y predominio de enfermedades que son sensibles al clima, y las asociaciones entre el clima y la salud. Por eso, el paso inicial de este informe está dirigido a la identificación de las tendencias, asociaciones e identificación de las variaciones tendencias del clima que provocan situaciones favorables para la producción del dengue y la malaria en la República Dominicana, y serias las condiciones futuras, de persistir tales condiciones adversas o de presentarse un cambio en la variabilidad o tendencia de la condición de fondo climática.

En la caracterización del patrón epidemiológico de la malaria y el dengue, podemos observar en la figura siguiente, que el dengue se manifiesta con mayor intensidad, durante el periodo Septiembre- Noviembre, y la malaria, durante el de Enero-Marzo. Pero esto varía de una región a otra, ya que el país fue dividido en tres regiones, para destacar la incidencia y la sensibilidad de las enfermedades.

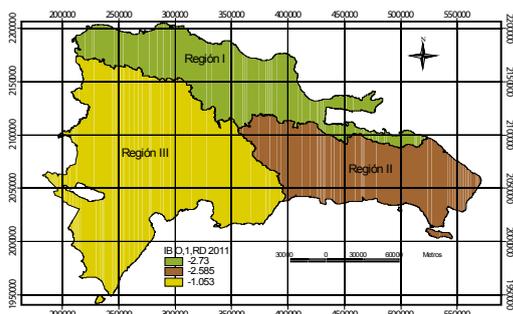


Figura b. Regiones climática de incidencias del dengue y malaria

La mayor incidencia de esta enfermedad coincide con las situaciones más cálidas y húmedas y de altos contrastes, además de ser buenos predictores para la simulación y evaluación de los impactos de la cantidad de casos de malaria, pues se conoce que los contrastes y variaciones del clima juegan un rol fundamental en la respuesta fisiológica de los individuos y, en especial, en las personas susceptibles a la enfermedad.

Resulta evidente el reforzamiento de las condiciones climáticas actuales, es decir, condiciones más cálidas, como consecuencia de una ligera reducción de los volúmenes de precipitación, lo cual trae como consecuencia que las regiones pasen de condiciones semisecas a secas, y en otras áreas, de seca a muy secas, y se observa claramente la intensificación del veranillo.

Los resultados observados en la figuras señalan que las condiciones climáticas proyectadas para el 2011, 2015 para cada una de las regiones, se observa que ya comienzan a manifestarse, durante el período 2000-2005, señales 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 están reflejando las variaciones en la circulación dominante del área (Anticiclón-Bermudas).

Impactos esperados del cambio climático para malaria y dengue

Para las tres regiones estudiadas se confirman las tendencias observadas en la primera evaluación, y evidencia, de manera clara, una respuesta, tanto para la malaria como para el dengue, a la variabilidad y al cambio del clima; en esta evaluación, se observa más claramente que la mayor vulnerabilidad se registra en las regiones I y III, para el caso de la malaria, donde se esperan riesgos de moderados a altos, y, en menor medida, la región II, donde se estiman riesgos de bajos a moderados.

Al valorar los resultados del comportamiento futuro para cada una de las regiones, a partir de los climas esperados, o se evidencia que para las tres regiones se espera una variación del riesgo espacial y de la tendencia, tanto para el dengue como para la malaria, sufriendo cambios en las tendencias y en sus patrones estacionarios.

Medidas de adaptación

En el informe de la primera evaluación, hecha durante el año 2000, se propusieron medidas de adaptación a los impactos del cambio climático, que se mantienen vigentes para esta segunda evaluación.

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 pudieren presentar.

En cuanto a medidas de carácter global, dirigidas a la estructura del sistema nacional de salud, se debe establecer una estrategia que facilite la implementación de las medidas de adaptación; en este sentido, el Centro Nacional de Control de Enfermedades Tropicales debe dar cumplimiento al Plan Estratégico Nacional de Control de la Malaria y Dengue.

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 del dengue.

Conducir estudios para determinar la vulnerabilidad en el sector de la salud en unidades espaciales más pequeñas donde se recomienda crear grupos de investigación que aporten conocimientos acerca de la vulnerabilidad del patrón epidemiológico de la malaria y el dengue frente a 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.

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.

Las medidas de adaptación para la malaria deben estar dirigidas a reducir la tasa de morbilidad y mortalidad por malaria; en 70% en el país, mediante la adopción de un plan que procure los siguientes resultados:

1. La disponibilidad de un sistema de vigilancia epidemiológica de la malaria, integrado y desconcentrado, que permita una oportuna toma de decisiones en todos sus niveles.
2. Contar con una red de laboratorios, integrada y desconcentrada, que permita un diagnóstico rápido y confiable para un tratamiento oportuno y eficaz, basado en los servicios de salud.
3. Contar con una red de vigilancia entomológica, integrada y desconcentrada, que permita un análisis de la información para un control vectorial eficaz y oportuno.
4. La implementación de una estrategia de educación para la salud y participación comunitaria efectiva donde se integran todos los sectores de la sociedad para optimizar las acciones de prevención y control de la malaria.

Las medidas y estrategias recomendadas tanto para la malaria como para el dengue, y en ambos casos, están dirigidas a reducir la mortalidad en la República Dominicana para 2015.

Las estrategias deben estar orientadas a promover las sanitarias individuales y colectivas que garanticen la disminución de los riesgos para enfermar y morir, por dengue; fortalecimiento de la vigilancia epidemiológica del dengue;

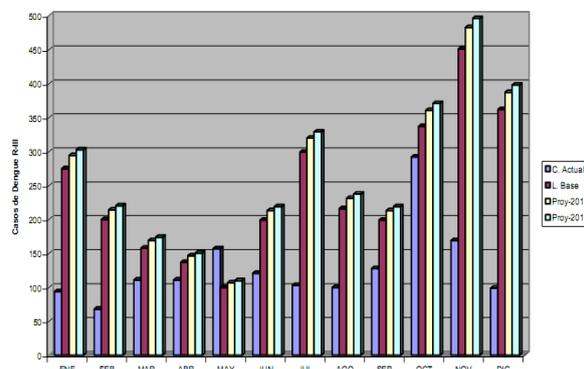


Figura c. Proyección del Dengue para la Región-III

fortalecimiento de la vigilancia entomológica de los vectores de la enfermedad, control selectivo de los vectores en situaciones vinculadas a casos hemorrágicos, brotes y muertes y garantía de atención integral y de calidad a los afectados de acuerdo con los niveles de la red de provisión de los servicios.

Sector Turismo

Efectos del Cambio Climático sobre la Zona Turística de Bávaro y Punta Cana.

La región este de la República Dominicana se ha convertido en uno de los destinos privilegiados en todo el Caribe, donde se encuentran representadas las mejores cadenas hoteleras del mundo, a través del Polo Turístico de Macao-Bávaro (Decreto 479 de 1986), conocido más comúnmente como Bávaro-Punta Cana. Al presente existen unos 37 hoteles con 21,853 habitaciones y las construcciones continúan. Los Ingresos fiscales al 2006 fueron de RD\$ 2363 millones, y anualmente nos visitan en esa zona un millón seiscientos mil turistas. El sector hotelero genera aproximadamente 55,494 empleos, de los cuales cerca de 19422 son directos, y 36996 indirectos.

Impactos esperados como consecuencia del cambio climático

Los impactos esperados como consecuencia del cambio climático por un incremento de la temperatura entre 0.3° y 0.7 °C y un incremento del nivel del mar entre 3.8 cm y 25.9 cm y disminución de las lluvias, e incremento de la frecuencia e intensidad de eventos extremos como tormentas tropicales y huracanes, para el año 2030, se reflejarán en los elementos claves del ambiente físico-natural, comprometiendo los recursos naturales, de los cuales depende el turismo, y desencadenando impactos sociales y económicos que afectarán a todos los sectores relacionados con el sector turístico.

Un incremento en la temperatura puede romper los patrones estacionales del flujo de turistas, incrementar la posibilidad de insolación, quemaduras o enfermedades de la piel por exposición al sol.

El buceo ecoturístico puede verse afectado por la pérdida de los arrecifes coralinos por blanqueamiento y otras enfermedades, la costa puede quedar desprotegida por pérdida de los arrecifes y puede haber un reducción en el aporte de material carbonatado por daños a los arrecifes lo que implicara una reducción o pérdidas de las playas arenosas.

También los eventos extremos van a provocar pérdida de infraestructuras turísticas y a las playas.

Debido al aumento del nivel del mar, las costas baja quedarán sumergidas. Esta cobertura puede tener diferentes implicaciones según el tipo de costa que se trate y los ecosistemas que se desarrollen.

El paisaje costero se modificará por un incremento en la erosión, afloramiento de rocas y pérdida de vegetación natural y pérdida de la playa arenosa, reduciéndose la capacidad de carga de la playa (m disponibles /turista).

El incremento del nivel del mar previsto provocará inundación del manglar de cuenca con repercusiones en la zonación del bosque, en la cual juega un importante papel la relación con el agua y la biota del suelo del manglar. También pueden verse afectadas las infraestructuras turísticas más cercanas al borde costero.

Cambios en el patrón de precipitaciones en este caso los volúmenes de agua potable en las cuencas pueden reducirse por la sequía, creando problemas de abasto a la población turística y la intrusión salina, por la combinación del ascenso del mar/reducción de precipitaciones, puede implicar la pérdida de calidad de las reservas de agua potable.

Los impactos del orden socioeconómico se traducirán en pérdidas de capital corresponden al inversionista, reducción

de los niveles de empleo directos e indirectos y las pérdidas económicas podrían extenderse a otros sectores económicos suministradores de productos y servicios al turismo como el sector agrícola, pesquero, el de construcción y los suplidores de productos químicos de limpieza.

Medidas de adaptación

Dentro de las medidas de adaptación que se han de aplicar, se pueden señalar la rehabilitación del manglar de cuenca, el monitoreo de los niveles actuales de erosión de playas ya sea por causas naturales o antropogénicas, protección de los arrecifes coralinos, y la protección de la biota marina.

El turismo es uno de los pilares de la economía de la región este de la República Dominicana, y ha contribuido a la generación de divisas, de empleos y de infraestructura, a la descentralización geográfica, al aumento de la producción agrícola, y a la internacionalización del país.

Conservar y ampliar estos alcances dependerá de nuestro entendimiento de los impactos asociados al cambio climático, nuestra capacidad futura de adaptarnos; pero más aún, de nuestra capacidad actual de mantener la integridad ecológica y funcional de los ecosistemas que sustentan este turismo.

Sector Biodiversidad

Efectos del Cambio Climático sobre la Diversidad biológica del país.

Este estudio que se ha realizado a la biodiversidad de la República Dominicana ha sido basado en: a) información secundaria disponible, en evaluar los impactos, la vulnerabilidad y las posibilidades de adaptación al cambio climático de los distintos elementos de la biodiversidad, existentes en el país; y b) definir programa de capacitación hacia la vulnerabilidad y adaptación de la biodiversidad al cambio climático en la República Dominicana.

Aquí se hace énfasis en los principales ecosistemas y especies que podrían ser afectados por el cambio climático, según los escenarios planteados. Con miras a la identificación de posibles medidas de adaptación de la biodiversidad, se evalúa también la composición y estructuración del Sistema Nacional de Áreas Protegidas, frente a los posibles efectos del cambio climático. Como parte de la adaptación, el estudio identifica posibles medidas y políticas que tiendan a reducir la vulnerabilidad de la biodiversidad al cambio climático.

Como medidas y políticas consideradas pertinentes para reducir la vulnerabilidad de la biodiversidad al cambio climático en la República Dominicana, se consideran las siguientes:

- Formalizar y poner en práctica una estrategia de sensibilización pública y difusión, a nivel nacional, sobre los posibles efectos del proyectado cambio climático en los distintos sectores que podrían ser afectados, incluyendo la biodiversidad y sus componentes;
- Formalizar y poner en práctica una estrategia de educación, acceso y transferencia de información, a nivel nacional, sobre los posibles efectos del proyectado cambio climático en los distintos sectores que pueden ser afectados, incluyendo la biodiversidad y sus componentes;
- Llevar a cabo una adecuada estimación o evaluación económica de los bienes y servicios de los principales ecosistemas que podrían ser afectados por el proyectado cambio climático, con énfasis en los ecosistemas costeros-marinos;
- Llevar a cabo estudios básicos de biología y comportamiento de especies de mayor vulnerabilidad al proyectado cambio climático, incluyendo estudios de poblaciones y especies invasora

- Establecer una red de vigilancia y evaluación del impacto del cambio climático en los sitios de anidamiento de las tortugas marinas, por lo menos, en las principales playas de anidamiento del país;
- Continuar con el programa de incubación de huevos y posterior liberación de tortugas marinas;
- En el marco del actual proceso de revisión y adecuación de la Ley Sectorial de Áreas Protegidas, reestructurar la red de espacios naturales protegidos para que, en la medida de lo posible, permita la conectividad de hábitats, especies, comunidades y procesos ecológicos (enlace de paisaje) y la continuidad de gradientes altitudinales, y la ampliación y/o el establecimiento de nuevas áreas destinadas a reducir la vulnerabilidad ante los impactos del cambio climático en la biodiversidad;
- Aminorar y/o eliminar las amenazas y barreras que imposibilitan un manejo efectivo del Sistema Nacional de Áreas Protegidas, como forma de protección de una mayor cantidad de grupos genéticos, de los cuales podrían surgir, con el tiempo, nuevos genotipos capaces de adaptarse al proyectado cambio climático;
- Llevar a cabo una adecuada estimación o evaluación económica de los bienes y servicios de los principales ecosistemas que vayan a ser afectados por el proyectado cambio climático, con énfasis en los ecosistemas costeros-marinos;
- Identificar, adoptar o desarrollar un apropiado sistema de indicadores biológicos de los impactos del cambio climático, con definición de medidas y un sistema de vigilancia y alerta temprana.

Dentro de las medidas de adaptación para reducir la vulnerabilidad de la Biodiversidad ante el proyectado cambio climático, figuran dos aspectos vinculados con la capacitación: a) educación; y b) sensibilización pública. Para abordar ambos aspectos se considera necesario la estructuración de un programa de capacitación integrado por un componente de educación y un componente de sensibilización pública.

Sector Agrícola

Evaluación del impacto de los cambios climáticos sobre la agricultura.

La existencia de un cambio climático en progreso ha ido confirmándose, a través de numerosos estudios realizados en todas partes del mundo y recopilados en sucesivas evaluaciones mundiales del Panel Intergubernamental para el Cambio Climático (IPCC, 1996). Al mismo tiempo, han ido desarrollándose nuevas tecnologías y modelos capaces de crear escenarios plausibles del clima futuro, durante el presente siglo, en cualquier región del mundo, y como modelos capaces de estimar el impacto que el cambio climático tendrá sobre los rendimientos y producciones agrícolas en nuestros países, especialmente en la zona tropical donde se espera que este impacto sea más fuerte y se produzca sobre países y regiones del Planeta donde, por lo general, se encuentra el llamado mundo en desarrollo.

Rendimientos potenciales son aquellos que pueden obtenerse para cultivo libre de plagas y enfermedades con todas sus necesidades de agua y nutrientes satisfechas, estando solo limitados por la genética del cultivo, la radiación solar global disponible y las temperaturas del medio ambiente. Aquí también entran en juego los rendimientos reales que están fuertemente condicionados por el nivel de insumos de la tecnología y el manejo agrícola aplicado en la práctica.

La obtención en el campo de un rendimiento real del mismo orden de cualquiera de estos rendimientos potenciales es un caso de excepción que solo ocurre en las estaciones de experimentación agrícola, bien dotadas de tecnología y personal altamente calificado, o en condiciones de laboratorio. La eficiencia tecnológica está dada por la relación entre rendimiento real y rendimiento potencial.

Evaluación de impactos, por cultivos

En los análisis de simulación correspondiente a diferentes niveles de insumo, se pudo notar que con niveles de insumo bajo, el rendimiento potencial tiene muy poca variación estacional y, por lo tanto, se puede sembrar frijol en cualquier mes del año, si se cumplen las condiciones requeridas de todas las necesidades de agua y nutrientes satisfechas con un cultivo libre de plagas y enfermedades. Los rendimientos no están limitados por temperaturas y radiación solar.

Los rendimientos de secano poseen una estacionalidad elevada con dos períodos de siembra muy favorables en Abril – Junio y en Agosto – Noviembre.

Las eficiencias tecnológicas de producción relativas a los rendimientos potenciales son muy estables, y oscilan alrededor del 45 – 50 %. Las eficiencias tecnológicas con relación a los rendimientos de secano son superiores a la unidad en todos los meses de siembra. Esto es irracional y lleva a la conclusión de que estos rendimientos reales no son obtenidos en condiciones de secano ni con bajos insumos.

El análisis de las simulaciones correspondientes a altos insumos indica que el rendimiento potencial tiene muy poca variación estacional y, por lo tanto, se puede sembrar frijol en cualquier mes del año, si se cumplen las condiciones requeridas de todas las necesidades de agua y nutrientes satisfechas con un cultivo libre de plagas y enfermedades. Los rendimientos no están limitados por temperaturas y radiación solar.

Los rendimientos potenciales de altos insumos son prácticamente el doble que los obtenibles con bajos insumos, y las épocas más favorables para la siembra no poseen una diferencia considerable a causa del nivel de insumo.

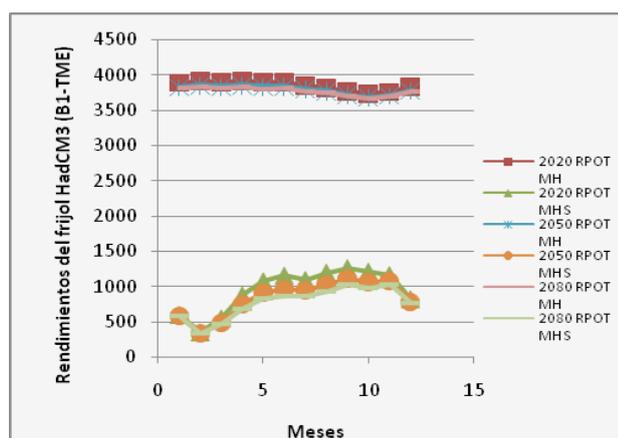


Figura d. Rendimientos potenciales y de secano del frijol común para el 2020, 2050 y 2080, según el modelo de clima global HadCM3 y el escenario de emisión A1-ASF.

Las eficiencias tecnológicas de producción relativas a los rendimientos potenciales son muy estables, pero muy bajas, pues oscilan ahora alrededor del 20–25 %; las eficiencias tecnológicas con relación a los rendimientos de secano son ahora superiores a la unidad solo en el trimestre Enero – Marzo; mientras que se estabilizan alrededor del 50% desde mayo hasta noviembre. Esta, por lo tanto, debe ser entendida como la temporada de siembra del frijol en condiciones de secano para la República Dominicana.

Al analizar los climas futuros, bajo el HadCM3 y el ECHAM4 con el Escenario A1 – ASF, los rendimientos potenciales del frijol pueden llegar a ser más elevados, para el 2020, que en el clima de referencia, debido a que el cultivo puede beneficiarse de un incremento ligero de las temperaturas.

Sin embargo, al avanzar el presente siglo, las temperaturas seguirán subiendo y la curva de respuesta fotosintética entrará en su rama descendente. Por esta causa, tales rendimientos decrecerán, a partir de cierto momento hasta finales de siglo (Fig. 3.5). Para el caso del modelo de clima global ECHAM4, pasa algo similar en el futuro cercano; pero luego ocurre un decrecimiento aún más notable de los rendimientos potenciales. En ambos casos este decrecimiento de los rendimientos es más notable en el período Agosto – Noviembre aunque en el ECHAM4 este proceso es visible ya desde Marzo – Abril.

Los rendimientos de secano del frijol, según el HadCM3, en este escenario reflejan más fuertemente los impactos del cambio climático hacia un clima más árido, especialmente en el período lluvioso en las épocas principales de siembra.

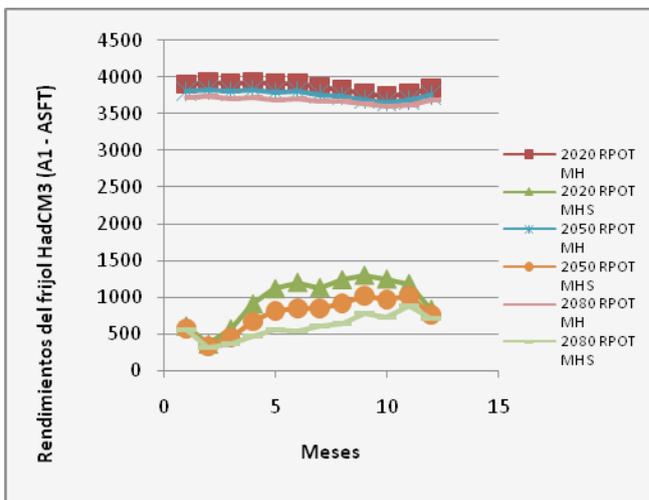


Figura e. Rendimientos potenciales y de secano del frijol común para el 2020, 2050 y 2080, según el modelo de clima global HadCM3 y el escenario de emisión BI-TME.

régimen de precipitaciones, debido a que el clima interacciona con las plantas, no solo a través de interacciones directas entre una variable climática y alguno que otro proceso fisiológico, sino de forma compleja entre un conjunto de variables que describen un proceso climático como la aridez, las sequías y las inundaciones con el medio ambiente general en que se desarrolla el cultivo.

En cuanto a los impactos del cambio climático en los cultivos básicos, se obtuvieron los escenarios de rendimientos potenciales, rendimientos limitados por agua, y rendimientos limitados por nutrientes.

La mayor parte de los análisis que se presentan toma a San Juan de la Maguana como ejemplo, por tratarse de una de las regiones agrícolas del país de mayor importancia en la actualidad y resultar más conveniente el concentrar la aplicación de diversas metodologías de evaluación de impactos en una localidad determinada.

En cuanto a los rendimientos potenciales, a pesar de la gran diversidad topográfica de la República Dominicana, que implica un cambio importante en el impacto del cambio climático sobre los cultivos, debido a las diferencias de temperaturas que implican, los efectos negativos sobre el rendimiento potencial de la productividad agrícola se manifiestan en todas las localidades consideradas (Fig g.) tomando como ejemplo el cultivo de batata.

El proceso de decrecimiento continúa a lo largo del presente siglo. Obsérvese que noviembre es el mes menos afectado de la temporada de siembra y va progresivamente convirtiéndose en el mes de siembra con mayores rendimientos. Para el caso del ECHAM4, la situación es bien interesante, pues en este modelo los rendimientos de secano son muy afectados hacia la mitad de la estación lluviosa en Julio – Agosto, avanzando las circunstancias hasta darse el caso que, hacia la segunda mitad del siglo, la temporada de mejores fechas de siembra estará claramente dividida en dos con una primera estación alrededor del mes de mayo, y otra alrededor del mes de noviembre.

La aridez tiene influencia sobre la productividad primaria neta porque el cambio climático descrito por cualquier escenario futuro va mucho más allá de simples cambios en las temperaturas y en el

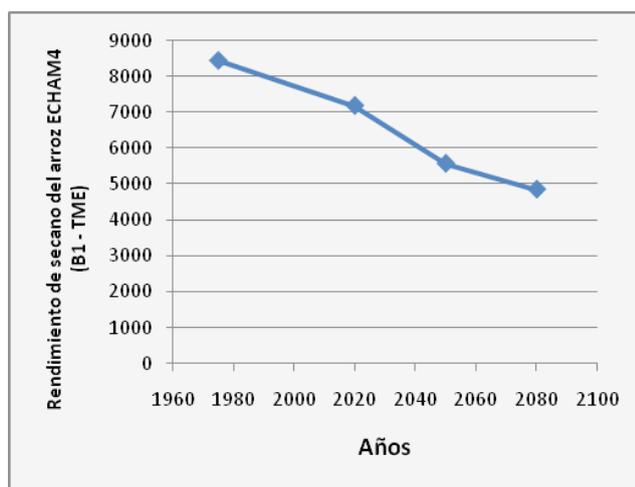


Figura f. San Juan de la Maguana. Rendimientos de secano del arroz sembrado en mayo con el clima del ECHAM4 en el escenario de emisión BI – TME

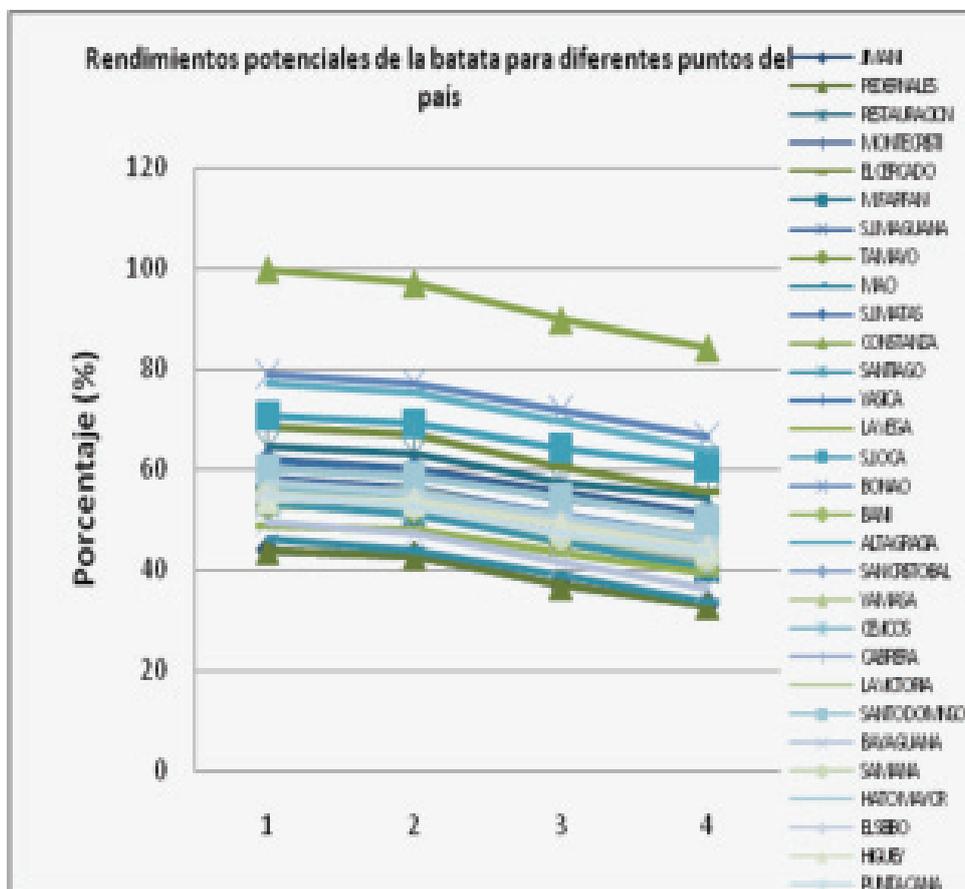


Figura g. Rendimiento potencial de la batata sembrada alrededor del mes de mayo, en todas las localidades simuladas, expresada como porcentaje del rendimiento potencial máximo (entre las localidades) del clima de referencia, para el escenario GHG A IASF y modelo CGM HadCM3.

Los rendimientos limitados por agua sufrirán un impacto mayor que los potenciales y, generalmente, muy notables. El rendimiento de secano se ve afectado por las mismas causas climáticas que el potencial; en este caso, el aumento de temperatura y el acortamiento del ciclo de cultivo, por la escasez de agua.

En la mayoría de los cultivos considerados, los rendimientos de secano, según el escenario SRES A I-ASF, caerán a la mitad de su valor actual entre el 2020 y el 2050; mientras que hacia el 2080 la productividad será mucho menor, y llegará a desaparecer para algunos cultivos en San Juan de la Maguana.

La agricultura de secano sufriría mucho menos, si el clima del país evolucionara como lo determinan el SRES BI-TMe-sage y el ECHAM4 (Fig. 16), que constituyen el escenario de cambio climático más moderado para este estudio.

Al analizar las medidas y políticas de adaptación a los impactos negativos del cambio climático en el sector agricultura en la República Dominicana, las medidas de adaptación propuestas están enfocadas en los siguientes aspectos:

- Las ciencias del clima en la producción agrícola;
- Regionalización de cultivos;
- Introducción de variedades resistentes a condiciones climáticas desfavorables;
- Perfeccionamiento de la tecnología y disciplina tecnológica de la producción agrícola;
- Redistribución de las áreas de siembra entre diferentes cultivos;
- Nuevas técnicas de producción agrícola
- Formación de nuevos hábitos alimentarios;
- La adaptación a nuevas condiciones, en lo relativo a la lucha integrada contra las plagas y enfermedades de los cultivos agrícolas.

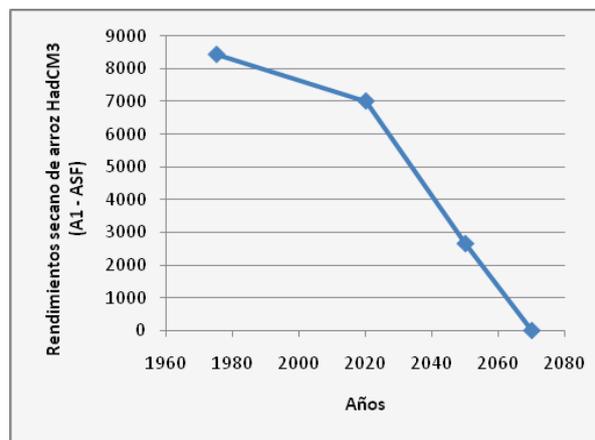


Figura e. Rendimientos potenciales y de secano del frijol común para el 2020, 2050 y 2080, según el modelo de clima global HadCM3 y el escenario de emisión BI-TME.

La tarea de adaptación al impacto de los cambios climáticos es de una extrema complejidad, e involucra todos los factores políticos, económicos y sociales, tanto en el plano interno como en el ámbito mundial. Así ha sido reconocido por todas las agencias internacionales del sistema de Naciones Unidas y por los gobiernos representados en ella. Para nuestro caso, debemos tomar en consideración las siguientes recomendaciones finales.

Realizar las acciones necesarias desde la Dirección Central del Estado, para lograr que los problemas del cambio climático y la adaptación a estos sean incluidos en todos los proyectos y proyecciones de desarrollo futuro que se lleven a cabo en el país.

Las autoridades involucradas deben llevar al convencimiento de todos los órganos de planificación y dirección social que resulta ya inadmisibles y erróneas el planificar y tomar decisiones sobre la base de que el clima, en el futuro, va a permanecer estable y cerca de los valores tradicionales.

Fomentar la formación de capacidades en la Oficina Nacional de Meteorología, tanto en lo referente al equipamiento tecnológico como en la formación posgraduada de los profesionales. Solo así podrá esta institución, en el futuro jugar el importantísimo papel que el cambio climático exigirá de ella para apoyar efectivamente la producción de alimentos en República Dominicana.

Sector Forestal

Cambio de uso de suelo y cobertura forestal en el Parque Nacional de Los Haitises 1988 – 2006

En el presente documento se ilustran los resultados del estudio sobre “Cambio de uso del suelo y cobertura forestal en el Parque Nacional Los Haitises”, realizado en el marco del Proyecto No. 00047173 “Cambio Climático – 2^{da} Comunicación Nacional”. El mismo tuvo como objetivo proporcionar una línea-base sobre el cambio de uso de suelo y cobertura forestal, ocurridos en un período cerca de 20 años (1988-2006) en el territorio del Parque Nacional Los Haitises, nordeste de República Dominicana, el cual se caracteriza por grandes problemas de conflictos en el uso de la tierra.

El trabajo fue llevado a cabo a través del análisis de imágenes satelitales LANDSATETM+, de diciembre 1988 y marzo 2006, respectivamente, soportada por chequeos de campo en el territorio del Parque y su entorno y utilizando cuatro categorías de cobertura del suelo: manglar, bosque, cultivo y matorral.

El análisis ha revelado que en el período considerado:

- Hubo una recuperación considerable del bosque, que ha visto la superficie cubierta incrementada alrededor de 184 km², concentrados, sobre todo, en el área Este-Nordeste del Parque;
- La superficie cubierta con manglar experimentó una reducción, por lo menos, en la zona del Bajo Yuna, donde, luego de aprobarse la Ley 202-04, hubo una reducción de la superficie de área protegida;
- Hubo la reducción de la superficie cubierta por matorral, dependiendo, en gran mayoría, de su transformación en una vegetación de estadio evolutivo más avanzado y sólo, en mínima parte, de su regresión a terrenos agrícolas;
- La superficie agrícola se encuentra estable o en ligero aumento, sobre todo, en la región oeste del Parque, lo cual hace suponer una migración de la agricultura hacia estas zonas.
- Finalmente, se evidenció un incremento de la cantidad de sedimentos visibles en las aguas de la Bahía de Samaná, lo cual da a entender un aumento de la erosión en la cuenca del río Yuna, con consecuencias en términos tanto de degradación de la tierra en la cuenca como de reducción de la calidad de los ambientes marinos receptores.

Los chequeos de campo permitieron evidenciar la persistencia de situaciones, como la falta de recursos humanos y económicos para la gestión del Parque y el escaso conocimiento sobre sus límites, los cuales no favorecen el buen desarrollo del área protegida y la solución de los conflictos sobre su uso.

Tomando en cuenta la mayor vulnerabilidad del área oeste del Parque y las presiones, reales y potenciales, que se prevén sobre el área protegida, se necesita empujar una planificación más integrada y participativa.

Caracterización geográfica, física de vegetación

El Parque Nacional Los Haitises, ubicado en el noreste de la República Dominicana, cubre un área alrededor de 631 km², delimitada por las coordenadas UTM 2115320 396225 y 2085720 459800, según lo establecido por la Ley Sectorial de Áreas Protegidas No. 202-2004, que fija sus límites definitivos (Figura siguiente). De acuerdo con la misma Ley, es uno de los 17 parques nacionales del Sistema Nacional de Áreas Protegidas.

Los chequeos de campo fueron realizados entre los límites del Parque y en los alrededores más cercanos, con el objetivo de ubicar áreas con diferentes usos de suelo y presiones antrópicas. En especial, se quiso caracterizar algunas de las áreas incluidas en la antigua zona de amortiguamiento, según la Ley 64-00.

Existen limitantes de vigilancia y manejo del Parque Los Haitises, dentro de las cuales podemos citar: a) La insuficiencia del número de guardaparques, los cuales en su mayoría tienen una edad avanzada (más de 55 años) que dificulta el trabajo de vigilancia y monitoreo del área protegida; b) La falta de recursos económicos para la operación; c) los bajos salarios que reciben los guardaparques.

La categoría más amplia es la de matorral, que incluye una gama muy amplia de estadios de desarrollo de la vegetación: en ella se encuentran las tierras dejadas a barbecho entre una cosecha y la otra, y vegetación en estados evolutivos más avanzados en el proceso de recuperación del bosque, a través de la sucesión secundaria. En el cuadro siguiente, se presenta el cambio de uso y cobertura de suelo observado para las cuatro categorías utilizadas en la clasificación.

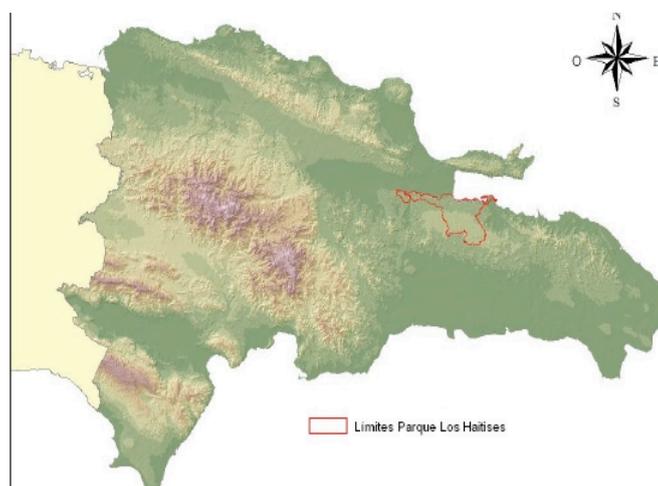


Figura i. Límites del área del Parque Nacional de Los Haitises (Ley 202-04).G

Cuadro d - Uso y cobertura de suelo en 1988 y 2006 y variaciones relativas.

Categoría	1988			2006		% de variación (B)	Diferencia entre 2006 y 1988 (km ²)
	km ²	km ² corregidos (A)	%	km ²	%		
Manglar	15	16	3%	8	1%		-8
Cultivo	114	115	22%	120	21%		
Bosque	77	78	15%	262	46%	235%	184
Matorral	309	310	60%	177	31%	-43%	-133

Notas

- (A) La corrección fue aportada para compensar el mayor número de datos faltantes en 1988. El número de kilómetros de cada categoría de uso de suelo fue corregido suponiendo que el porcentaje de cobertura de las clases analizadas en las zonas con datos faltantes sea el mismo encontrado en las áreas sin nubes. El factor de proporcionalidad usado, para que los datos de 1988 fueran comparables con los de 2006, a la extensión total analizada en 2006 fue obtenido dividiendo la extensión total analizable en 2006 (579 km²) por aquella de 1988 (515 km²).
- (B) El porcentaje de variación relativa de cada categoría está calculado como diferencia porcentual entre la superficie cubierta en 2006 y 1988 reportada a la superficie cubierta en 1988: $(S_{2006} - S_{1988}) / S_{1988}$.

El análisis tanto de los mapas como del Cuadro d, evidencia que en los dieciocho años del período investigado hubo una recuperación del bosque, que ahora representa la cobertura principal en el área este-nordeste y, en gran parte, de la porción central del Parque.

La superficie cubierta por los manglares se ha reducido, aunque el porcentaje de reducción deba ser considerado inferior al 50% que aparece en el cuadro de arriba, debido a que la imagen satelital de 2006 presenta datos faltantes propios en la zona nordeste que, en realidad, está ocupada por vegetación de este tipo.

De todos modos, una parte de la reducción identificada puede considerarse efectiva, no tanto en la zona nordeste, sino en el área del Bajo Yuna incluida en los límites del Parque. El fenómeno puede atribuirse, en parte, a la aumentada presión antrópica en dicha área, luego de la reducción de la superficie del área protegida, decretada por la Ley 202-04, actualmente en vigor.

Durante el período 1988-2006, hubo contemporáneamente una disminución de la superficie, cubierta por matorral, que ha pasado de 310 a 177 km², y un incremento, aunque muy constreñido, de la superficie agrícola.

Estudio de mitigación de gases de efecto invernadero, originados por la quema de combustibles.

El presente informe constituye el resultado del análisis y síntesis de los antecedentes existentes en República Dominicana vinculados, directa o indirectamente, a los aspectos relacionados con las acciones de mitigación frente al cambio climático.

En cuanto a la estructura de consumo de energía y las principales cadenas productivas, es de destacar que el sector transporte domina el sistema con más del 47% del consumo final, que satisface exclusivamente con fuentes fósiles. Dentro de este sector, las fuentes dominantes son gasolina y diesel, y son los autos particulares y el transporte de carga los de mayor consumo.

El sector residencial (urbano y rural) implica alrededor del 25% del total del consumo, con una estructura muy diferente en zonas urbanas y rurales. En el primer caso, predominan las fuentes fósiles, de forma directa e indirecta (generación de electricidad); mientras que, en el segundo, prevalecen las renovables, como el uso de leña para la cocción de los alimentos. Si bien la industria presenta una estructura equilibrada entre fósiles, renovables y electricidad, las fuentes que predominan en la generación de esta última implican una preponderancia de las fuentes fósiles.

En total, directa o indirectamente, las fuentes fósiles superan el 80% del consumo final, y el consumo total de energía en República Dominicana se triplicó en 30 años. Se trata de un sistema energético que depende, mayoritariamente, de energía importada la dependencia de fuentes importadas de energía se ha acentuado en los años recientes.

El GLP es denominado el combustible de los pobres en muchos países de la región. Su papel, en el sector transporte de República Dominicana, como sustituto de la gasolina, requiere un análisis cuidadoso y una decisión de política al mantenimiento o no de esta situación muy particular.

En lo referido a la responsabilidad del sector energético en las emisiones de GEI, la información disponible sobre la década del noventa implica que el crecimiento sostenible de las emisiones brutas totales que se duplicaron en 10 años, con la sostenida participación de las emisiones del sector energía en valores cercanos al 70% de las emisiones en CO₂ equivalente, con una tendencia levemente creciente.

Si bien no se dispone de inventario de emisiones, considerando los datos de balance energético de 2005, se estima que la importancia de la industria energética y transporte ha crecido en cuanto a su responsabilidad. La tendencia 2000/2005 revela una participación creciente de los combustibles fósiles en la matriz energética; la participación en la oferta total evolucionó del 62% en 1990 al 83% en 2005.

El análisis sobre las oportunidades de mitigación, su potencial aprovechamiento y los costos asociados, brinda una rica información, a partir de los estudios emprendidos recientemente, las estimaciones generadas y los efectos evaluados, permiten concluir que hay una base de información que justifica ampliamente el llevar adelante acciones, y no admite demoras en la toma de decisiones en esa dirección.

En un abordaje amplio al concepto de uso racional de energía, las oportunidades de mayor eficiencia en el consumo, la sustitución de fuentes importadas por recursos nacionales, el aprovechamiento de tecnologías ampliamente conocidas y la penetración de fuentes renovables de energía constituyen acciones complementarias entre sí de beneficios netos evidentes tanto a nivel nacional como ambiental global.

Finalmente, la breve investigación de antecedentes que nutrió este estudio permite desplegar las siguientes observaciones:

- República Dominicana ha sido un país activo en todos los aspectos vinculados al Cambio Climático.
- Es capaz de mostrar una dinámica en la búsqueda de soluciones a su sistema energético que tienen el potencial de contribuir positivamente a la mitigación de GEI.
- Ha generado marcos legales de promoción a las renovables; ha constituido las áreas y autoridades para facilitar el desarrollo de proyectos de MDL; y ha implementado importantes estudios para identificar las oportunidades de uso racional de la energía y penetración de nuevas fuentes.
- Dispone de estudios muy valiosos que constituyen una acción habilitante y orientadora para el diseño y la implementación de políticas y estrategias que contribuyan al desarrollo sustentable de su sistema energético a la vez que aportan a las problemáticas ambientales globales.
- El país requiere seguir recibiendo apoyo económico y técnico para profundizar su conocimiento sobre temas prioritarios, y fundamentar, con mayor precisión, las estrategias que lo conduzca hacia un escenario deseable, a nivel nacional y global.

EXECUTIVE SUMMARY

Introduction

The first National Communication of the Dominican Republic occurred at the United Nations Framework Convention on Climate Change (UNFCCC) in 2003, five years after the country had ratified it and nine years after having entered into effect. The national inventory for greenhouse gases effect was introduced in these documents for the base year 1990 and 1994, and the first vulnerability and Adaptation studies on climate change were prepared in the areas of health, maritime and coastal, hydraulic, Agriculture and forestry, and an analysis of technological needs to reduce greenhouse emissions in the national industrial sector. It was also updated in IGEI for the years 1998 and 2000.

In this second nationwide communication we are introducing the mitigation and adaptation to climate change studies. These were based on a consultation with the primary players in the public and private sectors and institutions.

In the studies conducted we can highlight that of the tourist coastal area of Bávaro and Punta Cana, the Rio Haina basin, which contributes 25% of the water to the city of Santo Domingo; the spread of malaria and dengue in Santo Domingo and other towns in the country; biodiversity, agriculture and foodstuff safety; use of the soil usage; changes in the use of the soil at the Los Haitises National Park. In addition, guidelines were drawn for a national strategy for climate change and a nationwide action plan for adaptation to climate change; and a mitigation study in the country's energy sector.

Preparation of both the first as well as the second nationwide communication were possible thanks to the financial support of the Global Environment Fund ((GEF), with the technical-administrative support of the United Nations Development Program (UNDP). The Secretariat for the Environment and Natural Resources, through the Undersecretariat for Environmental Management, was the institution responsible for successfully preparing this second nationwide communication. In its website, the Secretariat provides a link containing all the studies and documents on the subject of climate change.

Regarding Article 6 of the UNFCCC, a series of conferences and workshops were given, together with educational material that included triptychs, and educational material on climate change, contributed by the Convention and the Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC). Meetings were also held with deans of the country's universities in order to provide them with information on climate change for their respective libraries and websites.

We hope that, through the RAF of the GEF, the necessary financial resources may be obtained for the preparation of the third nationwide communication.

Local Factors

The Dominican Republic, being a small island-nation, contributes minimally to global warming; nonetheless, it strictly abides by the mandates of the UNFCCC, in spite its vulnerability towards the climate change effects due to the fact that the country is in the trajectory of the tropical storms and hurricanes that occur each year during the period June-September. We are also subject to variable weather conditions when atmospheric phenomena occur on our coasts causing intense rains, as was the case with tropical storms Noel and Olga at the end of November and beginning of December 2007, which caused loss of lives and damages to agriculture and infrastructures.

The country signed the United Nations Framework Convention on Climate Change (UNFCCC) at the 1992 Rio Summit. On October 7, 1998, the government of the Dominican Republic ratified the Convention-Framework of the United Nations on Climate Change and undertook the preparation of its national communications in accordance with

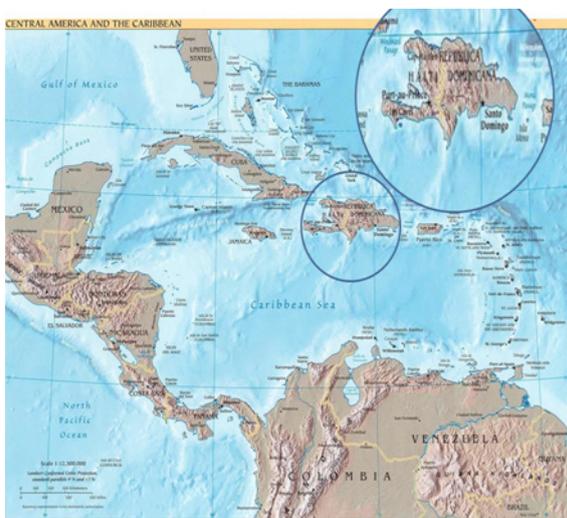


Figure 1. Map of Dominican Republic.

Article 12, with the support of the Global Environment Fund (GEF) both in the first and second communications nationwide. Both projects of the PCN and SCN provide assistance to the government of the Dominican Republic to ensure compliance with the information requisites.

The Dominican Republic supports the principle of collective accountability, albeit different that established by the UNFCCC; for this reason, as a developing country, it has been conducting a series of studies that include inventories of greenhouse gas effects (IGGE) and studies on vulnerability and adaptation to climate change up to a nationwide action plan for adaptation to climate change, with the objective of improving the information that the different sectors have on the subject of climate change.

The Dominican government has responsibly assumed the commitments before the Convention and has worked to create the national capability through workshops and seminars in compliance of Article 6, regarding public education and awareness, but in spite of this we need the support of technical and financial resources in order to achieve a nationwide capability that is truly strong, able to address all studies and investigations on the subject.

The Dominican Republic is part of the Greater Antilles in the Caribbean Archipelago, and is located in the subtropical region, in the northern edge of the tropical zone; its boundaries are the following geographical coordinates: latitude 17 degrees 36' – 19 degrees 58' North, and longitude 68 degrees 19' – 72 degrees 01 West, occupying the Eastern two thirds of the island of Hispaniola (74%). Its boundaries are: to the North, the Atlantic Ocean; to the South, the Caribbean Sea; to the East, the Canal de la Mona (Puerto Rico), the shortest distance of which is about 102 kilometers, between Cabo Engaño, in the Dominican Republic, towards Punta Jigüero in Puerto Rico; and Haiti to the West.

Its insularity and relatively small surface allows for a strong maritime influence to control general climate systems, making it very vulnerable because it is in the subtropical region of hurricanes. The border with Haiti, aside from being a conventional border, is a natural one, 390 kilometers in length. This natural border is demarcated by 313 mountains in the shape of pyramids; due to this orientation of our slopes, we are compelled to share mountains and valleys with Haiti.

The territorial expanse is slightly less than 50,000 sq. kilometers and because of its surface it is the second largest country in the Caribbean, within an island that has a total expanse of 77,914 sq. kilometers, sharing it with Haiti and occupying the eastern two-thirds of the island of Hispaniola.

Maximum dimensions are: 390 kilometers to the West (Cabo Engaño to Las Lajas), and 265 kilometers North to South (Cabo Isabela to Cabo Beata), which, with 1,576 kilometers of coastline completes the area, longitude and width of the territory; and together with Cuba, Jamaica and Puerto Rico, from Florida to Trinidad and Tobago, form the Great Arch of the West Indies.

The main secondary islands (adjacent) to the Dominican Republic are on the Caribbean Sea, while the keys are concentrated on the Atlantic Ocean. These islands are: Isla Alto Velo, Isla Beata, Isla Catalina, Isla Saona. And the keys are: Cayos e Islotes, Los Frailes islet, La Matica and La Piedra (Los Pinos).

Due to its latitudinal location (latitude 19 degrees North), the Dominican Republic has the characteristics of a tropical climate; influenced by various geographical factors, such as: trade winds from the North, Northwest and

Northeast, and the winds from the Caribbean Sea; in the East, South and Southeast parts of the country, equatorial currents from the North and South, due to their high temperatures and humidity, the temperature of the seas that surround it, the large contrasts in the land slopes and the migratory phenomena that affect it during the year.

Also, its relative closeness to North America places it within reach of the cold masses of air that descend in winter on the central parts of the United States which, when reaching the country determine the occurrence of low temperatures and rain, a phenomenon known as “Northerly”.

This influence of the trade winds course, the complex mountain system, the steep climate variations combine to produce great variations or microclimates, from dry-steppe to warm-humid, the most common being humid-tropical from the grasslands; humid-tropical from the forests; and warm-humid. Also, by latitude and the prevalent pressure systems, influenced by the mid Atlantic system which contains high pressure, makes the climate similar to that of the other Greater Antilles (Cuba, Jamaica, and Puerto Rico).

Average temperature during the year is 25.5 degrees Centigrade; but the large variations of the mountain system mark the differences, to between 28 degrees Centigrade and 26 degrees Centigrade in the lowest areas, and up to 22 degrees to 18 degrees Centigrade in the higher locations of the country.

Within the distribution of rainfall there are, normally, three rainy seasons: frontal season (November-April), “convective season” (May-July) and hurricane season (August-October); spatial distribution, within the regimen of rains, is very complex depending on the orography (relief). The average annual rainfall for the entire country is 1,500 mm, with variations that go from 350 mm in the Hoya de Enriquillo up to 2,743 mm a year in the eastern mountain range.

The Dominican territory has approximately 108 hydrographic basins, which are used for irrigation, drinking water and generation of electricity. The Dominican rivers are short and of rapid flow and have an irregular water level and the largest are: the Rio Yaque del Norte basin, with 7,050 square kilometers; Rio Yuna, with 5,070 square kilometers; and Rio Yaque del Sur, with 5,340 square kilometers in surface.

The natural risks that the country encounters are basically linked to extreme climatic events, such as hurricanes, tropical storms, floods, droughts, forest fires, tornadoes and hail. According to the National Population Census for 2002, the Dominican Republic has an estimated population of approximately 8,562,541 of which 4,265,215 are men and 4,297,326 are women. About 60% lives in urban areas, including the capital city of Santo Domingo.

The Dominican Republic has a democratic political system, holding presidential and congressional elections, separately, every four years, where the Judicial Branch is totally independent and is managed through the Supreme Court of Justice, which is responsible for electing the judges.

The Dominican government guarantees access to primary and university education. The 2002 Census reports that 15% of children between 6 and 13 years of age did not attend school. There are 15 provinces that go above that national average, and school absence increases in the provinces of Elias Piña, Peravia, La Altagracia and La Romana

In middle school, only 3.8% of boys and 51.9% of girls, between the ages of 14 and 17 attend school. About a fifth of nationwide enrolled students attend private school and there is a strong and reversed relation between the poverty level in one province and assistance to private schools.

The national economy depends mainly on services, including tourism and free zones, which are the fastest growing sectors and contributing approximately US\$3,000,000 annually. Remittances from Dominicans living abroad are an important contribution: up to US\$2,000,000 annually.

The Dominican Republic is the eighth largest economy in Latin America, behind the countries in the Southern Cone (Argentina, Chile, Paraguay and Uruguay), and has signed free trade agreements with Central America and United States, and the Caribbean region and the European Union (EU), the Economic Partnership Accord (EPA), which includes 13 Caribbean countries and will allow us to export to the Caribbean and Europe. This requires that the country adapt to strong competitiveness on a large scale, promoting change in the production system and which greatly contribute to reducing poverty.

National Inventory of Greenhouse Gases Effect

This inventory report is the continuation of the process of inventorying greenhouse gas emissions (GEI) in the Dominican Republic, which began with a report for the years 1990 and 1994, whose results form part of the first national communication. That report follows the same structure and terminology established for national inventories of greenhouse gases by the IPCC, revised guide of 1996; the sound practices guide for 2000, in accordance with the new guidelines for the preparation of national communications of parts not included in Annex I of the Convention, approved in the COP8, in November of 2002, in India.

Through the inventory, all signatory countries of the UNFCCC may appreciate each other's contribution to global warming. Our contribution of emission of the main greenhouse effect gases is as follows: carbon dioxide (CO₂), methane (CH₄) and dioxide nitrate (NO₂), hydrofluorcarbon (HFCs), perfluorocarbon and sulfur hexafluoride (SF₆) (PFCs), and indirect (contributing to the formation of ozone): carbon monoxide (CO), nitrogen oxide (NO_x) and volatile organic compounds other than methane (COVNM).

Emissions obtained from the referred to method (up-down approach) belong entirely to the burning of liquid combustible fossils, because in those years consumption of solid fossils fuels or natural gas were not reported. These emissions bring a total of 16,946.64 Gg for the year 1998, and 17,684.18 Gg for the year 2000, producing about 93% to 95% of the carbon dioxide emissions; while the rest, 5% to 7% of the emissions, comes from other sector of the economy

Other contributions came from the emissions of CH₄, 17.55 Gg for the year a 1998, and 16.4 Gg for the year 2000. Emissions of NO_x totaled 78.22 Gg for the year 1998, and a total of 92.6 Gg for the year 2000. CO for 1998 was 707.37 Gg, and 783.63 Gg for 2000. The results for COVDM were 99.45 Gg for 1998 and 113.2 Gg for 2000; for SO₂ the results were 57.26 Gg for 1998, and a total of 109.59 Gg for 2000.

This result can be appreciated in the next tables below.

Table a. Green Houses Gas Emission (Gg) per sector, Dominican Republic, year 1998.

Module	CO ₂	CH ₄	N ₂ O	NO _x	CO	COVDM	SO ₂
Energy	15370,06	17,55	0,42	78,22	707,37	99,43	57,26
Industrial Process	1045,7	0,00	0,00	0,01	0,00	26,99	0,57
Use of Solvents						NE	
Agriculture		125,79	8,29	0,42	8,07		
Waste	1,96	71,23	0,38	0,004	0,003	NO	0,003
Total	16417,72	214,57	9,09	78,65	715,44	126,42	57,83

) No included emission and absorption from Land used land used change and forestry.
No applicable (shaded in button of the table). NO – No occurred; NE – No estimated

Table b. Green Houses Gas Emission (Gg) per sector, Dominican Republic, year 2000.

Módulo	CO2	CH4	N2O	NOx	CO	COVDM	SO2
Energy	17603,66	16,4	0,46	92,6	783,63	113,2	109,59
Industrials Process	811,06	0,0	0,00	0,01	0,00	26,8	0,56
Use of Solvents						NE	
Agriculture		140,1	8,9	0,39	7,63		
Waste	2,03	73,83	0,39	0,004	0,004	0,00	0,003
Total	18416,75	230,33	9,75	93,0	791,26	140,0	110,15

1) No included emission and absorption from Land used land used change and forestry.

No applicable (shaded in button of the table). NO – No occurred; NE – No estimated

When considering per capita emissions, we see that they; have increased, both in the form of CO2 and CO2-eq. this latter one reflects emissions from three main gases (CO2, CH4 and N2O) included in the inventory. During 1998, our emissions per capita were 2.02t CO2/person and 2.19t CO2/person, if only CO2 is taken into account, then it varies in relation to the other gases and emissions are 2.93t CO2/person for 1998 and 3.13t CO2/person for 2000.

Table c. Green Houses Gas Emission (Gg) per capita, Dominican Republic, year 1998 y 2000.

Years	Per capita Emission		
	t CO2/hab	t C/hab	t CO2-e/hab
1998	2,02	0,55	2,93
2000	2,19	0,6	3,13

In conclusion, results of this analysis are of great importance as initial criteria in electing sectors of the economy where mitigation activities and assigning resources for this objective could go a long way in reducing total GEI emissions in the country. In this way, we are contributing to the selection and organization of priorities in mitigation studies regarding emissions.

Adopted or Foreseeable Measures for Implementing the Convention

Main measures and institutional agreements were done by the Secretariat for the Environment and Natural Resources (SEMARENA, acronym in Spanish), which is responsible, since its creation through Dominican law 64-00, for carrying out the environmental policies related to the “green and brown agenda” in the Dominican Republic. The Sub-secretariat for Environmental Management, which handles the brown agenda, is responsible for the subject on climate change and related projects.

In order to comply with the mandate of the UNFCCC, as it relates to drawing mitigation and adaptation plans, the country has carried out studies and structured projects with the aid of external resources (FMAM, CIDA and UNDP) and, in most cases, with very little local resources.

SEMARENA had a Clean Development Mechanism (CDM) office, created by decree 786 in 2004, which was abolished in order to create decree 601-08, creating the National Council for Climate Change and the CDM. This CDM office is tasked with promoting and enabling CDM project development in the country, such as renewable energy, energy efficiency, fuel change and collecting and storing carbon. It coordinates, promotes and organizes local and international meetings in collaboration with the Foreign Affairs Secretariat. In local meetings, the National Committee on Climate has an important participation.

Vulnerability and Mitigation Studies for Climate Change

In vulnerability studies, the possible effects of climate change on the coastal tourist area in the Eastern region are taken into consideration; on the Rio Haina basin, which contributes 25% of water to the capital city of Santo Domingo; on health, due to the impact of dengue and malaria: on the city of Santo Domingo and other towns; on biodiversity, if one takes into account the protected areas; on agriculture and foodstuff security; and the impacts from the use of the soil and forests within the Los Haitises National Park. In every one of those studies adaptation measures are required, and those measures demand economic resources in the short term, which the country is not able to contribute, thereby requiring international technical and financial assistance in order to reduce vulnerability and the effects of climate change.

In relation to mitigation, reduction of emissions through the national energetic sector was considered, but this sector is highly deficient, and 88% of its generation depends on imported fossil fuels; the remaining 12% comes from hydroelectric generators. The energy sector plays a decisive role in the mitigation of GEI. That is why the Dominican Corporation of Government Electric Enterprises (CDEEE, acronym in Spanish), and the Secretariat for Industry and Commerce (SEIC, acronym in Spanish) are working in programs, actions and measures to encourage saving and efficient use of energy, such as a change in fuels, the use of renewable energy sources and biomass.

The Dominican government, under Dominican law 57-07 on Renewable Energy and Guidelines, is contributing to mitigation; but it is also promoting construction of hydroelectric generators with international financial support.

All the country's hydroelectric generators are managed by the Hydroelectric Generation Enterprise (HGE), created under Dominican law 125-01 in June 2001, and decree 628-07 dated November 2, 2007, under total governmental control, with legal status and corporation status, with legal capacity to contract commercial obligations, in accordance with its own management mechanism and controls.

It has 22 central stations in "Operation 22", present installed capability of 468.67 Mw, having a net energy generation of 1,666.40 Gwh for the period January-December 2007, which implies a savings in fuel of US\$230 million. Within the HGE, a project execution unit was created for renewable energy. There are several hydroelectric projects being executed, a total of seven, within which we can name: Central Pinalito (50 Mw); Central Las Placetas (87 Mw); Central Palomino (80 Mw); and an extension of three mini central stations.

There are six other projects awaiting financing in order to start. Also, through the office of the MDL, a project for the generation of 64.5 Mw energy using wind mills has been approved, to be installed in the Montecristi Province; the president of the Dominican Republic also inaugurated two other projects that will generate 100 Mw. In Peravia Province, in the Southern region of the island two other projects, that of Guancho and Los Cocos, in Pedernales (100 Mw), are awaiting approval from the executive board of the MDL, at the UNFCCC.

Consultants were hired for the preparation of the vulnerability, mitigation and adaptation studies, and we secured the collaboration of the pertaining institutions. These sectors include agriculture, biodiversity, coastal and maritime, soil and water and energy.

Adaptation and mitigation measures, taken as a result of these studies, are the basis in the creation of a national conscience as to how climate change will affect us by educating and raising awareness among the citizens. Because climate change demands that the Dominican society as a whole be completely aware, the creation of an education program at every level regarding climate change, notwithstanding the existence of a climate change guidebook primary education.

Other Relevant Information to Reach the Objectives of the Convention

The Dominican Republic, in its second nationwide communication, offers complete information regarding the activities that were carried out in order to attain the objectives of the UNFCCC, starting with the needs and technology transfers, which the country was able to determine thanks to the contribution of the FMAM through additional funds, during the preparation of the first nationwide communication.

The country has taken a great technological step with the construction of the Metro train of Santo Domingo, which for now only covers one route: from the sector called La Feria, in the southern part Santo Domingo up to Villa Mella, north of the capital city. The Metro train could be an MDL project, but it is not. There is at the present an approved methodology by the executive committee of the MDL, making it necessary to prepare a methodology at the same time that the project design document is being prepared. If approved, this project would be the first of its kind, worldwide.

Other projects being developed and already developed intervene in the systematic observation performed by the country through the National Meteorological Office (ONAMET, acronym in Spanish), and the Dominican Hydraulic Resources Institute (INDRHI, acronym in Spanish); we are also receiving support from the Water for the Tropical Rainforest Center for Latin America and the Caribbean (CATHALAC, acronym in Spanish), through the SERVIR program, financed by USAID and NASA. There is also an exchange of information with the World Meteorological Organization through ONAMET.

As far as education and raising people's awareness, and in compliance with article 6, the country has substantially increased the quantity of seminars, workshops and publications directed to the general population and to decision-makers. Through SEMARENA's web page www.medioambiente.gov.do a large amount of information has been made available to the public on climate change, including every study made during the first and second communications nationwide, as well as the adaptation to drought in the fields located in the Northeastern and Southwestern regions of the country, and all publications made by the Convention and the IPCC.

Universities have also received educational material, both printed and electronically, to be included in their respective libraries.

In order to strengthen the country's capability in matter of, climate change is fundamental given our status of small island-state and our vulnerability; hence the courses given on Calculation of Carbon in Forests, Management of Water Resources, Preparation of GEI Inventories and Administration of Computerized Programs for the Agricultural Sector. In addition, technicians from different sectors have been sent to international institutions, such as CATHALAC, in Panama; CEPETEC, in Brazil, in order to receive specific training.

The National Council for Climate Change and the MDL, created by decree 601-08, gives political significance to the subject and favors interaction between the government's secretariats so that the subject of climate change crosses through the public and the private sectors, including non-profit organizations.

After the first nationwide communication was introduced, in which the first vulnerability and adaptation to climate change studies were made, an important country-analysis was made, called "Framework Project, for Adaptation to Present and Projected Droughts Policies in the Dominican Republic", which was prepared with the support of the Canadian International Development Agency (CIDA). Other important steps forward were the guidelines for a national strategy for climate change and a national action plan for adaptation to climate change.

Guidelines for a National Strategy on Climate Change

The Dominican Republic, in its guidelines for a national strategy on climate change, introduces a vision in which, by the year 2020, the country will have improved its capability to adapt to climate changes, reducing vulnerability, improving quality of life and the health of the ecosystems; and will have contributed to the stabilization of greenhouse gases without compromising the efforts towards reducing poverty and sustainable development, promoting a transition to growth with low carbon dioxide emissions.

Based on the principles of social justice, equality and solidarity in the strategy so that the challenges of climate change do not put at risk growth or efforts in the fight against poverty and sustainable growth implemented by the federal government through its program to combat poverty and the achievement of the objectives for the millennium, to attain sustainable growth.

a) National Action Plan for Adaptation to Climate Change (NAPACC)

The Dominican Republic, as a small developing island-state, is very vulnerable to variability and climate change and, therefore, in compliance with the obligations stemming from the Framework Convention for Climate Change has prepared its own adaptation action plan (PANA) with the objective that it be included within the country's development policies. PANA's conceptual framework is supported by the vision for adaptation based on extreme climatic events and the climatic variability with measures to increase the systems' resilience, but mainly directed towards increasing the capability for adaptation which will allow those affected to reorganize and function in an alternative and different manner in the face of the impact of climate change.

b) Obstacles, Vacuums and Interconnected Requirements of Financing, Technologies and Capability

The Dominican Republic has taken the subject of climate change very seriously and is therefore including it in its national development plan; it has also been considered a cross section theme with the risk process, in which area the country is developing a nationwide program. Through the Secretariat for Environment and Natural Resources, the Dominican government has prepared two structured programs for the second communication in order to make every effort to reduce the impact of climate at a national level. These are: Guidelines for a National Strategy for Climate Change and the National Action Plan for Adaptation to Climate Change

In regards to financing needs, the country has dedicated few resources to climate change since the ratification of the 1988 Convention because available resources have to be used in the fight against poverty and remedy the impacts of extreme events that frequently affect the country.

This makes it very hard for the country to dedicate resources in compliance with the Convention's mandate on mitigation, adaptation and technologies transference. As a result, the financial resources received to comply with the convention's mandate through the World Environmental Fund and bilateral agencies have facilitated the preparation of the first and second national communications, the conducting of studies and the creation of capabilities. Without this support, it would be impossible for the country to formulate its third national communication.

When analyzing obstacles, vacuums and the need for technologies in the Dominican Republic, new technologies have been introduced in sectors that do not necessarily apply to activities dealing with climate change, such as planting and producing vegetables in greenhouses, which will allow for a rational use of water and a proper handling of fertilizers that contribute to the greenhouse effect, like the nitrogenous.

Through the Clean Development Mechanism of the Kyoto Protocol, the country is on its way to obtaining transference of new technologies through renewable energies, such as wind energy. The board of directors of the Clean Development

Mechanism has already approved a project for 64.5 Mw and several others are in the process of being approved, two of which are in the construction phase, for a total of 100 MW. This technology transference through renewable energies initiative is based on Dominican law 57-07 "Incentives to Renewable" and its regulations.

In the construction of the Metro train in Santo Domingo, state of the art technology was used, and it is in full operation. Another important fact is that within the 2008-2018 Science, Technology and Innovation Strategy, the Dominican Republic will build investigation and development networks together with several work teams related to climate change, as follows:

- Work team network on climate change and desertification
- Work team network on the environment and natural resources
- Work group on bio-fuels

As far as financial and technical resources for national communications, beginning with enabling activities for the preparation of its initial communication and the second communication, the Dominican Republic has received the resources needed for their preparation through the Global Environmental Fund (GEF), in compliance with Article 12 of the UNFCCC. The country received US\$870,000 for national communications, its technological requirements and consultation with the primary players for the preparation of the SCN proposal.

In relation to obstacles, vacuums and capabilities, the participation of the Climate National Committee in the process of preparing the SCN allowed for involvement and training of the different sectors in the elaboration of the inventories and the use of agricultural models, among others. A broad perspective is lacking at the institutional level, with regards the importance of educating both government agencies and the private sector concerning their roles and responsibilities. But there is also a lack of appropriate knowledge, within the population, about the different environmental problems and their social and economic impact.

In view of the investigations and progress attained each day on the subject of climate change, and shortage of economic resources in order to, as a nation, carry out investigations in the areas of mitigation, adaptation, systematic observation, among others, and the lack of proper knowledge and poor handling of the subject, it is fundamental to receive international technical and financial assistance to increase local capability at both public and private levels.

Study on Vulnerability, Impacts and Adaptation in the Dominican Republic

In compliance with commitments acquired with the United Nations Framework Convention on Climate Change (UNFCCC), and to face the adverse effects of climate change, the Dominican Republic prepared a study on Vulnerability and Adaptation to Climate Change specifically addressed to the areas of water resources, the Rio Haina basin, coastal areas, the tourist area of Bavaro and Punta Cana, and agriculture, taking into account food security, health, the incidence of malaria and dengue in Santo Domingo and other cities, and in biodiversity.

In order to provide continuity to the scenarios created for the Dominican Republic in its impact studies for the first National Communication, general circulation models adapted to oceanic models (AOGCM) were taken into consideration for the Punta Cana area to simulate its climatic scenarios, adding a regional atmospheric model to achieve a higher level of details.

All four steps in the regional model PRECIS are taken, but the increase in sea level has not been calculated because this is basically an atmospheric model. PRECIS is a high resolution model, with a limited area, nested to the global model HADCM3, developed to generate regional scenarios in any region of the planet with a spatial resolution of approximately 50 kilometers.

Agriculture Sector

In models for general atmospheric circulation, The models WOFOST 4.1 y el WOFOST 7.1.2. used to simulate climate, climatic information for the period is used to calculate climate changes due to warming produced by greenhouse gases. The period of 1961-1990 was used to develop a basic climatic line, or climate reference, for this study. This provided various scenarios in the evaluation of vulnerability in the different sectors, with a temporary horizon covering four time frames 2010, 2030, 2050, 2100.

Water Sector

The Climate change effect in Rio Haina Basin

This basin is part of the Ozama-Nizao hydrologic system, which has a surface extension of 7,023 square kilometers (INDRHI, 2006). In describing the base line, the period of 1961-1990 (30 years) was used due to the fact that it is international practice to compare the impact of climate change. In this study, we analyzed the period of 1981-2000.

It has an area of 564 square kilometers and according to a report from the Secretariat for the Environment and Natural Resources (2004), the Rio Haina Basin contributes 20% of water to the city of Santo Domingo's aqueduct. This basin is one of the sources of water provided to the capital city, through three hydraulic systems: Isa-Mana (0.6 cubic meters/second); Duey-Guaranitos (1.0 cubic meters/second); and Haina-Manoguayabo (4.0 cubic meters/second). Aquifers related to the basin, in addition to the field of wells in Manoguayabo, supply the town of Palave and the community of Cabayona. Average rainfall for the period 1981-2000 was 1,740mm.

Population density in the basin is 1,220 persons/square kilometer and the density of industrial facilities is estimated at 0.53 industries/square kilometer. These industries empty their solid and liquid waste in the basin, producing a high level of pollution in the quality of the water in the lower parts of the basin. Water volume, estimated by the water balance in the Haina basin for the period 1961-1990 reached an average of 34 million cubic meters/per year, rendering a potential distribution of 4,381 cubic meters person/year.

Vulnerability and Adaptation Measures

In order to propose specific adaptation and mitigation measures it is necessary to have a profound knowledge of the development policies and plans, within the sector being evaluated, which is the responsibility of the local authorities. The "Plan for Managing the Rio Haina Basin", prepared by the Secretariat for the Environment and Natural Resources and the National Institute for Water Resources, include adaptation and mitigation measures for climate change in this basin.

These measures are meant to improve living conditions and the environment in the communities around the upper basin of Rio Haina by establishing forest and agricultural forest lots, preserving the soil, reducing sedimentation of the existing hydraulic works.

Conclusions

- Climatic scenarios, designed with models ECH498 and PRECIS, foretell a decrease of rainfall in the next decades and up to the year 2030, which tendency, according to these two models, will prevail for the remainder of this century.
- Taking into consideration that the Hydraulic Resources National Institute and the National Meteorological Department operate the hydrologic cycle observation networks, a detailed study is recommended on the influence of the variability and climate change on natural and regulated waters.

- The intrusion of sea waters into underground water is one of the most serious problems derived from the impact of climate change. The reserve of subterranean waters in the basin would be seriously affected due to its physical-chemical deterioration and the decrease of the water potential as a result of poor rainfall.
- The environmental strategy designed to be implemented in the Rio Haina basin is an adequate response of adaptation and mitigation.
- Any water development plan in the basin, and in the country, should be made taking into account alternative scenarios contributed by the climate change studies.
- The country must continue to receive economic and technical support in order to deepen its knowledge of priority objectives and support those strategies that will lead us to the desired scenario, both locally and worldwide.

Health Sector

Climate Change effect for Malaria and Dengue

At the beginning of the 1990s the population had little awareness of the health risks caused by global climate changes, reflecting a widespread ignorance on the ways that an alteration in the biophysical and ecological systems can affect, in the long run, the wellbeing and health of the Earth's population.

Threats against health, caused by extreme climatic events in the Caribbean include diseases transmitted by insects and rodents, such as dengue, leptospirosis, malaria and yellow fever; diseases transmitted by aquatic vectors, including schistosomiasis, cryptosporidium, and cholera.

Beginning with the signing of the Framework Convention for Climate Change by 154 countries in 1992, increasing awareness on climate change has been transforming our perception on the limitations of human health and the factors that cause it.

Situation of Malaria and Dengue in the Dominican Republic

In recently years, malaria was one of the main causes of death and of morbidity in the country. Since 1941, vigilance, prevention and control of these diseases were the responsibility of the Malaria Department of the Secretariat for Public Health (SESPAS), up to 1964, when the National Service for Eradication of Malaria (SNEM, acronym in Spanish) was created under Dominican law 110, with the objective of carrying out a campaign to eradicate malaria in the country.

On May 25, 1999, the SNEM became the National Center for the Control of Tropical Diseases (CENCET, acronym in Spanish), with additional functions to control dengue, filariasis, intestinal parasitism and other tropical diseases. In 1967 and 1968, the last cases of Plasmodium malaria and Plasmodium vivax were eliminated, respectively.

In the case of dengue in the Dominican Republic, only sporadic clinical cases of this disease had been reported. In 1998, a formal serological and virological vigilance began when during first 6 epidemiological weeks of the year, out of 152 children with fever syndrome of probable viral etiology, 32 (22%) tested positive.

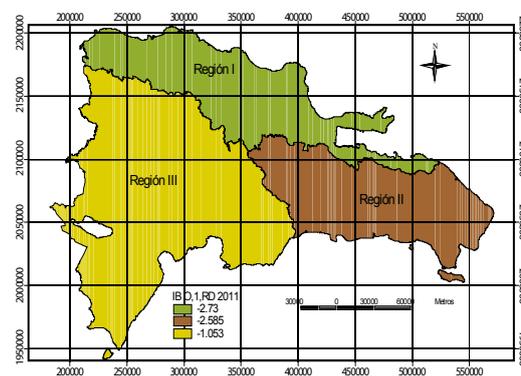


Figure a.I. Regional incidence of climate change for dengue y malaria

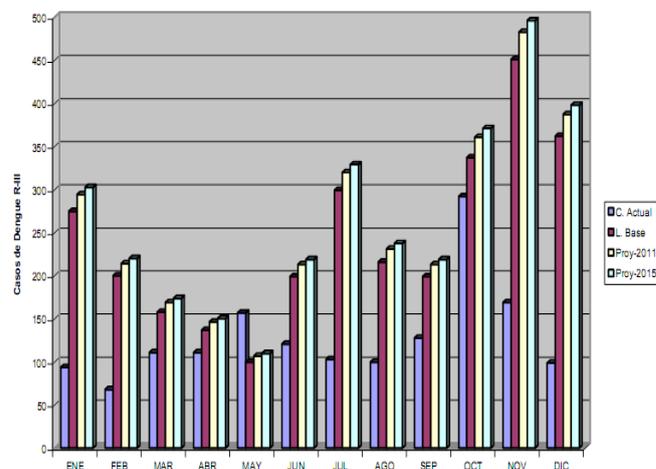


Figure bI. Projection of Dengue for Region-III

In that same year, the contingency plan to manage dengue and hemorrhagic dengue fever in the Dominican Republic with the support of the United States Agency for International Development (USAID) and the University of South Carolina. In the past years, the country has reported between 2,500 and 3,000 cases per year.

Aedes aegypti is the most common vector and greater contact with humans because it prefers to live inside households, colonizing artificial breeding grounds of various types.

In order to generate scenarios of the diseases, the PRECIS models were used with scenarios of A2 emissions, which allowed for the generation of increments to the primary variables that integrate the indexes with which the MACVAH/AREEC model works, (Ortiz 2006). This model is used for the variability of anomaly and climate change in

human health, assessment of the epidemic risk and an estimation of costs.

The data used in this study came from the archives of the National Centre for the Control of Tropical Diseases (CENCET), in the Secretariat for Public Health and Social Assistance.

The information was taken in two temporary stages, annual and monthly, for the period 1965-2005, and the period 1989-2005, respectively, in the case of malaria. In the case of dengue, only information for the period 1987-2005 was used.

Estimation of possible future impacts of climate change must be based in an understanding of the present burden and recent tendencies in the incidence and predominance of diseases that are sensitive to the climate, and the connections between climate and health.

Consequently, the initial step of this report is directed towards the identification of tendencies, connections and identification of the variation tendencies in the climate that cause favorable situations for breeding dengue and malaria in the Dominican Republic. If these adverse conditions persist or there is a change in variability or tendency in the basic climatic conditions, the future impact would be severe.

When describing the malaria and dengue epidemiological pattern, we observe, from the figure below, that dengue appears with more intensity during the period September-November and malaria from January to March. But this varies from one region to the other since the country was divided into three regions in order to highlight the incidence and sensitivity of the diseases.

The largest incidence of the disease coincides with warm and humid environments, with high contrasts, besides being good foretellers in the simulation and evaluation of impacts of the amount of malaria cases because the climate contrasts and variations play a fundamental role in the physiologic response of individuals, especially in people susceptible to the disease.

It is evident that present climatic conditions have strengthened; in other words, they are warmer as a result of a light reduction in rainfall volumes. This causes regions to go from semidry to dry, and other areas go from dry to very dry. This can be observed in the intensification of the Indian summer.

The results shown in the tables indicate that climate conditions projected for the years 2011-2015 for each one of the regions appeared in the period 2000-2005, with a tendency to strengthen their effect due to the frequency of warm events, decrease in rainfall, reduction in Indian Summer and a marked variation in temperature range from maximum to minimum, within the month, as a result of fluctuations in pressure areas, reflected in variations in circulation dominant in the (Anti cyclone-Bermuda) region. Figure bI. Projection of Dengue for Region -III.

Expected Impacts of Climate Change on Malaria and Dengue

In the first evaluation, we confirmed the tendencies observed for the three regions being monitored, which clearly indicate a response both for malaria as well as dengue, to variability and climate change. The larger vulnerability is registered in regions I and III, in the case of malaria, where moderate to high risks are expected; Region II shows less vulnerability, where risks are expected to be low to moderate.

When assessing the results of future behavior for each region, based on expected climates, all three regions are expected to have a variation in spatial risk and a tendency both towards dengue as well as malaria, with changes in tendencies and stationary patterns.

Adaptation Measures

In the report for the first evaluation, prepared during 2000, adaptation measures to effects of climate change were proposed and are valid for this second evaluation. The first measure is shared by all the organizations contacted and has to do with maintaining the population informed with the educational work concerning the risks or events that might arise.

In the case of global measures to structure the national health systems, a strategy to facilitate the implementation of adaptation measures, the National Center for Control of Tropical Diseases must comply with the National Strategic Plan for Control of Malaria and Dengue.

Improve statistics, vigilance and knowledge of future projections; this measure is meant to strengthen an integral system of observation of all relevant variables in order to characterize the malaria and dengue situations.

Carrying out studies to determine vulnerability in the health sector in smaller spatial units where it is recommended creating investigation groups that contribute information about vulnerability of the malaria and dengue epidemiologic pattern in the face of potential impacts of climate change, by region, in those areas or human settlements that are more sensitive to being affected by infectious and non infectious diseases.

Educate and transfer technologies and financial assistance; this measure is geared towards establishing an effective educational program that will allow for adequately comprehending the relation between climate and health.

Adaptation measures for malaria must be addressed towards reducing mortality and morbidity rates for malaria by 70% in this country by adopting a plan that secures the following results:

1. Availability of a malaria epidemiological vigilance system, integrated and decentralized, which will allow for timely decision-making at all levels.
2. An integrated and decentralized laboratory network which allows for fast and trustworthy diagnosis for an opportune and efficient treatment, based on health services.
3. An integrated and decentralized entomological vigilance network which allows for information analysis for an efficient and timely vector control.

4. Implementation of a health education strategy and an effective community participation, where all sectors of society would come together to optimize actions for the prevention and control of malaria.

Measures and strategies recommended for malaria as well as for dengue and, in both cases, are geared towards reducing mortality in the Dominican Republic by the year 2015. These strategies should promote individual and collective sanitary measures which guarantee a reduction in the risks of becoming ill and dying due to dengue; strengthening dengue epidemiologic vigilance; strengthening entomological vigilance of the disease's vectors, selective control of vectors in situations linked to hemorrhagic cases, outbreaks and deaths, and guaranteeing integral and qualified attention to those affected in accordance with network levels of services provision.

Tourism Sector

Effects of Climate Change on the Tourist Areas of Bávaro and Punta Cana

The Eastern region of the Dominican Republic has become one of the most important destinations in the Caribbean, where the best hotel chains in the world are established, throughout the tourist resort area of Macao-Bávaro (Decree 479, 1986), more commonly known as Bávaro-Punta Cana. At the present time there are 37 hotels with 21,853 rooms and construction continues.

Fiscal income by 2006 was RD\$2,363 million, with 1.6 million tourists visiting that area annually. The hotel sector generates about 55,494 jobs, of which 19,422 are direct and near 36,996 are indirect.

Expected impact of climate change on the Tourist Areas of Bávaro and Punta Cana

The expected impact as a consequence of climate change due to rising temperatures between 0.3 and 0.7 degrees Centigrade, an increase in sea levels between 3.8 cm and 25.9 cm, a decrease in rainfall and an increase in frequency and intensity of extreme events, such as tropical storms and hurricanes, by the year 2030 this will reflect in the key elements of the physical-natural environment, compromising natural resources, which tourism is dependent on and triggering social and economic impacts which will affect every sector related to the tourist sector.

Rising temperatures could destabilize seasonal patterns in the flow of tourists; increase the possibility of sunstroke, sunburn or skin diseases due to exposure to the sun.

Deep sea-diving ecotourism could be affected due to erosion of coral reefs and other diseases; the coastline could become unprotected due to loss of reefs and a decrease in the carbonated material contributed by the reefs, which will imply a decrease or loss of sandy beaches. Extreme events will also cause the loss of tourist infrastructures and beaches.

Because of rising sea levels, the lower coastal areas will be submerged under water. This event could have different implications, depending on the type of coast, and ecosystems that develop. The coastal landscape will change due to an increment of erosion, emergence of rocks and loss of natural vegetation and sandy beaches, thereby reducing the beach's load capability (square meters available/tourist.)

The expected rise in sea levels will trigger flooding of the basin mangroves, impacting forest zoning, in which the ratio between water and the mangrove's soil biota. The tourist infrastructures closest to the coastal edge could also be affected.

Changes in the rainfall pattern could decrease the volume of drinking water in the basins due to drought, creating supply difficulties for the tourist population; and the saline water intrusion due to a combination of rising sea levels and decreasing rainfall could imply the loss of quality in the potable water reservoirs.

Socioeconomic impacts will translate in losses of capital for the investors, loss of jobs, both indirect and direct employment, and economic losses could extend to other economic sectors that supply goods and services to the tourist sector, such as agriculture, fishing, construction and suppliers of cleaning chemical products

Adaptation Measures

Within the adaptation measures to be applied, we can mention the rehabilitation of the basin mangroves, monitoring present levels of erosion in the beaches, whether due to natural causes or due to anthropogenic ones, protection of coral reefs and protection of marine biota.

Tourism is one of the pillars of the economy in the Eastern region of the Dominican Republic and it has contributed to generation of foreign currency, jobs and infrastructure; as well as to geographical decentralization, increase of agricultural production and internationalization of the country.

To preserve and extend these successes will depend on our understanding of the impacts associated with climate change and our future capability to adapt; moreover, it will depend on our present capability to preserve the ecological and functional integrity of the ecosystems that support this tourism.

Biodiversity Sector

Effects of climate change, over of biodiversity in Dominican Republic

This study has been made to the biodiversity in Dominican Republic based on: a) available secondary information, evaluating impacts, vulnerability and possibilities of adaptation to climate change of the various elements of biodiversity in the country; and b) defining a capability program geared towards vulnerability and adaptation of biodiversity to climate change in the Dominican Republic.

Emphasis is made on the main ecosystems and species that could be affected by climate change, according to created scenarios. With the objective of identifying possible adaptation measures to biodiversity, we also assess the composition and structure of the National System of Protected Areas in the face of possible effects of climate change. As part of adaptation, the study identifies possible measures and policies that tend to reduce the vulnerability of biodiversity to climate change.

The following are considered pertinent measures and policies for reducing vulnerability of biodiversity to climate change in the Dominican Republic:

- Formalize and put into practice a public awareness and dissemination strategy, nationwide, regarding the possible effects of projected climate change on the different sectors that could be affected, including biodiversity and its components;
- Formalize and put into practice an education, access and transference information strategy, nationwide, about the possible effects of projected climate change on the different sectors that could be affected, including biodiversity and its components.
- Carry out an adequate economic estimate or evaluation on goods and services of the main ecosystems that might be affected by projected climate change, with emphasis on the coastal-marine ecosystems.
- Carry out basic biology and species behavior studies that are most vulnerable to the projected climate change, including population and invasive species studies.

- Establish a vigilance and evaluation network regarding the impact of climate change on the places where marine turtles nest, at least on the main nesting beaches in the country.
- Continue the egg incubation and subsequent liberation of marine turtles program.
- Within the present revision and adaptation process of the Sectorial Law for Protected Areas, restructure the protected natural spaces network so that, within possibilities, it will allow for the integration of habitat, species, communities and ecological processes (linkage of landscape) and continuation of altitudinal gradients and expansion and/or establishment of new areas destined to reducing vulnerability of the impacts of climate change in biodiversity.
- Reduce and/or eliminate threats and barriers that prevent an effective management of the National System for Protected Areas, as a form of protecting a larger amount of genetic groups, from which new genotypes, capable of adapting to the projected climate change could arise.
- Perform an adequate economic estimate or evaluation on goods and services of the main ecosystems to be affected by projected climate change, with emphasis on the coastal-marine ecosystems.
- Identify, adopt or develop an appropriate biological indicator system on the impacts of climate change, with a definition of measures and vigilance and early awareness system.

As part of adaptation measures to reduce the vulnerability of biodiversity in the face of the projected climate change, there are two aspects linked to training: a) education; and b) public awareness. In order to deal with both aspects it is necessary to design a training program integrated by an education component and a public awareness component.

Agriculture Sector

Evaluation of the Impacts of Climate Change on Agriculture

The existence of a climate change in progress has been confirmed through the numerous studies made worldwide, and compiled in global evaluations made by the Intergovernmental Panel for Climate Change (IPCC, 1996). At the same time, new technologies and models have been developed which are capable of creating plausible scenarios of future climates, in this century, in any region of the world. These models are capable of estimating the impact that climate change will have on agriculture performance and production in our countries, especially in tropical areas where this impact is expected to be stronger, as well as in other developing countries.

Potential yielding are those that can be obtained for crops free from pests, with all their water and nutrients covered and limited only by the crop genetics, available global solar radiation and temperatures of the environment. Real performance also enters the equation, which is strongly conditioned by the level of technology input and agricultural management applied in the practice.

Obtaining real performance in the field in the same order as any of these potential performances is an exception which only occurs in the agricultural experimentation stations, which are well equipped with technology and highly qualified personnel, or similar to a laboratory.

Technological efficiency is a given due to the ratio between real performance and potential performance.

Impact Evaluation, per Crops

In simulation analysis for three different levels of input we can see that with low levels of inputs, potential yielding has very little seasonal variations and, therefore, red beans can be planted any month of the year if the required conditions for all their water and nutrients needs are met in a pest and disease free crop. Performance is not limited by temperatures and solar radiation.

Performances of dry, non irrigated soil are of a high seasonal nature with two very favorable sowing seasons, April-June and August-November. Technological efficiencies in production as related to potential yielding are very stable, ranging from 45% to 50%. Technological efficiencies in relation to dry soil performance are above the unit for all sowing months. This is irrational and leads to the conclusion that these real yielding are not obtained in dry soil or with low consumables.

Analysis of simulations belonging to high consumables indicates that potential yielding has very little seasonal variation and, therefore, red beans can be planted any time of the year if the conditions are met regarding all water and nutrients requirements in a crop free from pests and diseases. Yielding is not limited by temperatures and solar radiation,

Potential yielding of common red bean in dry, non irrigated land for the years 2020, 2050 and 2080; according to the global climate model HadCM3 and emissions scenario BI-TME.

Potential performances of high consumables are almost double than those obtained with low consumables, and the best seasons for sowing are not largely different regarding the level of consumables.

Technological efficiencies in production related to potential performance are very stable, but very low because they range from 20% to 25%; technological efficiencies as they relate to yielding in dry soil are now very superior to the unit only for the quarter January – March; while stabilizing to around 50% as of May and up to November. Therefore, this must be understood to be the season for planting red beans in dry soil for the Dominican Republic.

When analyzing future climates, under HadCM3 and ECHAM4 with Scenario AI – ASF, potential yielding of red beans could be higher by 2020 than in the referenced climate because sowing could benefit from a light increase in temperatures.

Nevertheless, as this century progresses, temperatures will keep rising and the curve of photosynthetic curve

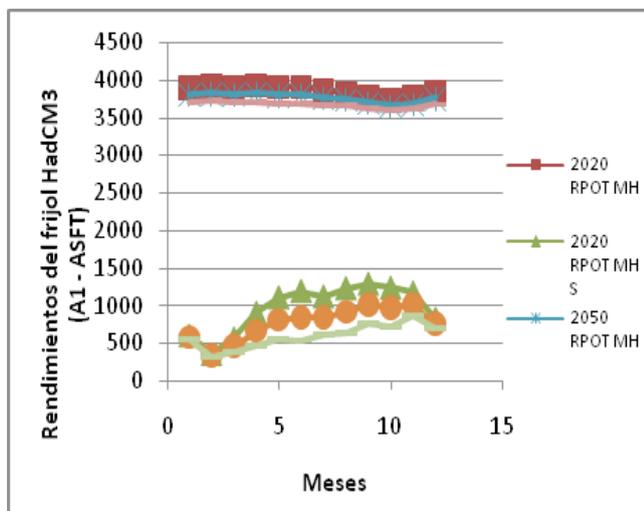


Figure c1. Rendimientos potenciales y de secano del frijol común rara el 2020, 2050 y 2080, según el modelo de clima global HadCM3 y el escenario de emisión A1-ASF.

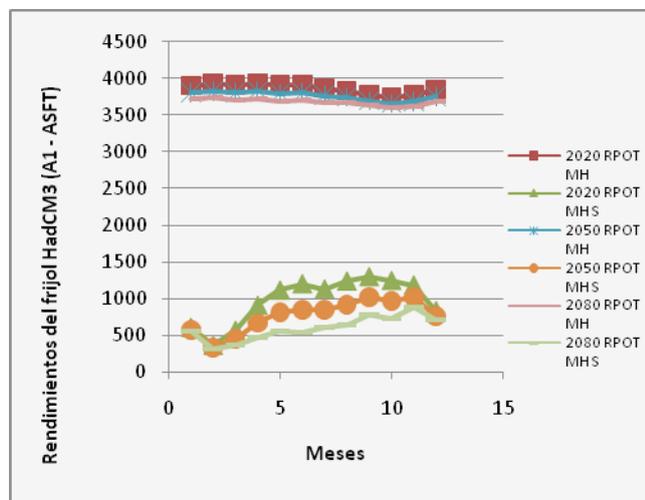


Figura e. Rendimientos potenciales y de secano del frijol común para el 2020, 2050 y 2080, según el modelo de clima global HadCM3 y el escenario de emisión BI-TME.

response will enter into its descending phase. For this reason, such performances will decrease beginning some time at the end of this century (Figure d1.) In the case of tropical model ECHAM4, something similar will occur in the near future; but then an even more notable decrease in potential performance happens. In both cases this decrease in performance is even more outstanding in the period August-November, although in the ECHAM4 this process is already visible since March-April.

Yielding of red bean in non irrigated areas, according to HadCM3, in this scenario reflect more strongly the impacts of climate change towards a dryer climate, especially during the rainy period in the main sowing seasons. The decline continues all through this century. Notice that November is the least affected month in the sowing season and it progressively becomes the sowing month with the most yielding.

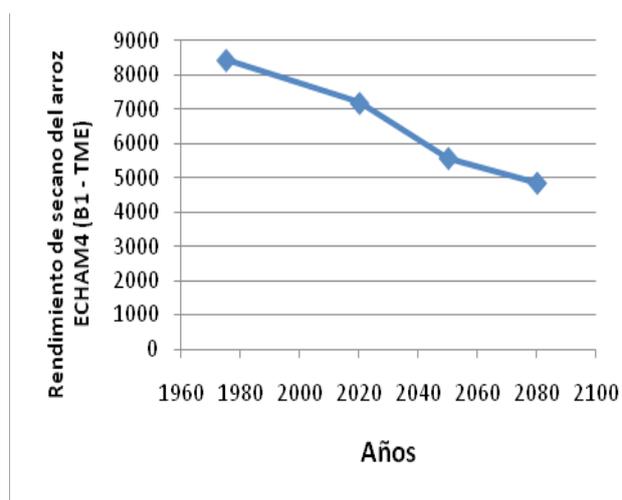


Figure f1. San Juan de la Maguana. Rendimientos de secano del arroz sembrado en mayo con el clima del ECHAM4 en el escenario de emisión B1 - TME

In the case of ECHAM4, the situation is very interesting because in this model performance of non irrigated areas are strongly affected towards the middle of the rainy season in July-August, and the situation moves forward up to the second half of the century when the best times for sowing will be clearly divided in two: a first season around May and another around November.

Figure f1. San Juan de la Maguana. Rice yielding on dry, non irrigated soil, planted in May with the climate for ECHAM4 in the emission scenario B1 - TME. Aridity has an influence on net primary productivity because the climate change described for any future scenario goes beyond simple changes in temperatures and in the rainfall regime, because the climate interacts

with plants, not only through direct interactions between one climatic variable and some other physiological process, but in a complex manner between a group of variables which describe a climatic process such as aridity, droughts and floods with the general environment in which the crop develops.

Regarding the impacts of climate change on basic crops, scenarios for potential yielding, yielding limited by water and yielding limited by nutrients, were obtained.

Most of the analyses shown use San Juan de la Maguana as a sample, because it is presently one of the most important agricultural regions in the country; and it is more convenient to concentrate the application of the different impact evaluation methodologies in a specific location.

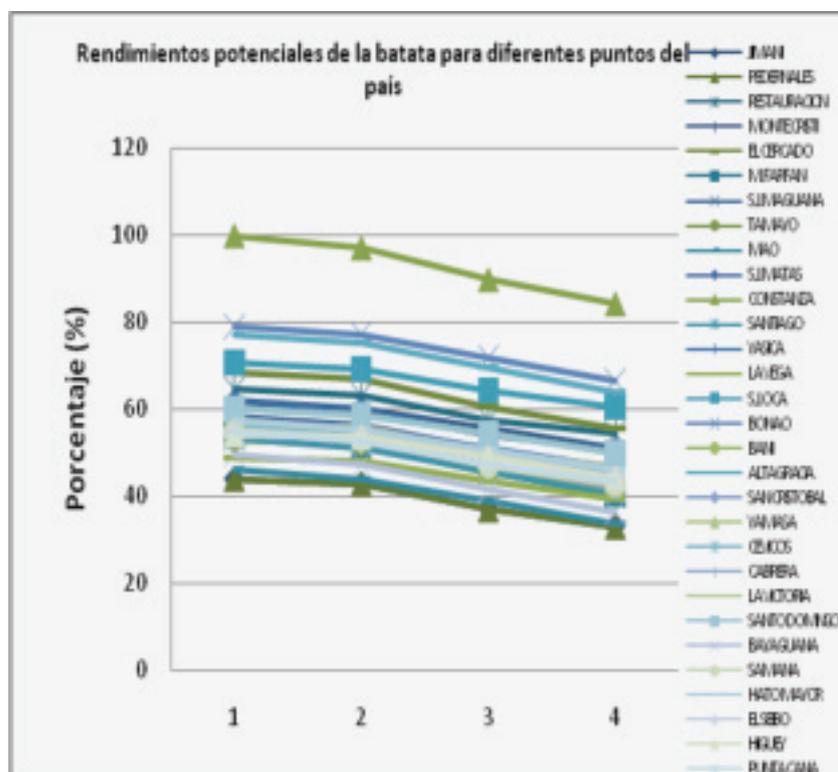
Regarding potential yielding, in spite of the large topographic diversity of the Dominican Republic, which implies an important change in the impact of climate change on crops due to the differences in temperatures that they entail, the negative effects on potential performance of the agricultural productivity are shown in all areas considered (Figure g1) taking sweet potatoes as a sample.

Table g: Potential yielding of sweet potatoes for different areas of the country

Potential yielding of sweet potatoes planted around May, in all simulated locations, and expressed as a percentage of maximum potential performance (between locations) of the climate in reference for scenario GHG A IASF and model CGM HadCM3.

San Juan de la Maguana. Performance of dry area for rice to be sown in May, according to the climate generated by the HadCM3 model, with A1 –ASF scenario for greenhouse gas emissions.

Yielding limited by water will suffer a larger impact than potential ones and, in general, very evident. Performance of dry areas is affected by the same climatic causes as the potential one; in this case, an increase in temperatures and a



shortened crop cycle due to water shortage. In most crops taken into consideration, performance of the dry area, according to scenario SRES A1-ASF, will fall to half their present value between 2020 and 2050, while by 2080 productivity will be a lot less and will eventually disappear in the case of some crops in San Juan de la Maguana.

Agriculture in dry, non irrigated areas would suffer much less if the country's climate could evolve as determined by SRES B-ITMessage and ECHAM4 (Fig. 16), which make up the more moderate scenario of climate change for this study.

In analyzing the measures and adaptation policies to the negative impacts of climate change on the agricultural sector in the Dominican Republic, the proposed adaptation measures are concentrated on the following aspects:

- Climate scientific studies in agricultural production;
- Regionalization of crops;
- Introduction of varieties resistant to unfavorable climatic conditions;
- Improvement technologies and technological discipline in agricultural production;
- Redistribution of sowing areas between different crops;
- New techniques in agricultural production;
- Adopting new nutritional habits;
- Adaptation to new conditions as related to the integrated fight against pests and diseases in agricultural crops.

The task of adapting to the impact of climate change is extremely complex and involves all political, economic and social factors, both locally and worldwide. This has been recognized by all international agencies within the United Nations system and by governments represented in it. In our case, we must take into consideration the following final recommendations.

Carry out necessary actions from the Government's Central Offices, so that the climate change problems and adaptation to them are included in all future development projects and projections that take place in this country.

Those authorities involved must convince all planning and social direction organization that it is inadmissible and erroneous to plan and make decisions on the basis that future climates will remain stable and around known values.

Encourage formation of capabilities in the National Meteorological Office, both as regards technological equipping and postgraduate formation of professionals. Only then will this institution play a highly important future role that climate change will demand from it in order to effectively support production of foodstuff in the Dominican Republic.

Change in the Use of land and Forest Cover in Los Haitises National Park 1988-2006

The objective of this study is to provide a baseline on changes in the use of the land and forest cover, occurred during a period of nearly 20 years (1988-2006) inside the Los Haitises National Park, in the northeastern region of the Dominican Republic, which is characterized by the great problems due to conflicts in the use of the land.

The task was performed through analyses of satellite images LANDSATETM+, in December 1988 and March 2006, respectively, supported by fieldwork on the Park and its surroundings and using four categories for land cover: mangrove, forest, crops and scrubland. The analysis revealed that in that period:

- There was considerable recuperation of the forest, whose covered surface has increased by around 184 square kilometers, mainly concentrated in the East-Northeastern area of the Park.
- The area covered by mangroves was reduced, at least in the area of Bajo Yuna, were, after passing Dominican Law no. 202-04, there was a reduction in the surface of the protected area.
- There was a reduction in the surface covered by scrubland, depending mostly on its transformation to vegetation with a more advanced evolution and only in a small part dependant on its regression to agricultural land.
- Agricultural surface is stable or lightly increasing, especially in the Western area of the Park, which supposes a migration of agriculture to other areas.
- Finally, there was evidence of an increase in the amount of visible sedimentation in the water of the Samaná Bay, which implies an increase of erosion in the Rio Yuna basin, causing both degradation of the land in the basin and a reduction in the quality of the receiving marine environments.

Field studies showed a persistence of situations, such as the lack of human and economic resources to manage the Park, and poor awareness about its boundaries, which does not favor the development of the protected area and a solution of conflicts regarding its use. Considering the greater vulnerability of the western area of the Park, and real and potential pressures expected on the protected area, a more integrated and participatory planning should be promoted.

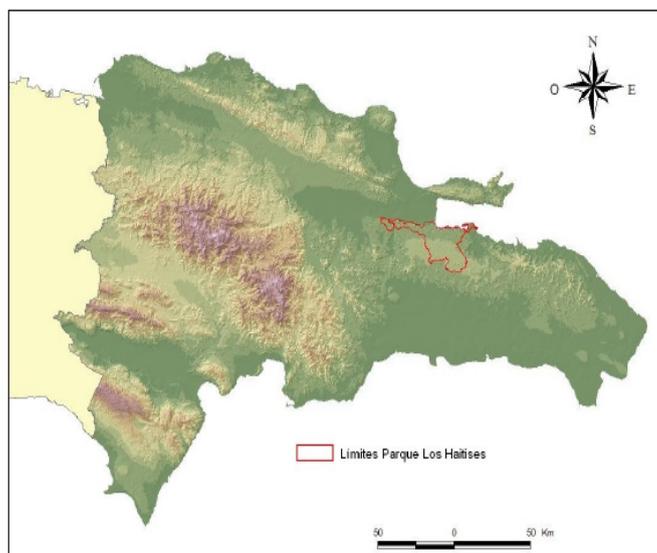


Figure h1. Limit of the area of Los Haitises National Park (Law 202-04).

Geographic, Physical and Vegetation Characterization

Figure h1. Boundaries of the area of Los Haitises National Park. (Dominican law 202-04).

Los Haitises National Park is located in the northeast region of the Dominican Republic, it has an area of about 631 square kilometers, demarcated by coordinates UTM 2115320 396225 and 2085720 459800, in accordance to Sectorial Law for Protected Areas 202-2004, which establishes its definitive limits (next Figure.) In accordance with the same law, this is one of 17 national parks within the National System of Protected Areas.

Field inspections were made between the boundaries of the Park and its closest surroundings, with the objective of locating areas with various uses of the land and anthropic pressures. Some of the areas included were especially characterized in the old buffer zone, according to Dominican law 64-00.

There are limitations to vigilance and management of the Los Haitises National Park, within which are: a) Insufficient national park rangers, the majority of which are of an advanced age (more than 55 years), which makes vigilance and monitoring the protected area more difficult; b) lack of economic resources to operate and low salaries paid to the park rangers.

The largest category is that of the scrubland, which includes a wide range of phases of vegetation development: it contains land left fallow between crops and vegetation in more advanced evolutionary stages in the recuperation process of the forest through secondary succession. The following Table (d) shows change in use and cover of land as observed for the four categories used in the classification.

Table d – Use and cover of land in 1988 and 2006 and relative variations

Category	1988			2006		% de variation (B)	Diferencia entre 2006 y 1988 (km2)
	km2	km2 correct (A)	%	km2	%		
variation (B)	Difference between	16	3%	8	1%	-50%	-8
2006 y 1988 (km2)	114	115	22%	120	21%	4%	5
	km2	km2	15%	262	46%	235%	184
correct (A)	%	km2	%			-43%	-133
Matorral	309	310	60%	177	31%	-43%	-133

Notes

- A) Correction was contributed to compensate the larger amount of missing data in 1988. The amount of kilometers in each category in the use of the land was corrected assuming that the percentage of cover of analyzed categories in the areas with missing data is the same as that found in the areas without clouds. The proportionality factor used, so that data from 1988 could be compared to that of 2006, to the total expanse analyzed in 2006, obtained by dividing the total analyzable expanse in 2006 (579 square kilometers) by that of 1988 (515 square kilometers.)
- B) Percentage of relative variation in each category is calculated as a percentile difference between the surface covered in 2006 and 1988 to covered surface in 1988.

Analyses both of maps as well as of Figure d, shows that in the eighteen years of the period researched there was a recuperation of the forest, which now has its main cover in the Eastern-Northeastern area, and in much of the central portion of the Park.

The surface covered by mangroves has decreased, although the percentage of reduction must be taken as less than the 50% shown in the above table because the satellite image from 2006 is missing data belonging to the Northeastern area which is actually characterized by this type of vegetation. In any case, a part of the identified decrease can be considered effective in the area of Bajo Yuna, which is inside the boundaries of the Park, but not in the northeastern area. This phenomenon could be attributed, in part, to an increase in the anthropic pressure in that zone after the surface of the protected area was reduced by Dominican Law 202-04, presently in effect.

During the period 1988-2006 there occurred both a decrease in the surface that was covered by scrubland, which has gone from 310 to 177 square kilometers, and an increase, although very constricted, of the agricultural area.

Mitigation Study on Greenhouse Gas Effect Originated by Burning Fuels and Runaway Emissions

This report is the result of analyses and syntheses of background records existing in the Dominican Republic directly or indirectly linked to aspects related to mitigation actions in the face of climate change.

Regarding the energy consumption structure and the main production chains, we must emphasize that the transportation sector is predominant within the system, with demands greater than 47% of end consumption, which are met exclusively by fossil fuel sources. In this sector the main sources are gasoline and diesel oil; the largest consumers are private cars and freight services.

The residential sector (urban and rural) is responsible for around 25% of total consumption, with a very different structure in urban and rural areas. In the first case, fossil fuel is predominant, directly and indirectly (generation of electricity), while in the second case Renewable energies prevail, such as the use of firewood, to cook food. Although the industry has a balanced structure between fossils, renewable energies and electricity, the predominant sources in the generation of the latter imply a preponderance of fossil sources.

As a whole, directly or indirectly, fossil fuel sources exceed 80% of final consumption; and the total consumption of energy in the Dominican Republic tripled in the past 30 years. This is an energy system that depends mostly on imported energy and this dependency on imported sources has increased in recent years.

Liquid petroleum gas (GLP, acronym in Spanish) is the predominant fuel use by the most deprived sectors in many countries in the region. Its role in the transportation sector in the Dominican Republic, as a substitute for gasoline, requires a careful analysis and a policy decision on whether to continue with this very unique situation.

Concerning the responsibility of the energy sector in emissions of greenhouse gases, the information available from the decade of the 90s implies that sustainable increase of total gross emissions doubled in 10 years, with the constant participation of emissions from the energy sector in values nearing 70% of total gross emissions, which measured in CO₂ equivalents, with a slight tendency to increase.

Although we do not have an Inventory of Emissions, from the data in the Energy Balance of 2005 we estimate that the importance of the Energy and Transportation industries has grown regarding its responsibility. The 2000/2005 tendency indicates a growing participation of fossil fuels in the energy matrix. Participation in total supply evolved from 62% in 1990 to 83% in 2005.

The analysis made on mitigation opportunities, potential adaptation and associated costs, provides a wealth of information from studies recently made; estimates generated and the assessed effects lead to the conclusion that there is a data base which justifies moving forward with actions and there is no time to be wasted in the decision-making process towards that end.

In a comprehensive approach to the concept of the rational use of energy, opportunities for greater efficiency in its consumption, substitution of imported sources for local resources, taking advantage of widely known technologies and the penetration of renewable energy sources are complementary actions among themselves, with evident net environmental benefits both locally and globally

Finally, the brief background investigation that fostered this study allows us to make the following observations:

- The Dominican Republic has been active in all aspects related to Climate Change.
- The country has the capability of showing dynamics in the search for solutions to its energy system, which has the potential for making positive contributions to the mitigation of greenhouse gas emissions.
- The country has generated legal frameworks for promotion of renewable energies; it has established areas and authorities to promote the development of MDL projects and has implemented important studies in order to identify opportunities for Rational Use of Energy and incursion of new sources.
- The Dominican Republic has prepared valuable studies which constitute an empowering and informative action for the design and implementation of policies and strategies that will contribute to the sustainable development of its energetic system, while at the same contributing to the problems of global environments.
- The country must continue to receive financial and technical support in order to deepen its awareness of priority issues and establish more precisely the strategies that will lead to a desirable scenario, both locally and globally.



CIRCUNSTANCIAS
NACIONALES

1.1 Características del área geográfica

La República Dominicana forma parte del grupo de Antillas Mayores del Archipiélago del Caribe, y está localizada en la región subtropical en el borde norte de la zona tropical, y tiene como límites las siguientes coordenadas geográficas: 17° 36' – 19° 58' latitud norte y 68° 19'– 72° 01' longitud oeste, ocupando las dos terceras partes de la porción oriental de la de la isla Hispaniola (74%). Sus límites son: al Norte, el Océano Atlántico; al Sur, el Mar Caribe; al Este, el Canal de la Mona (Puerto Rico), cuya menor distancia es de unos 102 kilómetros, entre Cabo Engaño, en la República Dominicana, a Punta Jiguero, en Puerto Rico; y al Oeste, limita con Haití.

Su insularidad y su relativamente pequeña superficie permiten que una fuerte influencia marítima controle los patrones climáticos generales, lo que le hace muy vulnerable, por hallarse en la región subtropical de huracanes. La frontera con Haití, además de ser una frontera convencional, es una frontera natural de unos 390 kilómetros. Esta frontera natural está delimitada por 313 montañas, en forma de pirámides; esta orientación de nuestro relieve hace que compartamos con Haití montañas y valles.



Figura 1. Mapa de la República Dominicana.
Fuente. Google.com (Imágenes)

La extensión territorial es ligeramente menor a los 50,000 km²., y constituye por su superficie, el segundo país, en tamaño, en el Caribe; es una isla, con una extensión total de 77 mil 914 kilómetros cuadrados, la cual comparte con la República de Haití, y ocupa los dos tercios orientales.

Sus dimensiones máximas son: 390 kms. de Este a Oeste (Cabo Engaño a Las Lajas), y 265 kms. de Norte a Sur (Cabo Isabela a Cabo Beata) que, con 1,576 kilómetros de costa, completan las medidas de contorno, longitud y anchura del territorio; y que junto a Cuba, Jamaica y Puerto Rico, desde Florida hasta Trinidad y Tobago forman el Gran Arco de las Indias Occidentales.

Las principales islas secundarias (adyacentes) de la República Dominicana se encuentran en aguas del Mar Caribe; mientras que los cayos se concentran en el Océano Atlántico. Las islas son: Isla Alto Velo, Isla Beata, Isla Catalina, Isla Saona. Y los cayos son: Cayos e islotes; Islote Los Frailes; La Matica y La Piedra (Los Pinos).



Figura 2. Mapa de dimensiones de la República Dominicana.

1.2 Clima

Por su posición latitudinal (19° de latitud norte), la República Dominicana presenta las características de un clima tropical; está influenciado por diversos factores geográficos, como son: los vientos Alisios del norte, noroeste y nordeste, y los vientos, provenientes del mar Caribe, en el este, sur y suroeste del país; las corrientes ecuatoriales, del Norte y del Sur, debido a sus altas temperaturas y acuosidad, la temperatura de los mares que las rodean, los grandes contrastes en el relieve terrestre y los fenómenos migratorios que la afectan, durante todo el año. También, su relativa cercanía a América del Norte la pone al alcance de las masas de aire frío que desciende en el invierno por las llanuras centrales de Estados Unidos y que, al llegar al país y que determinan bajas temperaturas y lluvia, fenómeno conocido como “Norte”.

Esta influencia del régimen de los vientos Alisios, lo complejo del relieve, las variaciones climáticas marcadas originan grandes variedades o microclimas que van desde el clima seco-estepario al templado-húmedo, y el más común sale de sabana, y el húmedo de bosque; tropical-húmedo de sabana; tropical-húmedo de bosque; tropical-húmedo de selva; y templado-húmedo. También, por latitud y los sistemas de presión prevalecientes, influidos por el sistema del Atlántico medio, que tiene altas presiones, hacen su clima similar al de las otras Antillas Mayores (Cuba, Jamaica, Puerto Rico).

1.2.1 Temperatura

La temperatura media-anual para el país se sitúa en 25.5° C; pero las grandes variaciones del relieve marcan diferencias, en el orden de los 28° a 26° C, en las áreas más bajas, y hasta 22° a 18° C en las estaciones de mayor altitud.

La temperatura máxima media-anual es de 31.0° C, variando en los lugares más cálidos (regiones SW y NW) desde 34.0° C a 32.0° C, y en lugares a mayores alturas (700-1164 msnm) entre 25.0° C y 30.0° C. Se han registrado máximas extremas entre 43 y 39 en las áreas más cálidas en los meses de julio a septiembre. La mínima media-anual es de 20.1° C, y varía entre 23° C a 21° C en los lugares más cálidos, y entre 16° a 11° C en los ubicados a mayores alturas.

Se han registrado mínimas extremas desde -1.0° y 0 °C en el Valle de Constanza (1164 m) en los meses de febrero y marzo; mientras que en otros lugares (entre 700 -1000 m) los extremos son entre 0.5° C y 5.0° C en los meses de diciembre a febrero. En las montañas (71 - 1000 m), las temperaturas mínimas mantienen la presencia de escarchas, y son frecuentes las heladas en los meses de invierno.

1.2.2 Distribución de las Lluvias

Existen, normalmente, tres temporadas de lluvia: Temporada Frontal (Noviembre – Abril), Temporada Convectiva (Mayo – Julio); y Temporada Ciclónica (Agosto – Octubre); resultando su distribución espacial en un régimen de lluvia muy complejo, de acuerdo con la orografía. Las mismas están reguladas por varios factores o causas, que se consideran determinantes de la precipitación pluvial y son: el relieve, los frentes polares, la convección, los huracanes y las ondas del Este.

El relieve es el principal factor modificador de lluvias en el país, y da lugar a lo que se llaman lluvias orográficas, que se presentan en cuatro lugares del país, como son: a) el litoral de la Bahía de Samaná y Escocesa, desde Cabrera hasta Miches; b) la vertiente norte de la Cordillera Septentrional, desde Puerto Plata hasta Gaspar Hernández; c) la parte oriental de la Cordillera Central, desde Jarabacoa hasta San Cristóbal; y d) la parte oriental de la Sierra de Bahoruco, al sur de Barahona.

La media- anual de lluvia para todo el país es de 1500 mm, con variaciones que van desde 350 mm en La Hoya de Enriquillo hasta 2,743 mm anuales en la Cordillera Oriental. El período frontal (Noviembre –Abril) produce la época de lluvia para la mitad norte del país, y durante el verano, se da la época de sequía estacionaria; en la mitad sur del país ocurre lo contrario.

Es importante señalar que más de la mitad del país goza de más de 100 días de lluvia, anualmente, con variaciones que van desde 31 días, en Pedernales, a 265 días, en San Cristóbal. Ver distribución estacionaria de la Lluvia.

Línea- Base 1961– 1990, Figura No. 13. Las regiones más lluviosas son la noreste, parte de la sureste, y la norte, que se explica por su exposición a los vientos Alisios; las lluvias orográficas y de convección; los valores anuales fluctúan entre 2,500 a 1,800 mm, y estiman en el área kárstica de Los Haitises, y en los bosques pluviales se producen copiosas lluvias, que están alrededor de los 4,000 mm.

Los efectos locales, también inciden sobre estas condiciones, y resultan en variaciones que se dan con mayor frecuencia, durante el mes de mayo, el cual resulta, normalmente, el mes más lluvioso. Febrero y marzo son los más secos, debido al desplazamiento más al sur del anticiclón de Las Bermudas. Durante las últimas décadas, se ha observado un desplazamiento en las lluvias de mayo hacia junio, lo cual es considerado como una anomalía (Limia, Miriam, 2000).

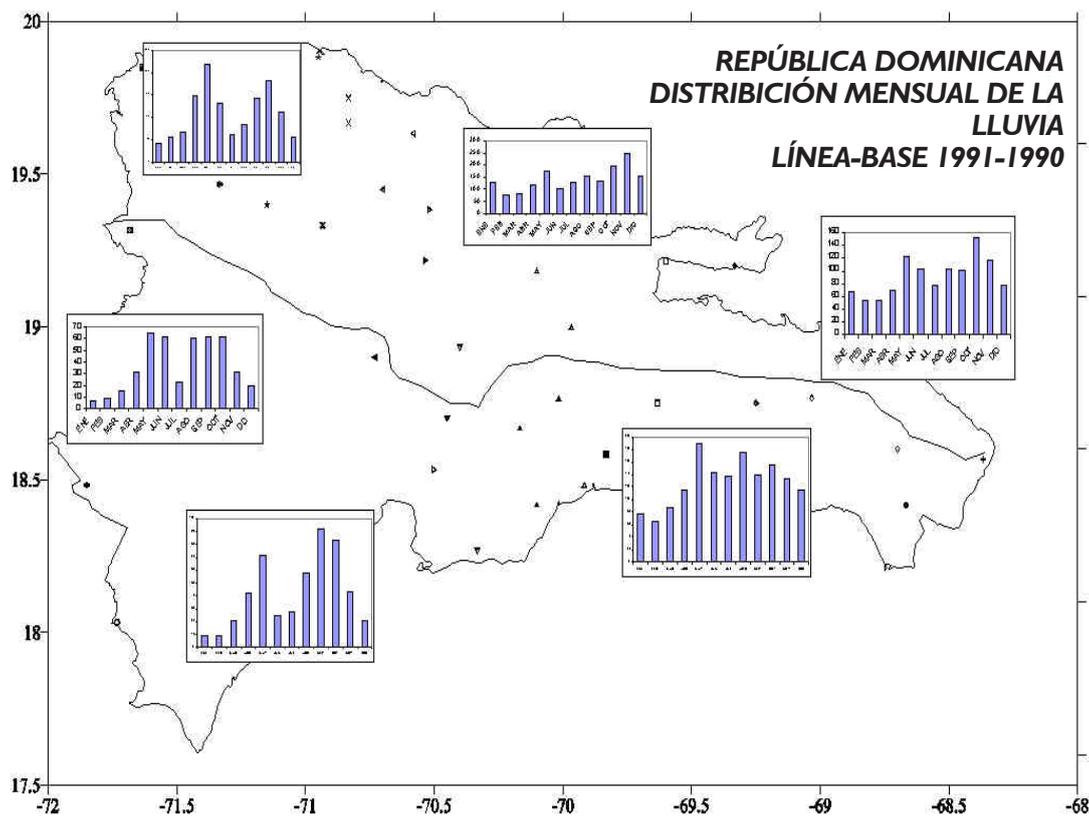


Figura 3. Distribución estacionaria de la lluvia. Línea- Base 1961 – 1990.

1.2.3 El régimen de vientos

Puede descomponerse en dos partes: una, debido a la circulación media o general en la estructura de la atmósfera (vientos Alisios), y otra, a perturbaciones locales de cada región (brisas). Estos vientos predominan sobre la isla, durante todo el año. Se hacen sentir más sobre los sistemas montañosos, donde soplan con mayor violencia.

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

La acción de los vientos Alisios influye decisivamente sobre nuestro clima, y se hacen sentir más en las áreas más expuestas a las corrientes. Lo contrario ocurre en las áreas resguardadas, donde no llega libre su acción. Las altas temperaturas que se registran, durante el verano, en Sánchez, La Vega, Mao, Jimaní, Villa Vásquez, Pedernales, entre otros pueblos; son ocasionados por montañas y sierras que cortan las corrientes de los vientos Alisios.

1.2.4 Duración del día e insolación

La duración del día (tiempo que permanece el sol sobre el horizonte) oscila entre 11 y 13 horas, dada nuestra latitud o cercanía al Ecuador. El siguiente cuadro muestra la duración promedio del día para cada mes, en los paralelos 18, 19 y 20 de latitud Norte (Cuadro No.1).

Cuadro No. 1. Promedio de Horas diurnas por mes

Promedio de Horas diurnas por mes												
Latitud	Ene.	Feb.	Mar.	Abr.	May.	Jun.	Jul.	Ago.	Sep.	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		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

Fuente: José E. Marcano

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 o junio y en septiembre u octubre, siendo la primera un poco más pronunciada. Por lo general, en la región montañosa el porcentaje de nubosidad más bajo ocurre entre diciembre y abril. El promedio de nubosidad diurna varía considerablemente; pero, por lo general, es mayor entre las 4 y las 6 de la tarde. (Marcano, J. 2000).

1.2.5 Humedad relativa

La humedad relativa media-anual registrada oscila entre 72% para la provincia Santiago en la parte norte, y 84.3% para Sabana de la Mar, en el noroeste del país. La variación diaria en Santo Domingo, con una media-anual de 83.7, oscila entre el amanecer y el mediodía; la misma es de 92.6% (en enero), y de 89.2% a 71.1% (en julio).

En San Juan de la Maguana, se han reportado variaciones diarias hasta de 90%, al amanecer, a 30% en el mediodía. Hay pocos datos registrados para la evaporación. En todo caso, es intensa, dado el carácter tropical de la isla, especialmente en los valles. Según cálculos del Servicio Meteorológico Nacional, la evapotranspiración potencial (suma de la evaporación directa desde el suelo y de la transpiración de las plantas), oscila entre 1,043 y 1,616 mm., anualmente.

1.2.6 Zonas áridas

Las Zonas áridas, son muy pronunciadas, y se distinguen dos regiones, normalmente secas, la suroeste y la noroeste, ambas en la frontera con Haití. En la región suroeste, las lluvias anuales varían entre 700–400 mm., y en el noroeste 900 – 600 mm. El período frontal origina, en el verano, la época de sequía estacionaria para la mitad norte del país, y ocurre lo contrario en la mitad sur del país.

Ocurren períodos secos anormales o sequías accidentales que modifican notablemente los patrones climáticos establecidos, los cuales están relacionados con anomalías en la circulación general de la atmósfera y el fenómeno “El Niño”, aún no bien estudiadas (anuario estadístico agropecuario, 1998). Las corrientes ecuatoriales que afectan en la parte norte y del sur del país, debido a sus altas temperaturas y acuosidad, contribuyen a intensificar esos caracteres en nuestro clima.

1.3 Relieve

El relieve de la República Dominicana, en lo que a sus condiciones orográficas se refiere, es muy variado, y se ilustra por el hecho de que una sección vertical en la dirección Norte-Sur puede interceptar siete grandes regiones geomorfológicas 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, inmediatamente al sur, se encuentra el Valle del río San Juan; la Sierra de Neyba, la Sierra de Bahoruco y una planicie costera en el litoral sur.

El mismo está estructurado en regiones geomorfológicas, las cuales cuentan con tres grandes sistemas montañosos (cerca del 50% de su territorio), en su mayor parte, y lo ocupan cuatro extensas cordilleras, y se presentan como hileras, con sentido de Norte a Sur: Central, Septentrional y Oriental, y alcanzan alturas que sobrepasan los 3,000 metros sobre el nivel del mar (el Pico Duarte 3,175 m.) y cuatro grandes sierras; el resto de la superficie la componen múltiples valles intramontanos, llanuras y depresiones, lo que hace que el mismo sea muy irregular y con cambios continuos en los niveles de su superficie, y hace posible que el territorio presente excelentes condiciones hidrográficas, climatológicas y de fertilidad.

En cuanto a las sierras, se encuentran las de Neyba, Martín García, Samaná y Yamasá, entre otras. También, se destacan mogotes, cayos y extensas llanuras costeras, “tierras y aguas interiores bajo el nivel del mar” en la Hoya de Enriquillo.

1.4 Desarrollo económico y social.

La economía dominicana ha experimentado enormes transformaciones, en el orden económico y social, durante las últimas décadas (años 90), como resultado de los cambios globales y de su propia dinámica interna, y se han logrado resultados muy buenos, en cuanto a la estabilidad macroeconómica, y, en cuanto al crecimiento, ha registrado altas tasas de crecimiento, y un incremento, cerca de 7.8%, para el año 2000.

Para finales del año 2001 y comienzo del año 2003, este crecimiento y estabilidad de la economía se vieron afectados por una serie de acontecimientos externos e internos, incluyendo los ataques terroristas del 11 de septiembre en Estados Unidos, y sus consecuencias para la economía mundial.

La economía sufrió una sentida desaceleración, en el 2003 e inicios del 2004, debido a un acontecimiento aún mayor, causado por una crisis bancaria que produjo el colapso de uno de los mayores bancos del país, como consecuencia de estos eventos externos e internos, cayendo las tasas de crecimiento del PIB en -1.6%, al tiempo que la inflación, durante el mes de diciembre, alcanzó un 42.7%, durante ese mismo año, y 24.37%, durante los primeros tres meses del año 2006 (Banco Central).

La devaluación del peso y el subsiguiente aumento de la inflación provocaron una reducción del 30% en los ingresos promedios reales, lo que condujo al empobrecimiento de un 15% adicional de la población, y llevó a cerca de un 7% a no poder satisfacer los requerimientos alimenticios mínimos. La tendencia a la baja incrementó las tasas de pobreza a 31% en las zonas urbanas, y 45% en las zonas rurales, y llevó la extrema pobreza a un 13%.

El crecimiento del PIB, a largo plazo, se vio asociado, sobre todo, a la expansión significativa del producto en sectores como el Turismo, las Zonas Francas, las Telecomunicaciones y otros más. A partir de mediados de 2004, los indicadores económicos mostraron mayor estabilidad, y se destacó la valoración del peso dominicano frente al dólar estadounidense, y la disminución de la inflación hizo crecer el Producto Interno Bruto nominal por cerca de RD\$ 800 mil millones o US\$ 28 mil millones, durante el 2005, y un poder de paridad adquisitivo, con auge de un 5%, y se afianzó como una de la primera economía del área. Ver Cuadro No.2.

Durante el período Enero-Septiembre del 2005, el Producto Interno Bruto (PIB) real experimentó un crecimiento de 7.3%, y superó el de 1.3% alcanzado, durante el mismo período del 2004. En el comportamiento registrado, fue notable el incremento de 10.6% del PIB, durante el trimestre Julio-Septiembre del mismo año, y la economía cerró con un crecimiento de 2.0 del PIB.

Para el año 2007, la economía dominicana continuaba exhibiendo un ritmo satisfactorio, al registrar un vigoroso crecimiento de 7.9%, en términos reales, para el período Enero-Junio, sobre todo, si se toma en consideración que este resultado se está comparando con el alto nivel de 12.1% obtenido, en igual período de 2006, lo que quiere decir que el resultado del PIB real, durante el período analizado, estuvo por encima o sobre el nivel alcanzado en igual período durante el pasado año.

El comportamiento exhibido, durante este período, por las actividades económicas se detalla a continuación: Agropecuario (2.6%); Minería (1.4%); Manufactura local (0.3%); Zonas Francas (-11.3%); Construcción (-0.3%); Servicios de intermediación financiera (48.0%); Comunicaciones (18.6%); Comercio (14.0%); Energía y agua (9.8%); Hoteles, bares y restaurantes (6.6%); Transporte (6.3%); Alquiler de viviendas (3.7%); Administración Pública y Defensa (1.6%); Enseñanza (4.0%); Salud (3.0%); y otras actividades de servicios (6.7%). Cabe destacar que, para el semestre analizado (Enero-Junio 2007), la inflación acumulada fue de 4.38%, la cual se encuentra dentro del rango estimado por el Fondo Monetario Internacional FMI.

Cuadro No 2. Aumento de la población y el Producto Bruto Interno, per cápita, 2000-2007

Producto Interno Bruto, per cápita							
2000-2007							
Período	Población	PIB Corriente	PIB Corriente	PIB Referencia 1991	PIB Referencia 1991	PIB Corriente	PIB Corriente
	(Miles)	(Millones de RD\$)	(Per cápita RD\$)	(Millones RD\$)	(Per cápita RD\$)	(Millones de US\$)	(Per cápita US\$)
2000	8,262.7	388,301.9	46,994.8	220,359.0	26,669.3	23,673.3	2,865.1
2001	8,411.3	415,520.9	49,400.3	224,345.8	26,672.0	24,565.2	2,920.5
2002	8,562.5	463,624.3	54,145.6	237,331.4	27,717.4	24,980.9	2,917.5
2003	8,716.5	617,988.9	70,898.7	236,730.1	27,158.8	20,277.5	2,326.3
2004*	8,873.2	909,036.8	102,447.1	239,835.9	27,029.2	21,817.4	2,458.8
2005*	9,032.8	1,020,002.0	112,922.3	262,051.3	29,011.2	33,808.0	3,742.8
2006*	9,195.2	1,189,801.9	129,393.9	290,015.2	31,539.9	35,890.8	3,903.2
2007*	9,360.5	1,364,210.3	145,740.7	314,592.9	33,608.5	41,245.9	4,406.4

En el marco de las políticas que orienta el comercio de la República Dominicana, se está atravesando, por cambios importantes, luego de haber convenido nuevos acuerdos y obligaciones internacionales. Los cambios que se avecinan en las políticas comerciales – el DR-CAFTA, la reciente supresión del Acuerdo Multifibra y la eliminación de los subsidios a las exportaciones de las zonas francas – modificarán la estructura de incentivos comerciales.

La entrada en vigor, durante el 2007, del DR-CAFTA, el acuerdo, de comercio libre entre la República Dominicana, América Central y Estados Unidos, debería dar lugar a entradas adicionales de inversión extranjera directa. Tras la reprogramación, concedida por los acreedores públicos del Club de París y los acreedores privados del Club de Londres, durante el 2005, los coeficientes de endeudamiento externo han seguido mejorando, gracias a un fuerte crecimiento. Los otros logros recientes del país incluyen, además, la consolidación del sistema financiero, el reforzamiento de la regulación y la supervisión bancaria, y la recapitalización del Banco Central.

1.4.1 Desarrollo Humano.

El Informe de Desarrollo Humano, presentado por el Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo (PNUD 2006), que corresponde a cifras del año 2004, fue de un 0.75, lo que situó al país en la posición 94 de los 177 países del mundo con datos de esta naturaleza. Estimando que el país, realizó una mejora muy importante ya que pasó de la posición 95 a la 94, lo cual indica que, en general, el país mejoró más, en términos de desarrollo humano, que lo que hizo el resto de los países con condiciones similares.

Según la CEPAL, de los países de la región latinoamericana y del Caribe, la República Dominicana es uno de los tres que menos inversión social registra. Para el año 98-99, destinó un 6.6% de su PBI a la inversión social; mientras que otros países considerados de niveles económicos equivalentes, como Costa Rica, cuya inversión fue de 16.8%, y Panamá, con 19.4%, triplicaron su inversión social. Esta inversión fue mucho menor a la media de la inversión social en la región: 13.1% del PIB.

Los indicadores de pobreza reflejan que el proceso de crecimiento económico, experimentado durante los últimos treinta años, no se ha traducido en mejoría de las condiciones de vida de la mayoría de la población. Según el mapa de la pobreza, se estimó, para 1998, un 37.2% de la población pobre, y un 14.6%, de indigentes. En este orden, 4.4 millones de personas, cuatro de cada diez, tienen algún tipo de carencia. El crecimiento económico que ha experimentado el país, durante la última década, la pobreza no se ha reducido en la magnitud esperada.

El índice de pobreza humana (13.7%), que es superior al promedio ponderado de algunos países de la región (11.3%). Sólo el porcentaje de niños y niñas con peso inferior a la media para su edad es inferior que el promedio latinoamericano.

La media, ponderada, por población, del desarrollo humano nacional, es 0.549. De las 9 regiones del país, 4 se encuentran por encima de la media, y concentran más del 67% de la población. Las demás 5 regiones tienen un IDH inferior al promedio nacional, con el 34% restante de la población. Las cuatro regiones con mayor nivel de desarrollo humano son: Distrito Nacional, nordeste, norcentral y Valdesia. Las cinco con más bajo nivel de desarrollo humano son, en orden ascendente: El Valle, Enriquillo, Cibao Central, noroeste y este.

1.5 Componentes demográficos

1.5.1 Población

Conforme con los datos del Censo Nacional de Población 2002, República Dominicana, tiene una población estimada de cerca de 8.562.541 habitantes, de los cuales 4.265.215 son hombres, y 4.297.326, del sexo femenino. Aproximadamente el 60% reside en zonas urbanas, incluyendo la capital Santo Domingo y otras ciudades importantes de las provincias Barahona, Duarte, El Seibo, Espaillat, La Romana, La Vega, Peravia, Puerto Plata, San Cristóbal, San Juan, San Pedro de Macorís y Santiago.

La densidad de población aproximada es de 170 personas por km². La tasa de crecimiento de la población se encuentra en un 1.64%, y el crecimiento demográfico anual es de 1.5%. La tasa cruda de mortalidad es de 5.2, y la tasa aproximada de natalidad es de 25/1000 nacimientos por cada mil habitantes. La tasa de mortalidad infantil es de 24/1000 y la tasa global de fecundidad es de 2.7 nacimientos/mujer. La distribución de la población, por edades, está en promedio de 0-14 años 35%; de 15-64 años, 61%; y de 65 en adelante, el 4%. Se estima una edad promedio de 21.9 años. La esperanza de vida de los dominicanos es de 71.2 años. Para las mujeres es de 73.8, y para los hombres, de 79.2.

El mayor índice de la población es mulata (producto de la mezcla de la raza taína con los inmigrantes españoles, esclavos africanos, franceses e ingleses) que alcanza el 73%; los blancos (de origen europeo) con un 26%; y los negros con un 11%. En la actualidad, no se registra un gran número de extranjeros, sólo existen minorías de diferentes nacionalidades, y sobresalen, los haitianos (dedicados a las labores agrícolas y de la construcción).

1.5.2 Migraciones

Las Migraciones de las zonas rurales a urbanas, por diversos factores como: cambios climatológicos adversos, que han generado un fuerte estancamiento en el sector agropecuario, el aumento de la industria turística en las ciudades y las zonas francas, está en un promedio de un 58%, concentrándose la mayor población en la región central.

La migración anual de dominicanos a otros países, es información muy limitada pues no se dispone de adecuadas fuentes de información sobre esta materia, aunque, las evaluaciones que se tienen no son suficientemente precisas, se estima un promedio anual de dominicanos hacia los Estados Unidos, España y Canadá, en unos 2,500 por año. En este sentido, se estima que actualmente residen en el exterior entre 1 y 1.5 millones de dominicanos y dominicanas.

La RD, se ha caracterizado por ser un país de saldo migratorio negativo (mayor emigración que inmigración), en este sentido la Población compuesta por extranjeros que nos visitan, denominada “Población flotante”, se estimó para el año 2005 en cerca de 2, 500,000; esto dividido entre 12 igual a 208,333 visitantes, a esto se le suma la población de extranjeros ilegales, compuesta principalmente en su gran mayoría por nacionales haitianos.

1.5.3 División Territorial

En términos de división territorial, la República Dominicana por medio de la Ley 55 del 2 de noviembre de 1965, se estableció el Sistema Nacional de Planificación Económica, Social y Administrativa y con el Decreto 685-00 de fecha 1 de septiembre del 2000, se establece una estructura local para impulsar el proceso de descentralización a nivel nacional.

Este decreto (685-00), estableció la división del país en doce (12) regiones, representadas en 31 provincias y un Distrito Nacional. Conforme a este decreto, las regiones administrativas son las siguientes: Región Distrito Nacional, Región Valdesia, Región Nordeste, Región Cibao Central, Región Norcentral, Región del Noroeste, Región Enriquillo.

Con la realización del “Censo Nacional de Población y Vivienda en el 2002”, el país contaba con 31 provincias y un Distrito Nacional, que es la capital de la República, 127 municipios y 98 distritos municipales, 917 secciones, 11,469 parajes y nueve regiones. Para finales del año 2007, el país contaba con 10 regiones, 31 provincias y un Distrito Nacional, 153 municipios, 228 distritos municipales, 1,171 secciones y 12,646 barrios y parajes

En cada provincia hay un “Gobernador Civil”, nombrado por el Poder Ejecutivo y del que es su representante. También, existe una “Ciudad Capital de Provincia”, en cada provincia, la cual es simplemente la sede del principal ayuntamiento de la provincia; normalmente, las oficinas regionales del gobierno central se encuentran en la capital provincial.

Cada provincia está compuesta por dos o más Municipios (anteriormente denominadas “Comunes”). Los Municipios son unidades político-administrativas erigidas por ley, no existiendo requisitos objetivos para su creación. Su gobierno está a cargo del “Ayuntamiento”, elegido por los ciudadanos que viven en su territorio.

1.6 Forma de Gobierno

El Sistema de Gobierno, descansa sobre un sistema democrático, republicano, civil y representativo; con una Constitución que incluye el principio de la separación de los poderes: Ejecutivo, Legislativo y Judicial.

El Poder Ejecutivo, lo preside el Presidente, electo por voto popular o directo, y se elige por un período de cuatro años.

El Poder Legislativo, consta de un Senado y una Cámara de Diputados. El Senado se compone de 32 senadores, uno por cada provincia y el Distrito Nacional. La Cámara de Diputados tiene 178 miembros, uno por cada 50,000 habitantes o fracción de 25,000.

El Poder Judicial, incluye una Suprema Corte con 16 jueces, 108 Cortes de Apelación, 174 Cortes Provinciales en las principales provincias y municipios del país. (ONE¹, 2008).

¹ Oficina Nacional de Estadística- RD en Cifras 2008.

1.7 Desarrollo Económico de Sectores Productivos

1.7.1 Comercio

El comercio presentó un crecimiento de 14.0 % mayor al 11.6% experimentado en enero-junio del 2006. Este desempeño se sustentó, en mayor medida, en la expansión de 40% en las importaciones comercializables, compuestas por los bienes gravables, con un aumento de US\$1,049.4 millones por encima de lo alcanzado en el primer trimestre de 2006.

El sector de exportación se desplazó de los productos “tradicionales” (azúcar, tabaco, café, cacao y minerales) hacia las manufacturas y el turismo, a causa de la debilidad de los precios de los productos básicos y a la protección. La economía adoptó una mayor apertura en términos de la IED en las zonas francas y el aumento de ingresos del turismo y remesas (lo que ayudó a financiar importaciones).

1.7.2 Sector Industrial (Zonas Francas)

El sistema de zonas francas de la República Dominicana es un sistema que alcanzado un gran desarrollo en los últimos años. Las operaciones de este sector, están regido por un marco legal definido (Ley 8-90- de Zonas Francas). Del mismo modo, la inversión de capitales por parte de individuos o entidades extranjeras, está regulada por la Ley de Inversión Extranjera (16-95) vigente desde 1995.

Las Zonas Francas en el país, cuentan con alrededor de 56 parques y 27 nuevas empresas que se instalaron en el año 2006, para un total de 555 empresas operación, de las cuales el 18.4% de estas empresas se dedicaran a las operaciones de servicios, 14.8% a la elaboración de productos agroindustriales, 14.8% a las telecomunicaciones y el restante 52.0% a otras industrias manufactureras. (ADOZONA²).

Durante el periodo Enero - Octubre del año 2007, cerca de 68 nuevas empresas de Zonas Francas, fueron aprobadas, las cuales generaron cerca de 7,417 nuevos empleos, con una inversión total de RD\$4,951,358,621.69 y una generación en divisas de US\$ 75,257,390.53. (CNZFE³). Del total de estos parques en operación, el 45% se concentra en la Región Norte del país; mientras que un 23% se concentra en el Distrito Nacional y la Provincia Santo Domingo, un 14% en la Región Este del país y un 11% en la Región Sur. Asimismo, el 61% de los parques corresponde al Sector Privado, el 34% corresponde al Gobierno y el 5% restante es de propiedad mixta.

Estas empresas contribuyen significativamente a la economía nacional suministrando empleo a cerca un 7 % de la población económicamente activa generando, junto con el sector turístico, la mayor parte de las divisas extranjeras del país.

La gran mayoría de estas empresas que operan están dedicadas a la confección textil, el 16.3 por ciento tienen actividades en el sector servicio, 4.9 por ciento en electrónica, 4.7 por ciento en tabaco y derivados, 3.95 por ciento en joyería, y 2.45 por ciento en calzado. Un cierto número de estas instalaciones industriales hacen uso intensivo de energía y podrían beneficiarse de actividades de proyectos MDL que envuelvan el reemplazo de electricidad generada por combustibles fósiles, de medidas de eficiencia energética, y de conversión de combustibles.

1.7.3 Sector Eléctrico

La industria de la energía eléctrica, presentó un crecimiento impulsado por el incremento en el periodo enero-septiembre de 2004, en la facturación de la energía eléctrica de 3.6% el sistema energético Nacional revirtió la caída

2 Asociación Dominicana de Zonas Francas, Inc.

3 Consejo Nacional de Zonas Francas de Exportación

experimentada a comienzo del año 2003. En el caso de la energía fue determinante el significativo aumento de 34.4% observado en el trimestre julio-septiembre, ocasionando un cambio de tendencia del valor agregado de la actividad para el período enero-septiembre.

Los reportes de facturación suministrados por las empresas distribuidoras de electricidad, estimaron que el consumo de energía en Kwh. de los diferentes sectores económicos supero el registrado en el mismo período, revirtiendo la tendencia negativa que venía exhibiendo desde principios de 2003. Destacándose los sectores residencial (4.8%), industrial (2.9%) y comercial (3.7%), mientras que el gobierno experimentó un ligero incremento de 0.9%, por la implementación de medidas orientadas al ahorro energético.

Este aumento registrado no se tradujo en igual magnitud en la energía facturada, debido a que las pérdidas de energía como proporción de la producción total se incrementaron en 5.2 puntos porcentuales, al pasar de 39.3% en el período enero-septiembre de 2003, a 44.4% en igual período enero-septiembre de 2004. Esto quiere decir que, de cada 100 Kwh. producidos, el 44.4% corresponde a pérdidas técnicas y a fraudes.

Asimismo para semestre enero-junio 2007, la actividad energética experimentó un crecimiento de 9.8%. Los informes de facturación de energía mostraron un crecimiento de 11.7% en los kilovatios consumidos, correspondiendo al sector residencial 9.9%, al comercial 8.5%, al industrial 11.4% y al Gobierno General 21.7 por ciento.

Para este mismo año, se está en proceso de instalación de dos centrales eléctricas con el carbón mineral termal de 600 a 700 MW de capacidad instalada cada una, localizadas, a una en el municipio de la provincia de Pepillo Salcedo, de Montecristi, y de la otra en el municipio de Hatillo, provincia de Azua.

La demanda creciente de electricidad en todo el país, especialmente en las áreas rurales pobres, ha originado la búsqueda de fuentes alternativas de energía. El país está creando nuevas medidas alternativas de ahorro de energía eléctrica a bajos costos y así reducir el impacto que tiene la factura petrolera en la economía dominicana, para ello dos proyectos que suman 215 megas, y una planta de 50 megas de energía solar, ambas en proceso de ejecución, ayudaran en el suministro de energía al sistema eléctrico nacional.

Los proyectos de energía solar han resultado en muchos beneficios para las comunidades involucradas. Gracias a un proyecto nacional, financiado por el gobierno nacional y el Programa de Pequeños Subsidios del Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo (PNUD), al mismo tiempo que otorga electricidad a más de 600 hogares rurales en 18 provincias están empleando energía solar para generar electricidad para televisores, radios y bombillos. En cuanto a la energía eólica, se han instaurado 50 megas en dos provincias del país: Peravia y Montecristi, al igual que 115 megas en Puerto plata. Un proyecto-piloto de nueve megas en la provincia Pedernales”.

También, están operando cuatro sistemas de biodigestores, que consiste en reciclar residuos orgánicos, a partir de las heces fecales del ganado vacuno o porcino y de los desperdicios de los rubros agrícolas para convertirlos en energía.

Según la Comisión Nacional de Energía, la demanda de electricidad se proyecta que crezca de 4.5% a 7.4 % anualmente, hasta el 2020.⁴ Se espera que la demanda de gasolina aumente en 2.5%, anualmente, hasta el 2015; la demanda de gasoil, en 3.6%; de gas natural, en 9.7%; GLP, en 3.2%; petcoke, en 4.2%; y carbón, en 5.9%. Debe destacarse que la demanda de fuel oil se espera que se reduzca en 4.5%, anual, y la demanda de gas oil, bunker y gasolina para autogeneración en 14.5% en el mismo periodo⁵.

4 Comisión Nacional de Energía, 2004. Plan Energético Nacional 2004-2015. Julio 2004.

5 Para información más detallada sobre las cantidades proyectadas demandadas en 2005, 2010 y 2015, referirse a la tabla 3.1 en el Anexo 3 del Plan Nacional de Energía 2004-2015.

1.7.4 Transporte.

El sector transporte es uno de los que ha experimentado un mayor crecimiento durante los últimos años. Según la Dirección General de Impuestos Internos (DGI), en su boletín de Enero - Diciembre 2005, la cantidad total de vehículos registrados para este año; fue de 1, 900.564 de los cuales, las motocicletas representan el 44.40%, los automóviles 29.51%, vehículos de carga 14.55%, y el restante 11.55% se distribuye entre jeeps, autobuses, máquinas pesadas, volteos y otros, respectivamente.

Según el registro de automóviles, por marca y año de fabricación, las predominantes, durante los años de 2000-2005, son las japonesas con una participación - promedio de 65.28%, seguido las europea con una participación de 24.91%; mientras que las marcas americanas promedian 6.48%; y el 3.32% restante se distribuye en el resto de las marcas.

Durante el primer semestre de 2007, la actividad transporte y almacenamiento registró un crecimiento de 6.3%, debido principalmente a la carga transportada de bienes de origen importado y productos agropecuarios. Cabe destacar el incremento del parque vehicular destinado a la actividad, ya que para el período analizado el registro es mayor en 7.5% al correspondiente al mismo período del año 2006.

Otros indicadores que avalan el crecimiento de la actividad son las recaudaciones del impuesto a la salida de pasajeros al exterior, las cuales mostraron una variación positiva de 13.9%, y el impuesto sobre usos de carreteras y puentes, que registró un crecimiento de un 5.2% (Banco Central).

El país, en estos momentos, acaba de inaugurar su primer sistema de tren subterráneo (Metro) que, en términos de proyectos de transporte colectivo, se ha convertido en la prioridad del Gobierno Dominicano. La construcción de un sistema similar está en curso para la ciudad de Santiago, como resultado de las recomendaciones del Banco Mundial.

1.7.5 Construcción

Al igual que para la industria manufacturera local, la depreciación incrementó notoriamente los precios de los insumos utilizados en la construcción, lo cual hizo disminuir el valor agregado en el sector. La actividad disminuyó, de hecho, tanto en el sector privado como en el público, en este último debido a una reducción del 4.1% en relación con año 2002 en el gasto del Gobierno Central en construcción. Este sector inició el primer trimestre del año con una caída de 12.0% ha ido mostrando signos de recuperación, a lo largo del período, aumentado en promedio 3.3%, durante el semestre Abril-Septiembre del mismo año.

En este sentido, durante el período Enero-Septiembre, la construcción se incrementó en 22.5%, de acuerdo con información, suministradas de la ejecución del presupuesto de la nación y los préstamos asociados a la construcción privada, otorgados por las diferentes entidades bancarias y las asociaciones de ahorros y préstamos aumentaron en 10.7%, motivados por la reducción de las tasas de interés.

Un indicador preponderante en la evolución de esta actividad lo es el mayor volumen de cemento vendido durante el período el cual aumentó en 5.2% en contraste con la disminución de 6.9% del mismo lapso del 2004. Esta mejoría registrada en la actividad, fue determinante para la reducción de posprecios de los materiales de la construcción, durante el período analizado como son: cemento (-44.8%); pintura (-29.5%); y varilla (-36.5%).

1.7.6 Minería

La República Dominicana cuenta con importantes y diversos yacimientos mineros. En la actualidad, se explotan comercialmente los depósitos de oro, plata, ferróniquel, mármol, sal y yeso. En el 2000, las exportaciones de ferróniquel constituyeron el principal rubro de exportación (fuera de las ventas de las zonas francas), alcanzando US\$ 237

millones en el mismo año. Otro producto mineral de exportación es el doré, consistente en una aleación de oro y plata, cuyas ventas sumaron US\$6.8 millones en 1999.

1.7.7 Sector agropecuario (productos agrícolas)

Durante el período Enero-Junio del año 2007, el valor agregado del sector agropecuario registró un crecimiento de 2.6%, resultado que se está comparando con el alto nivel de 16.3%, obtenido en igual periodo de 2006. Este comportamiento del sector se derivó del aporte realizado por las actividades: arroz (13.5%), cultivos tradicionales de exportación (6.6%) y ganadería, silvicultura y pesca (4.2%).

En este resultado incidió, principalmente, el desempeño registrado por el tercer trimestre en la producción de arroz (41.0%), producto de alta ponderación dentro de este subsector, el cual amortiguó la caída presentada en período Enero-Junio al pasar de -27.4% a -0.7% en Enero-Septiembre, debido al desplazamiento de la siembra de primavera. Incidió, además, la nacionalización de las importaciones, continuación del Programa de Pignoración y el apoyo financiero ofrecido por el Banco Agrícola de la República Dominicana (BAGRÍCOLA), con el aumento de 23.7% en los préstamos, otorgados al sector arrocero, al pasar de RD\$1,119.7 millones en Enero-Septiembre del 2004, a RD\$1,385.3 millones en igual período del 2005.

Otros rubros registraron comportamientos favorables, como los principales componentes de la canasta de alimentos, tal es el caso de las habichuelas (12.1%), papa (37.5%), tomate (15.0%), plátanos (33.8%), batata (27.5%) y guineo (16.8%). Esto debido al efecto combinado del aumento en las áreas cosechadas y los rendimientos, influenciado por los programas de apoyo ofrecidos a los pequeños y medianos productores por la Secretaría de Estado de Agricultura (SEA) y el BAGRICOLA, a través del Programas de Recuperación de la Producción de Alimentos Básicos.

Dentro de las actividades que desarrolló el programa, se destacan la preparación de tierra, distribución de semillas y materiales de siembra, operativos mecanizados de limpieza, desagüe y rehabilitación de caminos, asistencia técnica permanente y un mayor financiamiento.

Mientras los cultivos tradicionales de exportación presentaron un desempeño negativo, como son el cacao, el café y la caña de azúcar, productos de alta ponderación en la muestra del sector agropecuario.

La reducción de la producción de otros rubros de menor incidencia, como guandules, yuca, ñame, yautía, piña, coco, naranja y auyama, obedece básicamente a los daños ocasionados por la proliferación de plagas y enfermedades fungosas y bacterianas, productos de la fuerte humedad provocada por las abundantes lluvias que se registraron durante el primer semestre. En este sentido, la yautía fue afectada por la enfermedad del mal seco, principalmente en la regional nordeste, donde se produce el 75% de este tubérculo.

Dentro de los cultivos tradicionales de exportación el tabaco en rama tuvo un desempeño positivo, con un incremento de 30.8%, superando la caída de igual período del 2004, debido a la gestión eficaz del Instituto del Tabaco (INTABACO) y de los productores, en el control de las áreas sembradas, distribución gratuita de semillas, fungicidas, fertilizantes, además del ofrecimiento de asistencia técnica a los productores, durante la cosecha tabacalera 2004-2005.

El aumento registrado en la producción de habichuelas, revirtiendo la caída de igual período del 2004, obedece a los altos rendimientos alcanzados en San Juan de la Maguana (13.4%), principal zona productora de este cultivo, favorecido por las condiciones climatológicas, la asistencia técnica y las facilidades por la SEA y el BAGRICOLA, mediante el suministro de semillas certificadas, servicio de maquinarias y equipos para la rotulación de tierras y el financiamiento de la cosecha, con un aumento de 40.7%.

La producción de tomate se incrementó en 15.0%, derivado de la mayor superficie sembrada y cosechada del tomate industrial, durante el período Enero-Junio, conjuntamente con la introducción de nuevas variedades con mayor rendimiento. Influyó, además, la automatización de la siembra y recolección de la cosecha y la implementación del proyecto de cultivo bajo invernaderos y regadío por goteo, lo cual conllevó a un aumento de la productividad y la calidad del cultivo.

El aumento de la producción de papa (37.5%) y batata (27.5%), fue impulsado por el desempeño del trimestre Julio-Septiembre, con incrementos de 94.8% y 56.2%, respectivamente, como resultado de la implementación del programa “Recuperación de la Producción de Alimentos Básicos”, por la SEA, consistente en la distribución de semillas, reparación de maquinarias y equipos, preparación de tierras y recursos financieros a los productores.

La mayor producción de plátanos (33.8%) y guineos (16.8%) se atribuye a la efectividad del programa de rehabilitación y renovación de las plantaciones afectadas por los tornados registrados en algunas zonas productoras el pasado año, y a la asistencia prestada por la SEA, a través del programa de emergencia de manejo integrado y control de enfermedades como la Sigatoca Negra, entre otras.

Si bien la participación de los cultivos tradicionales en el total de ingresos de exportación ha disminuido marcadamente en el último decenio, el azúcar, el café, el cacao y el tabaco siguen siendo las cosechas que generan más divisas. Durante la última década, se ha emprendido la exportación de una nueva gama de productos no tradicionales, tales como frutas, tubérculos y vegetales de invierno.

1.7.8 Ganadería

El desempeño positivo que exhibe esta actividad (17.0%) responde a la expansión de la producción de carne de pollo (26.9%), huevos de consumo (13.4%), leche fresca (5.7%), y carne de res (2.4%), como consecuencia de la política de fomento de la producción implementada por la Dirección General de Ganadería y al Consejo Nacional de la Producción Pecuaria (CONAPROPE), mediante la aplicación de medidas de saneamiento y control de enfermedades, la mejoría en los alimentos suministrados a los animales y la introducción de especies de alta genética. En este resultado también incidió el aumento de 47.9% del financiamiento del Banco Agrícola al subsector pecuario.

En el crecimiento de la producción de carne de pollo fue determinante el aumento de la demanda provocada por una reducción de los precios al consumidor (11.5%), al pasar de RD\$33.54/lib., en el mes de septiembre. Mientras que la expansión de la producción de huevos de consumo se corrobora con el aumento de las gallinas ponedoras. En ambos casos, contribuyó el incremento de 42.6%, registrado en los desembolsos del BAGRÍCOLA a los productores avícolas. Es importante destacar que dentro del renglón avícola, los préstamos destinados a la adquisición de gallinas ponedoras crecieron en 140.8% en el período Enero-Septiembre.

1.7.9 Sector Turístico

La República Dominicana, para el año 1998, presentó una planta hotelera con 549 alojamientos turísticos y 44,698 habitaciones en todo el país. De éstas, 365 instalaciones con 34,445 habitaciones se encuentran en 5 provincias turísticas costeras necesitadas de urgencia de proyectos de infraestructuras de agua potable y saneamiento urbano. Esta planta turística se distribuye de la siguiente manera: 39% corresponde a la región norte; un 31%, a la región este; un 20% a la región sudeste (costa desde San Pedro de Macorís hasta el Distrito Nacional); un 5% a la región noreste (Samaná); y el restante 1% a la región sur (Barahona).

Actualmente, el turismo desempeña un papel predominante en la economía de la República Dominicana, y es uno de los principales generadores de divisas, y se mantiene como uno de los sectores más dinámicos de la economía. Para el año 1998, el turismo generó US\$2,141.7 millones, y para el período comprendido entre los meses de Enero-

Septiembre de 1998, este creció a una tasa de 7.1%, resultado que estuvo por encima del crecimiento total del PIB que, para el mismo período, creció en un 6.8%.

El crecimiento del sector turístico en la República Dominicana se mide a través de dos variables importantes, el ingreso de divisas y el ingreso de turistas. Esto se debe al hecho de que las cuentas nacionales para el sector no están abordadas adecuadamente, debido al sistema de cuentas nacionales que se lleva a cabo en el país.

Carácter social: El desarrollo del turismo en República Dominicana ha impactado de distintas formas a la sociedad dominicana, tanto de manera positiva como negativa. Entre los aspectos positivos, podemos mencionar el desarrollo de algunas comunidades que han mejorado el acceso a los servicios básicos. La actual repercusión del turismo sobre otras cuestiones relacionadas con el desarrollo sostenible, incluidas las de carácter ambiental, social, institucional y cultural, entre éstas la preservación del patrimonio cultural:

1.8 Sistema educativo

En materia de cobertura educativa, el sistema educativo dominicano está regulado y dirigido por dos secretarías de Estado: La Secretaría de Estado de Educación (SEE) que, conforme con la Ley Orgánica de Educación 66-97, garantiza el derecho de todos los habitantes de la República Dominicana a la educación.

Esta coordina los tres primeros niveles educacionales: Inicial (los primeros cuatro años); Básico (del cuarto hasta el octavo año); y Medio, que comprende desde el noveno hasta el decimosegundo año; al concluir este último nivel, se recibe el título de Bachiller.

La Secretaría de Estado de Educación Superior Ciencia y Tecnología (SEESCYT), creada con la aprobación de la Ley No., 139-01 del 13 de agosto del 2001. La misma es la instancia responsable de la Educación Superior y que comprende los niveles de Técnico Superior, Grado y Postgrado.

La SEESCYT ha continuado con el proceso de expansión y ordenamiento de la educación superior que ha experimentado la República Dominicana, durante los últimos cuarenta años, y ha concentrado sus esfuerzos en definir una política nacional de Ciencia y Tecnología.

Durante las últimas décadas, República Dominicana ha logrado progresos significativos en materia de educación; por ejemplo, durante el año 2002, según estudios realizados por ENDESA⁶, se registró que la proporción de personas sin educación se redujo a la mitad entre 1996 y 2002, pasando del 20% al 10%, y la población con educación secundaria y universitaria subió de 25% a 30%.

Asimismo, hubo una tendencia a mejorar los niveles educativos por grupos de edad. En el acceso de la educación primaria se incrementó en 43% en el transcurso de la última década, y para el año 2000, 1.4 millones de estudiantes asistieron a los más de 4 mil centros educativos del país. La tasa neta de escolaridad de la población, entre 6 y 13 años, fue de 63%; de 91%, durante el año escolar 2002-2003, y su tendencia es la de llegar a 100%, para el 2015.

El país tuvo una tasa de alfabetización con un valor aproximado al 86%; la tasa de escolaridad para la Educación Media fue alrededor de un 60%. El porcentaje de las personas que nunca han asistido a la escuela es menor entre los grupos de edades más jóvenes, y el nivel de escolaridad promedio es mayor.

Para el año 2002, el Subsistema de Educación Superior integró una población estudiantil correspondiente al 11% (186,134 estudiantes en los tres subniveles), de la totalidad de alumnos en los niveles Inicial, Medio y Básico, cerca de 2.6 millones de estudiantes.

6 Encuesta Demográfica y de Salud 2007.

En el nivel básico, de un total de 30,802 docentes, 21,089 (68.5%) no alcanza el grado de licenciatura; en cambio, en el Nivel Medio, del total de 7,633 docentes, 5,466 (58.5%) tienen un nivel académico entre licenciatura, postgrado y maestría. En la modalidad técnico-profesional, de un total de 1,155 docentes, 749 (64.8%) han alcanzado un grado académico que va de la licenciatura hasta la maestría.

En la actualidad, la educación dominicana ha elaborado el Plan Estratégico de Desarrollo de la Educación dominicana 2003-2007. Este Plan de Desarrollo de la Educación dominicana se ha extendido para los años 2003-2012, y cuyas orientaciones constituirán, para los próximos años, el principal instrumento para lograr el desarrollo de la educación dominicana y los compromisos asumidos por el país en los distintos acuerdos internacionales.

La Secretaría de Estado de Educación, a finales de los años 90, creó los programas alternativos de educación formal. Estos brindan cursos de equivalencia primaria (Educación Básica para Adultos – EBA), y secundaria (PREPARA), para permitir a personas de edad avanzada que habían desertado de la escuela el obtener sus diplomas de 8vo. y 12mo. grados.

Los resultados, por indicadores, reflejan que, en el aspecto de cobertura, en educación básica, hay una relativa homogeneidad entre las provincias, con un promedio nacional de 85.6%; no ocurre igual en la matriculación de la Enseñanza Media, cuya variación interprovincial es 5.4 veces más grande que en la Básica. En la matriculación Media, el promedio nacional es del 34.5%, y oscila entre un 45%, en el Distrito Nacional, y un 17%, en Elías Piña.

1.9 Salud humana

En las áreas de salud, la República Dominicana ha experimentado sustanciales cambios, impulsados por la aprobación, durante el año 2001, de las leyes 42-01 (Ley General de Salud), promulgada el 8 de marzo del año 2001, y 87-01 (Ley que crea el Sistema Dominicano de Seguridad Social).

Estas leyes sientan las bases para la conformación del Sistema Nacional de Salud (SNS) y del Sistema Dominicano de Seguridad Social, respectivamente. Asimismo, este nuevo marco legal ordena realizar las transformaciones necesarias para un sistema de protección social con cobertura universal, y promueve el aumento del aseguramiento, vía cotizaciones sociales, con los aportes de empleadores y empleados, y del Estado para las personas de menores ingresos.

La Ley 42-01 regula todas las acciones que permiten al Estado hacer efectivo el derecho a la salud, y la Ley 87-01 establece los fundamentos para el desarrollo de un sistema de protección social, con cobertura universal, y promueve el aumento del aseguramiento, vía cotizaciones sociales, con los aportes del Estado, de empleadores y de empleados. Este nuevo marco legal consagra el deber del Estado en garantizar la salud a toda la población, y ordena realizar las transformaciones necesarias, para que las funciones del Sistema Nacional de Salud –rectoría, provisión, aseguramiento, financiamiento– se separen y sean asumidas por las diferentes instituciones que lo conforman. A la Secretaría de Estado de Salud Pública y Asistencia Social (SESPAS) se le asigna la función de rectoría y la provisión de las intervenciones de salud colectiva.

Las condiciones de salud se traducen en una mayor o menor probabilidad de disfrute prolongado de la vida, pero también en la capacidad de aprovechar mejor los servicios de educación y acceder más fácilmente a estos. Los indicadores de salud y saneamiento han experimentado mejorías significativas, durante los últimos 50 años. Sin embargo, aún persiste un cuadro de alta mortalidad y morbilidad, relacionado con falta de atenciones preventivas en salud.

El suministro de agua potable, se contrajo en 2.2%, debido a las deficiencias registradas en la capacidad de restablecer los niveles de presión para operar los sistemas de producción y bombeo requeridos para operar eficazmente los sistemas de producción. Las empresas productoras realizan sus gestiones, con miras a mantener en funcionamiento los principales acueductos del país.

1.10 Políticas de desarrollo de manejo de recursos naturales.

La aprobación de la Ley General de Medio Ambiente (Ley 64-00) y la creación de la Secretaría de Estado de Medio Ambiente y Recursos Naturales, durante la segunda mitad del año 2000, fueron los pasos iniciales para desarrollar un nuevo régimen de política que articule la protección ambiental y el manejo sostenible de los recursos naturales con la expansión económica.

La Secretaría de Estado de Medio Ambiente y Recursos Naturales nace con el propósito de aplicar una política de Estado integral, para la conservación y protección de los recursos naturales y medio ambiente de la República Dominicana. Esta ley ordena, formalmente, la integración de la protección del medio ambiente y recursos naturales a los planes y programas de desarrollo económico y social.

El sistema de áreas protegidas (AP) ha seguido un proceso muy dinámico, a lo largo de los últimos 30 años. Su número y extensión de áreas han variado con una tendencia creciente; pero existen pocas fuentes de información confiables. El porcentaje del territorio nacional establecido como AP pasó del 16.2% (1998) al 19% (2000), por efecto de la Ley 64-00.

En materia de ordenación, conservación y desarrollo sostenible de los bosques, el país ha desarrollado una política forestal que privilegia la producción de plantas, semillas, la reforestación de las cuencas altas de los ríos con el sector privado y las comunidades; esto ha hecho que la cobertura boscosa haya aumentado en los últimos años. Por ejemplo, durante el año 1980, existían unas 2,100 hectáreas de plantaciones de bosques de sólo dos especies; en cambio, para el 2003 se estiman más de 45,000 hectáreas de plantaciones forestales de unas 72 especies entre endémicas y exóticas.

Dentro de esta gran variedad de cubiertas boscosas en los que se incluyen bosques de hoja ancha o latifoliadas (bosques nublados, húmedos y semihúmedos), bosques de coníferas, constituidos, mayormente, por la especie indígena *Pinus occidentalis*, y bosques secos (USAID/RD, 2001). Una gran parte de los bosques se encuentra en áreas protegidas: el 36,7% (1998), y el 63,3% cubre áreas específicas de manejo y áreas con posibilidades de aprovechamiento sostenible, exceptuando los manglares (SEMARENA, 2001). El número de áreas protegidas creció notablemente, y llegó a alcanzar un total de 70 de estas, durante el año 2000.

1.10.1 Diversidad y endemismo de flora y fauna

La tasa de endemismo es relativamente alta en los hábitats, particularmente frágil y sujeto a extinción. Por lo tanto, una conservación agresiva es necesaria para conservar la riqueza de biodiversidad del país. El hecho de que al vecino Haití le quede poco hábitat terrestre nativo añade importancia a la conservación de nuestra singular biodiversidad. (Cuadro No. 3). Identifica la variedad y tasa de endemismo de las especies nativas. Casi todos los reptiles y anfibios son endémicos, y más de la tercera parte de la flora de la República Dominicana es endémica.

Cuadro No. 3. Representación de la biodiversidad, a nivel de especies, en la República Dominicana.

Número de especies	Número de especies endémicas		% de especies endémicas
Flora			
Plantas vasculares	5,600	1,800	36
Algas	168	Desconocido	Desconocido
Fauna			
Mamíferos	48	2	10
Aves	296	26	9
Reptiles	146	138	94.5

Número de especies	Número de especies endémicas	% de especies endémicas
Anfibios	65	63
Peces	399	
Moluscos	311	
Artrópodos/Crustáceos	164	
Cnidarios	111	
Equinodermos	67	
Poríferos	39	
Anélidos	6	

Fuentes: CIBIMA 1994, SEA/DVS 1990, PNUD 2000; CEPNET/BID, Liogier 1978, CIBIMA 1994.

1.10.2 Recursos hídricos

Existen, en el territorio dominicano, unas 108 cuencas hidrográficas, que son aprovechadas para irrigación, agua potable y generación de energía eléctrica. Los ríos dominicanos son cortos, rápidos y de caudal irregular, y las cuencas más grandes son: la cuenca del río Yaque del Norte, con 7050 Km²; río Yuna, con 5070 Km²; y el río Yaque del Sur, con 5340 Km² de superficie. La Cordillera Central es el nudo hidrográfico del país. En su vertiente norte, nacen los ríos Yuna y Yaque del Norte, que drenan el Valle del Cibao. Además, hace que desemboquen en el Atlántico las aguas de la vertiente sur de la Cordillera Septentrional. En su vertiente sur, nacen el Yaque del Sur y el Artibonito, que desembocan en el Caribe. Estos son los ríos principales; pero, en la República Dominicana, hay una densa red de ríos y afluentes que drenan todo el territorio, e incluso se presenta una red subterránea en las zonas calizas.

En el país, se localizan las masas de agua interiores más grandes y numerosas del Caribe, con 270 sistemas lentiscos; los de mayor extensión son: Lago Enriquillo, con 256 Km²; las lagunas de Cabral, con 30 Km², y la de Oviedo, con 28 Km². 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 (promedio anual), y la de agua subterránea, en 1,500 millones de mts; 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 mil millones de metros cúbicos, de los cuales 51 mil millones de metros cúbicos son evapotranspirados. De los 22 mil millones de mts restantes, aproximadamente 19 mil millones de mts se convierten en escorrentía superficial, y los restantes 3 mil millones de mts pasan al subsuelo en forma de recarga a los acuíferos.

La utilización del agua subterránea, para 1983, ascendía al 16% del total nacional estimado, y se observaba un incremento importante en el uso de este recurso, durante el año 1994, cuando la explotación de los acuíferos aumentó al 33% del volumen total de agua, calculado para todo el país. De manera general, la población y la industria dependía del agua subterránea, y la agricultura y la electricidad del agua superficial (PNUD, 2000).

Según el balance hidráulico, realizado por el INDRHI (PLANIACAS, 1983), el volumen potencial de agua, per cápita, aprovechable anualmente, se estima en 271 l m³/hab., sin considerar la contribución directa de la lluvia. Sin embargo, al evaluar el índice de disponibilidad específica de agua, definido por Shiklomanov (1998), resulta de un valor de 2.4 (considerando 8.3 millones de habitantes en el año 1999, según el PNUD), lo que califica la disponibilidad de agua para el desarrollo como baja.

El Instituto Nacional de Recursos Hidráulicos determinó la cantidad de agua aprovechable por regiones en la República Dominicana. La citada institución calculó el agua superficial en 20995 millones de m³, y el agua subterránea, en 1510 millones de m³, (INDRHI, PLANIACAS, 1983).

En algunos lugares, la capa freática o manto acuífero es tan superficial que el agua brota espontáneamente, apenas se perfora el suelo, y así surgen los pozos artesianos, usados para proyectos agrícolas. Uno de los métodos utilizados para extraer el agua subterránea en varias regiones del país, además de las bombas eléctricas, es el molino de viento.

Según el PNUD (2000), la lluvia aporta, anualmente, como promedio 73 mil millones de m³ de agua a la fase terrestre del ciclo hidrológico, de los cuales 51 mil millones retornan a la atmósfera, a través del proceso de evapotranspiración, y 22 mil millones constituyen el volumen de agua, potencialmente aprovechable. Aproximadamente 19 mil millones de m³ de agua se convierten en escorrentía superficial, y 3 mil millones pasan a formar parte del agua subterránea. De acuerdo con estas cifras, la disponibilidad anual de agua, per cápita, era 271 l m³ en 1999.

La infraestructura hidráulica principal del país está integrada por 18 presas, con una capacidad total de almacenamiento de 2,178 millones de m³ de agua (11% del volumen de la escorrentía anual). Estas presas están destinadas al abastecimiento, riego y generación de electricidad, a la vez que sirven como obras reguladoras de crecidas. Del potencial hídrico, se explota alrededor del 15%, distribuido en: 89% para usos agrícolas; 6% para uso industrial; y 5% para el sector doméstico; mientras que de las reservas de agua, controladas hidráulicamente, se explota el 40% (PNUD, 2000).

El riego es uno de los principales consumidores de agua en la República Dominicana, la superficie potencial que podría ser beneficiada por el riego, alcanza 710,000 ha., de las cuales 265 125 ha. (37%), están equipadas con sistemas de riego y drenaje. El 70 % de las áreas bajo riego depende de fuentes de agua reguladas. Cerca del 20 % del área equipada tiene problemas de drenaje, por lo que miles de tareas se mantienen fuera de producción.

En el área, equipada para riego, están asentadas alrededor de 80 mil familias. La eficiencia del riego se estima entre 18 y 25%; por tanto, de los 22 millones de m³ de agua, servidos diariamente, a través del sistema de riego del país, unos 16.5 millones de m³ se pierden, y causan la salinización de los suelos. Según G. Méndez, el consumo de agua en la agricultura, durante el año 2000, fue de 6900 millones de m³

El abasto de agua potable a la población se estima en 754 millones de m³ anualmente. Las pérdidas de agua en el sistema de distribución fueron estimadas en 58% del total entregado, durante el año 2000. Atendiendo a la magnitud de estas pérdidas, se puede calificar como muy baja la eficiencia del sistema de abasto de agua a la población.

El 65% de la población del país tiene fácil acceso al agua para uso doméstico; mientras que el 41% de la población está beneficiada con conexión domiciliaria; y solamente el 11% de los habitantes del país están favorecidos con el servicio de alcantarillado sanitario (INDRHI, 2000).

1.10.3 Borde costero

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, y un aproximado de 238,250 km² de superficie marina dentro de los límites de la Zona Económica Exclusiva (ZEE). De este total, aproximadamente el 3% (7,600 km²) es parte de la plataforma insular, definida como aguas costeras a una profundidad menor de los 180 metros. Otro 2% de las aguas oceánicas están ocupadas por el Banco de la Plata y el Banco de la Navidad, las cuales son importantes áreas de arrecife en alta mar, al norte de la isla.

La costa de la República Dominicana es una combinación de costa rocosa, mangle y otros humedales, dunas y playas. Por debajo de la línea de marea, las praderas de hierbas marinas y arrecifes de coral son recursos importantes y

críticos para la productividad marina. Las provincias costeras y sus numerosos cayos e islotes ocupan una extensión de 27,437 km², o sea, un 56.3% de los 48,730 km² 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 km², equivalente a un 16.5% de la superficie del país (Marcano, 2000).

La pesca marina en la República Dominicana es principalmente costera, y es explotada por una industria de pesca artesanal de tecnología sencilla. La flota pesquera marina fue estimada en más de 3,750 embarcaciones, una fuerza de más de 8,600 pescadores que operan en unos 165 sitios de desembarco, y la producción anual es del orden de las 18,000 toneladas (Giudicelli, 1996).

La explotación pesquera abarca más de 300 especies de peces, además de crustáceos y moluscos, que se capturan en todos los hábitats y ecosistemas de la plataforma dominicana. Estas pesquerías pueden dividirse en tres complejos ecológicos: el del litoral estuarino, de manglares-pastos marinos-arrecifes coralinos, y el de las aguas oceánicas (Herrera, 2000). La explotación se realiza con más de 20 artes de pesca (Sang et al., 1997). Algunos recursos pesqueros son especialmente relevantes como la langosta (*Panulirus Fargus*) (Herrera et al., 1997) y el lambí (*Strombus gigas*).

En la isla, la pesca tiene lugar en toda el área de plataforma insular o Zona Económica Exclusiva (ZEE) que es casi cinco veces la extensión territorial dominicana (238,250 km²). La línea costera está dividida en cinco zonas pesqueras de importancia: norte, nordeste, este, sur y suroeste (Colom et al., 1990), aunque el mayor potencial pesquero se localiza en las regiones donde la plataforma es más ancha.

Las zonas de mayor extensión son: de Montecristi a Punta Rucia (abarcando el Banco de Montecristi y los Cayos *Siete Hermanos*); la Bahía de Samaná; al frente de Cabo Engaño, donde llega hasta 44 kilómetros de la costa; alrededor de la Isla Saona; al sur de Baní y en la Bahía de Ocoa; y alrededor de las islas Beata y Alto Velo.

La acuicultura en la República Dominicana se enfoca en la producción en agua dulce, principalmente tilapia (*Oreochromis*) y camarón (*Macrobrachium rosenbergii*). Hay 22 instalaciones de acuicultura privadas, la mayoría de las cuales producen pescado y camarón.

El incremento del valor agregado de este subsector se atribuye, principalmente, a la captura de peces en presas, ríos, estanques, lagunas y otros cuerpos de agua, en respuesta a los programas de crianzas de peces que fomenta la Secretaría de Estado de Agricultura, a través de su departamento de Recursos Pesqueros, con la finalidad de suplir la mayor demanda, sobre todo, del sector turístico.

1.11 Suelos y capacidad de uso de la tierra.

Los suelos se caracterizan por el predominio de pendientes pronunciadas, considerados inapropiados para la producción agrícola intensiva, de vocación forestal o de conservación (67% del territorio).

Este posee un terreno montañoso con fértiles valles dispersos, y la utilización de la tierra es de la siguiente manera: 21% de las tierras son cultivables; un 9% son tierras que poseen cultivos permanentes; un 43% son de pastos permanentes; un 12%, de bosques; y el 15% restante, en otros tipos de terreno.

En un estudio, realizado por la Organización de Estados Americanos, durante el año 1977 (CEP, 1981), se publicó una clasificación de capacidad y uso de suelos para la República Dominicana. Este trabajo señaló que aproximadamente el 12.6% de los suelos de la República Dominicana son de las clases I a III.

Estos suelos tienen buen potencial para el cultivo intensivo con sólo limitaciones moderadas; mientras que más del 55% de la superficie de tierra tiene suelos tan inclinados, rocosos o someros, que están dentro de las categorías de las clases VII a VIII, y tienen buen potencial sólo para silvicultura o áreas protegidas.

Muchos de los suelos restantes tienen una capacidad limitada para soportar agricultura intensiva, aunque algunos pueden ser usados de manera efectiva para cultivos perennes (café, cacao) y pastos. (Cuadro No. 4.)

Cuadro No. 4. Clasificación de la capacidad de uso de la tierra para la República Dominicana, según el USDA.

Clases	Km ²	Porcentaje del territorio nacional	Características generales de la Unidad o Clase de Tierra
I	537	1.1	Excelente para cultivo, alta productividad potencial
II	2,350	4.9	Muy bueno para cultivo, pocos factores limitantes.
III	3,122	6.6	Bueno para cultivo, algunos factores limitantes, potencial de productividad media con buen manejo.
IV	3,639	7.7	Potencial limitado para cultivo, apropiado para pastos o cultivos perennes, con factores limitantes severos. Productividad baja a media con manejo.
V	6,071	12.7	Factores limitantes severos, especialmente el drenaje. Puede ser usado para pasto, o para arroz con manejo intensivo.
VI	5,611	11.8	No puede cultivarse, excepto para ciertos cultivos perennes (como el café), pastos o usos forestales. Los factores limitantes incluyen la topografía, profundidad del suelo, presencia de piedras.
VII	25,161	52.7	No puede ser cultivado, apropiado solo para usos forestales.
VIII	1,202	2.5	No puede ser cultivado, apropiado para áreas protegidas o usos de vida silvestre.
Total	47,693	100.00	

Nota: No incluye 588 km² de lagos, islas y otras áreas.

Fuente: Estudio de los Recursos Naturales de R.D., OEA, 1967; citado en CEP, 1981.

1.12 Características de manejo y volumen de los residuos sólidos urbanos.

El manejo de desperdicios sólidos, especialmente la basura urbana, es un asunto de alta prioridad en la República Dominicana. En la ciudad de Santo Domingo, la recogida de desperdicios sólidos está en un 95% privatizada.

Este proceso fue iniciado en 1984. 18 municipalidades de un total de 105 tienen ahora servicios de recogida de basura contratados con firmas privadas, o se encuentran en el proceso de contratación.

Los desperdicios sólidos han cambiado en su composición en Santo Domingo durante los últimos veinte años. En 1980 se estimaba que el 80% de los desperdicios era material orgánico (50% desperdicios de alimentos; 30% desperdicios de jardines). Durante el año 2001 la fracción orgánica ha declinado al 52%; mientras que los plásticos ahora hacen hasta el 8%; el papel y cartón, 15%; y el vidrio, 3% (Cuadro No. 5).

Cuadro No. 5. Composición de desperdicios sólidos de diferentes fuente

Tipos	Fuentes						Promedio
	Residencial, alto ingreso	Residencial, ingreso medio a bajo	Residencial, bajo ingreso, área # 1	Residencial, bajo ingreso, área # 2	Mercados Públicos	Hoteles	
Plástico	14.0	14.3	6.4	13.8	1.5	--	8.3
Papel	23.0	17.1	12.0	13.8	--	23.3	14.9
Tela	2.2	9.3	8.2	10.6	--	3.8	5.7
Vidrio	1.9	6.2	1.7	4.3	-	2.8	2.8
Metal	3.3	7.5	6.3	4.0	-	1.5	3.8
Restos alimentos	11.6	19.4	18.3	23.3	95.0	22.1	31.6
Restos jardines	41.3	26.2	5.5		7.2	3.5	39.4
Suelo, otros	2.7	-	41.6		23.0	-	7.1
Total	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0
Humedad (%)	40.0	53.4	-	-	60.1	-	51.2
Peso específico (kg/m ³)	364.2	523.8	474.0	357.5	412.9	402.1	422.4

Fuente: Ayuntamiento del Distrito Nacional, 2001.

Existe un alto contenido de papel y de desperdicios de jardines, provenientes de áreas residenciales de alto y mediano ingresos y la preponderancia de desperdicios de alimentos de los mercados públicos. Estas diferencias presentan interesantes posibilidades para la separación y reciclaje por zonas de recolección.

La recolección y reciclaje de basura en Santo Domingo es realizada por flotas de camiones privados, incluyendo 205 compactadores, 68 volteos y otros vehículos. En otras 20 municipalidades hay 76 compactadores y 72 volteos, con la necesidad de por lo menos del doble de este número para dar un servicio adecuado en las mismas (Castillo-Ti0, 2001).

Aproximadamente el 98% de los desperdicios sólidos proyectados es depositado en vertederos abiertos. En ciudades como San Francisco de Macorís y Moca están intentando enterrar la basura en sus vertederos y Puerto Plata ha sido financiado por el Banco Mundial para desarrollar un sistema comprehensivo de recolección y disposición de la basura con altos estándares. Ver Cuadro No. 6.

Cuadro No. 6. Cantidad de desperdicios sólidos producidos

Años	Santo Domingo, promedio	Resto del país		Total
		Toneladas / día	Toneladas / día	Toneladas / año
1999	2,688.26	-----	-----	973,916
2000	3,570.16	2,030	740,950	1,409,200

Fuente: Ayuntamiento del Distrito Nacional 2001.

La disposición en vertederos al aire libre no preparados o pozos, puede crear serios problemas de salud ambiental, incluyendo la contaminación de las aguas subterráneas. Este riesgo es mayor en las llanuras de la costa sur donde las aguas subterráneas están cerca de la superficie y los acuíferos de roca caliza tienen una alta tasa de transmisión de contaminantes.

2

INVENTARIO NACIONAL

DE GASES DE EFECTO INVERNADEROS

2.1 Inventario Nacional de Gases de Efecto Invernadero 1998 y 2000.

Emisiones y remociones de GEI resultan de un elevado número de actividades humanas. En las guías revisadas (IPCC-OECD- IEA, 1997), éstas han sido agrupadas en las siguientes seis categorías principales de fuentes o sumideros que son las utilizadas en el inventario nacional para reportar las emisiones y que constituyen módulos dentro de la monografía del inventario. Estas categorías son: Energía, Procesos Industriales, Solventes y Uso de otros productos, Agricultura, Cambio del Uso de la Tierra y Silvicultura, Desperdicios.

Por conveniencia, todos son genéricamente referidos como GEI, aunque algunos de ellos no lo son, por lo que pueden subdividirse en: Gases de Efecto Invernadero Directo; Dióxido de Carbono (CO_2), Metano (CH_4), Oxido Nitroso (N_2O), Hidrofluorocarbonos (HFC_s), Perfluorocarbonos (PFC_s) y Hexafluoruro de Azufre (SF_6). Otros Gases de Importancia Radiactiva y Fotoquímica (Gases de Efecto Invernadero Indirecto): Monóxido de Carbono (CO), Óxidos de Nitrógeno (NO_x), Compuestos Orgánicos Volátiles Distintos al Metano (COVDM) y Dióxido de Azufre (SO_2).

Cada uno de los seis módulos, mencionados anteriormente, tiene una apertura en “categorías y subcategorías de fuentes” las que son abordadas, por separado, con todos sus detalles. En cada categoría, se sigue la siguiente estructura interna: Introducción, Selección del método, Selección de los factores y otros parámetros de emisión; Selección de los datos de actividad; Resultados obtenidos; evaluación exhaustiva, de incertidumbre.

En este reporte del inventario, se siguen, en la extensión que resulta posible, las directrices de las GBP (IPCC, 2000) de forma complementaria a las indicaciones de las guías revisadas del IPCC, de 1996 (IPCC-OECD-IEA, 1997). Limitaciones con los datos de actividad del país, impidieron la introducción, en este reporte, de las GBP-UCUTS (IPCC, 2003), aunque se utilizan algunos elementos puntuales de éstas.

Para cada una de las categorías de fuentes abordadas en este reporte, se utilizan los mejores métodos de estimación que posibilitaron los datos disponibles en el país y captados para la realización del inventario. En sentido general, los métodos utilizados se dividen en dos grupos:

1. Métodos de Nivel I (más simples) donde se utilizan datos del país y factores por defecto de las Guías del IPCC u otras metodologías reconocidas.

2. Métodos de Nivel II (más complejos). Normalmente basados en modelos que se aplican a partir de datos del país y factores calculados también a partir de datos y resultados de investigaciones realizadas en el mismo.

2.1.2 Metodología

En este reporte del inventario, se siguieron, en la extensión que resultó en lo más posible, las directrices de las guías de Buena Práctica del IPCC 2000, de forma complementaria a las indicaciones de las guías revisadas del IPCC de 1996 (IPCC-OECD-IEA, 1997). Limitaciones con los datos de actividad del país, impidieron la introducción, en este reporte, de las guías de Buena Practica-UCUTS (IPCC, 2003) aunque se utilizan algunos elementos puntuales de éstas.

2.1.3 Dificultades confrontadas

Debido a las dificultades confrontadas para la captación de los datos de actividad que requiere la preparación del inventario, la mayor parte de los métodos utilizados son de Nivel I lo que incrementa la incertidumbre de los resultados obtenidos. Para cada una de las categorías de fuentes abordadas, se explica en detalle la metodología utilizada, los criterios a partir de los cuales se abordó, tanto la selección de los datos como el cálculo de los factores y parámetros de emisión utilizados.

Entre las mejoras incorporadas en este reporte, en relación con los reportes previos, es que en un número mayor de categorías de fuentes se utilizan métodos de Nivel II y además se abordaron algunas categorías que no habían podido ser evaluadas en el reporte previo.

2.1.4 Evaluación exhaustiva de incertidumbre

La información utilizada cubre prácticamente la totalidad de los consumos de combustibles vinculados a la energía en el país. No obstante, en algunas categorías de fuentes, no pudieron desagregarse adecuadamente los consumos, especialmente en el sector Agricultura, Silvicultura y Pesca y para algunas subcategorías de las fuentes móviles (ferrocarriles, embarcaciones).

La incertidumbre general en los datos de actividad es una combinación tanto de errores sistemáticos como aleatorios. Dado que en la República Dominicana para los años que cubre este reporte se realizó una buena colección de datos relacionados con la energía, es probable que la incertidumbre general sea muy baja (factor de incertidumbre 1,05% e incertidumbre $\pm 5\%$).

Resultados generales, obtenidos en la estimación de las emisiones y absorciones de GEI, para los años 1998 y 2000

2.2 Emisiones de CO₂ del sector Energía

En este módulo se aborda la estimación de las emisiones de gases de efecto invernadero directo e indirecto y SO₂ 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 en las que se toman en cuenta otros criterios metodológicos. Además, se calculan las emisiones, procedentes tanto de las fuentes estacionarias como móviles.

Las emisiones de este modulo proceden de dos fuentes principales:

Emisiones de CO₂ procedentes de las fuentes de combustión (Método de Referencia) y las Emisiones de CO₂ obtenidas por el Método Sectorial o por Categorías de Fuentes

2.2.1 Emisiones de CO₂ procedentes de las fuentes de Combustión (Método de Referencia)

La economía y el consumo de energía del país están sustentados principalmente en el uso de los combustibles fósiles. En el sector energía, las emisiones fueron las de mayores aportes a las emisiones de dióxido de carbono. Estas emisiones, obtenidas por el método de referencia (enfoque arriba-abajo) corresponden totalmente a la quema de combustibles fósiles líquidos, pues, para esos años, no se reportaron consumos de combustibles fósiles sólidos o gas natural.

Estas emisiones importan un total de 16946,64 Gg para el año 1998, y 17684,18 Gg para el año 2000, provocando alrededor del 93-95% de las emisiones de dióxido de carbono. El resto 5-7% de las emisiones son provocadas por otros sectores de la economía.

Otras contribuciones importantes fueron las emisiones de CH₄ con 17,55, para el año de 1998, y de 16,4, para el año 2000, siguiendo con el N₂O; para el 1998, las emisiones fueron de 0,42, y de 0,46, para el 2000. Las emisiones de NO_x representaron un total de 78,22 para el año de 1998 y un total de 92,6 para el año 2000.

El CO₂, para el año de 1998, fue de 707,37, y de 783,63, para el 2000. Para los COVDM, se obtuvo un resultado de 99,43, para el año de 1998, y de 113,2 en el 2000, y para el SO₂, los resultados obtenidos fueron de 57,26 para el 1998, y de un total de 109,59 en el año 2000.

2.2.2 Emisiones de CO₂ por la quema de biomasa para producir Energía

Éstas se situaron en 5907,31 Gg en 1998, y 6285,45 Gg en el año 2000,) en buena medida proceden de la utilización de productos de la caña de azúcar y la leña y aportes menores del carbón vegetal y otras biomásas; esto se puede verificar en el Cuadro No. 7.

Cuadro No. 7. Aporte de cada categoría de fuente a las emisiones de CO₂, provenientes de la quema de biomasa con fines energéticos (Gg), años 1998 y 2000.

Categorías	Años	
	1998	2000
Industrias de la energía	186,47	644,42
Industrias manufactureras y construcción	2201,23	2381,62
Transporte	0,0	0,0
Sector comercial/institucional	8,75	8,75
Sector residencial	2445,04	2141,7
Otras	0,0	0,0
Total	4841,49	5176,49

Nota: Estas emisiones de CO₂ de la quema de biomasa con fines energéticos no se incluyen en el total de las emisiones del Módulo Energía

2.2.3 Las emisiones de CO₂ procedentes de las aeronaves⁷, en vuelos internacionales

Las emisiones de CO₂ procedentes de las aeronaves⁸, en vuelos internacionales y reportados en depósitos internacionales, estimadas a partir del método de referencia, correspondieron a un total de 831,15 Gg de CO₂ en el año 1998, y 1168,76 Gg en el año 2000.

De la información captada por criterio de expertos se asumió que el 80% del turbocombustible reportado se consumió en vuelos internacionales, y el 20% restante en vuelos nacionales.

Este aspecto introduce mayor incertidumbre al resultado obtenido.

2.2.4 Emisiones de CO₂ obtenidas por este Método Sectorial o por Categorías de Fuentes

Las emisiones de CO₂ obtenidas por este método, totalizaron 15370,06 Gg en 1998, y 17596,74 Gg en el año 2000 (sin incluir en ambos resultados las emisiones de CO₂ procedente de la quema de biomasa con fines energéticos). Existiendo una diferencia, para el año 1998, (1576,58 Gg) entre los dos métodos (referencia y sectorial) en el estimado de las emisiones de CO₂ para el sector de la energía. Esta diferencia de 9,3% se considera ligeramente alta. Para el año 2000, sin embargo, los resultados en ambos métodos son muy cercanos a 0,5% de diferencia. Diferencias menores al 5% entre los dos métodos reflejan estimaciones en las emisiones que pueden considerarse buenas.

⁷ Las emisiones de CO₂ procedentes de las aeronaves en vuelos internacionales y reportados en depósitos internacionales no se contabilizan en las emisiones totales del país

⁸ Las emisiones de CO₂ procedentes de las aeronaves en vuelos internacionales y reportados en depósitos internacionales no se contabilizan en las emisiones totales del país

2.2.5 Emisiones de gases distintos del CO₂ procedentes de las fuentes de combustión

La diferencia de las emisiones de CO₂ y el SO₂ en las que predominan las emisiones de las Industrias de la Energía (también con altas emisiones de NO_x), en los gases diferentes del CO₂, resaltan las emisiones en varios sectores de acuerdo con el tipo de gas. Por ejemplo, para el CH₄, el CO y los COVDM son importantes las emisiones del Sector Residencial.

Los depósitos internacionales no se incluyen en los totales: industrias de la Energía, industrias manufactureras y construcción, transporte, sector Comercial/Institucional, Sector Residencial, Otras Fuentes. También, se calculan las emisiones de SO₂ sobre la base de hipótesis adicionales sobre el contenido de azufre de los combustibles.

Cuadro No. 8. Emisiones de gases distintos del CO₂ procedentes de la quema de combustibles por categorías de fuentes (Gg). República Dominicana, años 1998, y 2000.

Categorías de fuentes	CH4		N2O		NOx		CO		COVDM		SO2	
	1998	2000	1998	2000	1998	2000	1998	2000	1998	2000	1998	2000
Industrias de la energía	0,40	0,71	0,08	0,12	23,12	25,58	3,65	13,15	0,67	1,18	34,28	86,41
Industrias manufactureras y construcción	0,71	0,77	0,10	0,11	4,36	5,28	91,37	98,88	1,19	1,30	6,62	9,97
Transporte	1,19	1,54	0,05	0,06	43,71	55,1	352,7	443,3	66,08	82,98	7,83	5,02
Sector comercial e institucional	0,08	0,07	0,002	0,002	0,23	0,31	0,95	1,15	0,12	0,08	6,56	5,4
Sector residencial	15,03	13,16	0,2	0,18	6,58	6,03	258,3	226,7	29,0	25,27		
Otras	0,02	0,03	0,001	0,002	0,23	0,3	0,05	0,06	0,12	0,01	0,24	1,12
Total	17,42	16,28	0,42	0,46	78,23	92,61	707,0	783,2	97,2	110,8	55,53	107,9
Bunkers marinos (l)	NE											
Bunkers aéreos (l)	0,01	0,01	0,02	0,03	3,51	4,29	11,71	14,31	0,59	0,72	0,16	0,004
Total de Bunkers (l)	0,01	0,01	0,02	0,03	3,51	4,29	11,71	14,31	0,59	0,72	0,16	0,004

l-No se incluyen en los totales nacionales. No resultó posible por falta de información estimar las emisiones procedentes de las embarcaciones y se reportan como NE –No estimadas.

El LPG utilizado en la República Dominicana fundamentalmente en los vehículos ligeros, es básicamente propano (o una mezcla de propano - butano) que afecta la composición de las expulsiones de COV.

En este caso, las emisiones por evaporación y repostado son virtualmente cero y las emisiones de CO y COVDM son usualmente menores que para los vehículos de gasolina. Las emisiones de NO_x en los vehículos que utilizan LPG tienden a ser mayores que en los que utilizan gasolina aunque pueden ser controladas por los catalizadores de tres vías. Estos datos se aprecian en el Cuadro No 9.

Cuadro No. 9. Emisiones totales de GEI por vehículos automotores de carretera (Gg), años 1990, 1994, 1998 y 2000.

Años	Emisiones (Gg)					
	CO2	CH4	N2O	NOx	CO	COVDM
1990	1867,91	0,92	0,08	15,38	211,94	62,9
1994	2505,98	1,11	0,12	20,49	264,28	72,83
1998	4406,55	2,56	0,23	49,82	762,81	169,69
2000	5568,03	3,24	0,30	62,95	961,13	213,77

El consumo de combustible para las fases CAD y Crucero para la flota que operó en la República Dominicana, durante los años 1998 y 2000, fue calculado a partir del consumo (despacho a aeronaves reportado)⁹ y que correspondió a 338,82 kt en 1998, y 412,97 kt en el 2000. Los ciclos CAD en vuelos internacionales (incluyendo vuelos regulares y charter) correspondieron a 46209 en 1998, y 60083 en el 2000¹⁰.

Las emisiones totales estimadas, por tipo de actividad, integrando las fases CAD y crucero, aparecen en el Cuadro No. 10.

Cuadro No. 10. Emisiones de GEI (Gg), provenientes de los vuelos domésticos e internacionales de la Aviación Civil, años 1998 y 2000 (Gg).

Tipos de vuelo	Emisiones (Gg)						
	CO2	CH4	N2O	NOx	CO	COVDM	SO2
1998							
Nacionales	213,46	0,001	0,01	0,75	0,48	0,06	0,07
Internacionales	854,99	0,07	0,02	4,54	3,09	1,11	0,27
2000							
Nacionales	260,1	0,002	0,01	0,91	0,59	0,07	0,08
Internacionales	1042,17	0,09	0,03	5,53	3,9	1,39	0,33

Nota: Las emisiones de los vuelos internacionales no se incluyen en el total de emisiones del país.

2.2.6 Emisiones de precursores del ozono y de SO₂ procedentes de la refinación de petróleo.

En este cálculo, se utilizaron factores de emisión por defecto; al no disponerse de factores locales, se estiman las emisiones de Monóxido de Carbono (CO), Óxido de Nitrógeno (NO_x), los Compuestos Orgánicos Volátiles Diferentes del Metano (COVDM) y el Dióxido de Azufre (SO₂), procedentes de las actividades de refinación de petróleo¹¹, utilizando el método de Nivel 1, basado en el volumen de petróleo crudo procesado por las refinerías del país. Este uso de los factores por defecto puede introducir grandes incertidumbres en los estimados, especialmente para el caso de los COVDM.

En la gráfica siguiente, se puede apreciar con más detalles las emisiones de precursores del ozono y de SO₂ procedentes de la refinación del petróleo (Gg), años 1998 y 2000.

9 Fuentes: 1) Chevron Texaco Corp. 2) Shell

10 Fuente: Dirección de Aeronáutica Civil.

11 No incluye la síntesis de productos petroquímicos pues la fabricación de productos petroquímicos forma parte del Módulo 2 (procesos industriales).

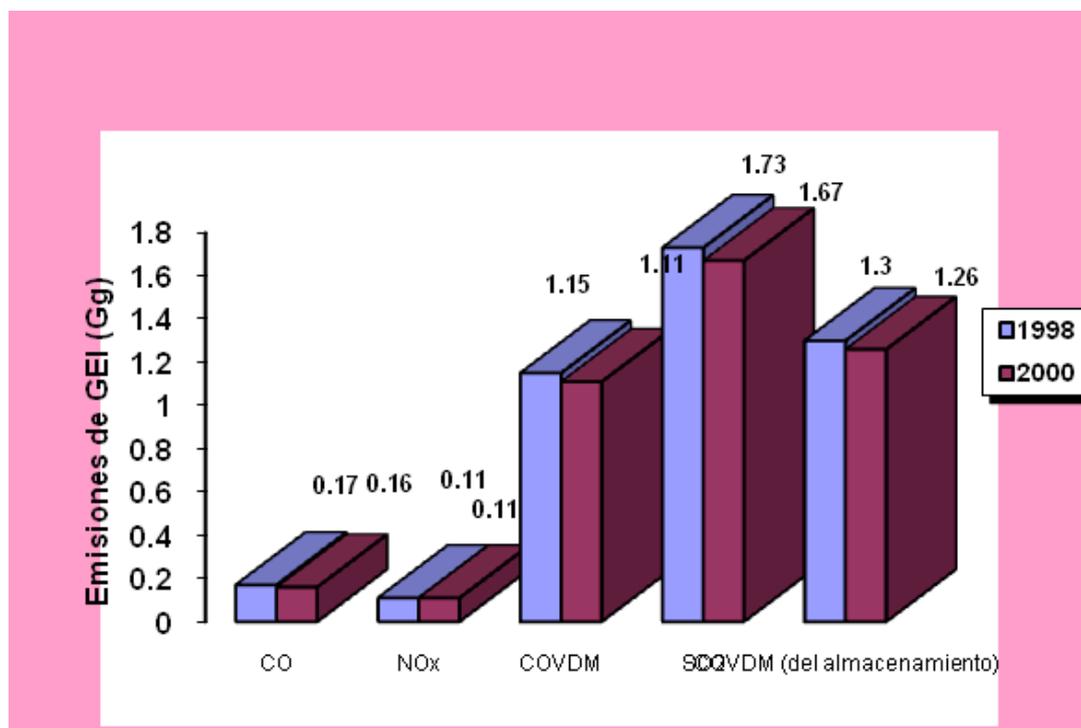


Figura 4. Emisiones de precursores del ozono y de SO₂ procedentes de la refinación del petróleo (Gg) República Dominicana, años 1998 y 2000.

2.2.7 Emisiones agregadas en equivalentes de CO₂

Las emisiones agregadas de GEI (en equivalentes de CO₂) ligeramente se incrementaron en 52,93 Gg. CO₂-eq, representando un 0,3% de incremento entre los años 1998 y 2000. Este pequeño incremento resultó de la compensación que producen las reducciones de las emisiones del CH₄ a los ligeros incrementos experimentados en las emisiones de CO₂ y N₂O. Con relación a los sectores, sobresalen por su aporte a las emisiones agregadas las industrias de la Energía, seguidas por el Transporte.

El sector Residencial mantuvo prácticamente sin cambio su aporte en ambos años; mientras que se verificaron incrementos en el resto de los sectores, con la excepción de la categoría 'Otros' donde se observó una reducción sustantiva de las emisiones agregadas.

2.2.8 Resumen de las emisiones del Módulo Energía.

En los cuadros Nos. 11 y 12, aparecen el total de las emisiones de GEI en el Módulo Energía. Como se observa, ocurre un predominio absoluto de las emisiones de CO₂ provenientes de la quema de combustibles fósiles.

También ocurren importantes volúmenes de emisiones de este gas, procedentes de la quema de biomasa, con fines energéticos, aunque éstas solamente se reportan para información y no se incluyen en los totales del módulo.

Cuadro No. 11. Emisiones totales, procedentes de las actividades de la energía (Gg), año 1998.

Fuentes	CO2	CH4	N2O	NOx	CO	COVDM	SO2
A- Quema de Combustibles	15370,06	17,42	0,42	78,23	707,01	97,07	55,53
1-Método de Referencia	16946,64						
2-Método por Categorías de Fuentes (Sectorial)	15370,06	17,42	0,42	78,23	707,01	97,07	55,53
B- Emisiones Fugitivas	NE	0,13	NE	0,11	0,17	2,45	1,73
1 Combustibles Sólidos	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO
2 Petróleo y Gas Natural	NE	0,13	NE	0,11	0,17	2,45	1,73
TOTAL ENERGIA I	15370,06	17,55	0,42	78,3	707,2	99,5	57,26
Bunkers Internacionales ²	829,25	0,01	0,02	3,51	11,71	0,59	0,16
Biomasa ²	4841,49						

Notas 1-Se utilizan los resultados del método sectorial. Para algunas categorías en las que se utilizan en este reporte métodos de nivel 1 y 2 hay diferencias entre los resultados de los métodos (por ejemplo transporte, aviación, bunkers). 2- No se incluyen en el total del Módulo Energía. NO- No ocurre. NE – No estimada

Cuadro No. 12. Emisiones totales, procedentes de las actividades de la energía (Gg), año 2000.

Fuentes	CO2	CH4	N2O	NOx	CO	COVDM	SO2
A- Quema de Combustibles	17596,74	16,28	0,46	92,6	783,4	110,8	107,92
1-Método de Referencia	17684,18						
2-Método por Categorías de Fuentes (Sectorial)	17596,74	16,28	0,46	92,6	783,4	110,8	107,92
B- Emisiones Fugitivas	NE	0,12	NE	0,11	0,16	2,37	1,67
1 Combustibles Sólidos	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO
2 Petróleo y Gas Natural	NE	0,12	NE	0,11	0,16	2,37	1,67
TOTAL ENERGIA I	17596,74	16,4	0,46	92,7	783,63	113,2	109,59
Bunkers Internacionales ²	1013,05	0,01	0,03	4,29	14,31	0,72	0,004
Biomasa ²	5176,49						

NO- No ocurre. 1-Se utiliza el resultado del método sectorial. 2- No se incluyen en el total del Módulo Energía.

2.2.8.1 Emisiones agregadas en equivalentes de CO₂

En los cuadros Nos. 13 y 14, se muestran las emisiones agregadas de GEI (en equivalentes de CO₂) del Módulo Energía. Como se aprecia, se verificó un pequeño incremento de las emisiones agregadas entre los años 1998 y 2000 (52,93 Gg CO₂ –eq que representa el 0,3% de incremento).

Este pequeño incremento resulta de la compensación que producen las reducciones de las emisiones del CH₄ a los ligeros incrementos experimentados en las emisiones de CO₂ y N₂O. Con relación a los sectores sobresalen por su aporte a las emisiones agregadas las Industrias de la Energía, seguidas por el Transporte.

El sector Residencial mantuvo prácticamente sin cambio su aporte en ambos años, mientras que se verificaron incrementos en el resto de los sectores con la excepción de la categoría ‘Otros’ donde se observó una reducción sustantiva de las emisiones agregadas.

Cuadro No. 13. Emisiones agregadas en Gg CO₂ eq del Módulo Energía, año 1998.

Categorías de Fuente (Sectores)	Emisiones en Gg			Emisiones en Gg CO ₂ -eq			EA
	CO ₂	CH ₄	N ₂ O	CO ₂	CH ₄	N ₂ O	
Industrias de la Energía	8601,27	0,4	0,08	8601,27	8,4	24,8	8634,47
Industrias Manufactureras y Construcción	768,48	0,71	0,1	768,48	14,91	31	814,39
Transporte	4737,67	1,19	0,05	4737,67	24,99	15,5	4778,16
Sector Comercial e Institucional	142,61	0,08	0,002	142,61	1,68	0,62	144,91
Sector Residencial	957,15	15,03	0,2	957,15	315,63	62	1334,78
Otras	2325,19	0,02	0,001	2325,19	0,42	0,31	2325,92
Totales				17532,37	366,03	134,23	18032,63

EA – Emisiones agregadas de GEI en Gg CO₂ – eq.

Cuadro No. 14. Emisiones agregadas en Gg CO₂ eq del Módulo Energía, año 2000.

Categorías de Fuente (Sectores)	Emisiones en Gg			Emisiones en Gg CO ₂ -eq			EA
	CO ₂	CH ₄	N ₂ O	CO ₂	CH ₄	N ₂ O	
Industrias de la Energía	9174,64	0,71	0,12	9174,64	14,91	37,2	9226,75
Industrias Manufactureras y Construcción	1038,02	0,77	0,11	1038,02	16,17	34,1	1088,29
Transporte	5973,52	1,54	0,06	5973,52	32,34	18,6	6024,46
Sector Comercial e Institucional	194,33	0,07	0,002	194,33	1,47	0,62	196,42
Sector Residencial	1009,06	13,16	0,18	1009,06	276,36	55,8	1341,22
Otras	207,17	0,03	0,002	207,17	0,63	0,62	208,42
Totales				17596,74	341,88	146,94	18085,56

EA – Emisiones agregadas de GEI en Gg CO₂ – eq.

2.3 Emisiones de gases de invernadero, producidas en las actividades industriales

2.3.1 Emisiones de gases de invernadero, producidas en las actividades industriales que no están relacionadas con la combustión.

Las principales fuentes de emisión en los procesos de producción industrial se efectúan en diferentes categorías principales de fuentes entre éstas: 1) Productos Minerales; 2) Industria Química; 3) Producción de Metales; 4) Otras Producciones (a-Pulpa y papel, b-Alimentos y bebidas alcohólicas). Para cada una de estas categorías principales, se efectuaron también los cálculos de emisiones por tipos de fuentes.

2.3.1.1 Producción de hierro y acero

De esta producción se derivan emisiones de CO₂, NO_x, COVDM, CO y SO₂. De acuerdo con la información suministrada¹² en el año 1998 se produjeron un total de 220300 t de varillas de acero, y en el año 2000, 306034 t. En la Tabla 2.2, se presenta el resumen de las emisiones obtenidas junto con las emisiones recalculadas para los años 1990 y 1994 en las que éstas no fueron consideradas.

¹² Fuentes: Banco Central de la República Dominicana y Empresas del Sector.

2.3.1.2 Producción de Ferreoaleaciones

De acuerdo con la información captada para el inventario, en el año 1998 se produjeron 22221,6 t de ferroníquel y en el año 2000, 27829 t¹³. Generando un total de emisiones 32,79 Gg, para el 1998 y de 36,18 Gg para el 2000.

2.3.1.3 Producción de cerveza y ron

Durante el año 1998, se produjeron en el país 299,301,000 litros de cerveza¹⁴, y en el año 2000, 336,662,000 litros lo que generó una emisión de 0,10 Gg COVDM en 1998 y 0,12 Gg COVDM en el 2000. Para el ron, en 1998 se produjeron cerca de 41,448,000 l y en el año 2000, 48,528,000 litros. Asumiendo un contenido alcohólico medio del 40% por volumen; esa producción generó 2,49 Gg COVDM en 1998 y 2,91 Gg COVDM en el año 2000. El total nacional de emisiones de COVDM, provenientes de la producción de bebidas alcohólicas alcanzó, en el año 1998, los 2,59 Gg, y en el 2000, 3,03 Gg.

2.3.1.4 Producción de carnes

Durante el año 1998 se produjeron en el país 246035t de carnes (de res, cerdo, ovino y caprino y aves),¹⁵ y en el 2000, 294535 t. Se emitieron, desde esta categoría de fuente, un total de 0,07 Gg COVDM en 1998, y 0,09 Gg COVDM en el 2000.

2.3.1.5 Producción de azúcar

Para el año 1998, se produjeron 510,127 t de azúcar crudo, y 103,640 t de azúcar refino; mientras que, para el año 2000, se produjeron 437,874 t de azúcar crudo y 107,852 t de refino. En este proceso, se emitieron un total de 6,14 Gg. COVDM (de origen no combustible) para 1998, y 5,46 Gg. COVDM, para el 2000.

2.3.1.6 Producción de grasas de cocina

Se produjeron, industrialmente, 19,611 t de aceite de soya, para el año 1998, y 25,978t, para el 2000⁽¹⁶⁾. No se captó información referente a la producción de margarina y otras grasas. Esta producción generó 0,2 Gg. COVDM, para 1998, y 0,26 Gg. COVDM, para el año 2000⁽¹⁷⁾.

Como se aprecia, el CO₂ y los COVDM tienen el mayor aporte a las emisiones en este módulo. La distribución de las emisiones totales de CO₂, procedentes de los procesos industriales, corresponde, en lo fundamental, a la producción de productos minerales (especialmente cemento), y la producción de metales (fundamentalmente varillas de acero). Para los COVDM, el peso fundamental de las emisiones recae en la pavimentación asfáltica y la producción de azúcar.

2.4 Emisiones de gases de invernadero, procedentes del módulo Agricultura.

Las emisiones de gases de invernadero, procedentes de cinco categorías de fuente: Ganado doméstico; Fermentación entérica y manejo del estiércol; Cultivo del arroz (arrozales anegados); Quema prescrita de sabanas; Quema en el campo de residuos agrícolas; y suelos agrícolas. Los resultados alcanzados por el análisis de la biomasa, removida anualmente, del bosque indican que, por esta causa, se produjo la liberación de 16,22 kt C (1998), y 14,67 kt C (2000).

13 Fuentes: Banco Central de la República Dominicana y Falconbridge Dominicana.

14 Factor de emisión de 0,035 kg COVDM/hl de cerveza, procedente de **EMEP/CORINAIR, 2001**

15 Fuente: Banco Central de la República Dominicana

16 Fuente: Banco Central de la República Dominicana y Empresas de la muestra.

17 Se utiliza un factor de emisión de 10 kg/t de producto, procedente de **EMEP/CORINAIR, 2001**

Tomando en cuenta los datos del incremento total de la adsorción de carbono y de la liberación anual de carbono, se obtuvo como resultado que, para esta categoría de fuente, durante el año 1998, se produjo una adsorción neta de 5865,94 kt C o lo que es lo mismo 21508,44 Gg. de CO₂; mientras que, para el año 2000, se produjo una adsorción neta de 5867,49 kt C (21514,13 Gg. de CO₂) (Cuadro No. 15).

Cuadro No. 15. Adsorción neta de carbono y CO₂, por los cambios de biomasa en bosques, y otros tipos de biomasa leñosa. República Dominicana, años 1998 y 2000.

Años	Fracción de carbono	Liberación anual de carbono (kt C)	Adsorción (+) o liberación (-) neta anual de carbono (kt C)	Liberación (-) o adsorción (+) anual de CO ₂ (Gg. de CO ₂)
1998	0,4691	16,22	5865,94	21508,44
2000	0,4691	14,67	5867,49	21514,13

1) Para la fracción de carbono, se utiliza el promedio ponderado, resultante de la evaluación de los diferentes tipos de madera cosechada.

2.4.1 Emisiones de CH₄, procedentes de la fermentación entérica en el ganado doméstico

Los resultados obtenidos, en la determinación de las emisiones de CH₄ procedentes de la fermentación entérica para las diferentes subcategorías de animales, tratadas en estos reportes del inventario. Como se aprecia, corresponden al ganado vacuno las mayores contribuciones. La emisión total obtenida para el año 1998 fue de 105,3 Gg CH₄ (el 95,1%, procedente del ganado bovino) y la correspondiente al año 2000, 114,7 Gg. de CH₄.

El resultado obtenido de la determinación de las emisiones de CH₄ procedentes del manejo del estiércol para las diferentes subcategorías de animales, tratadas durante el año 1998; en esta subcategoría de fuente, fue de 6,86 Gg. de CH₄, y las correspondientes al año 2000, 10,1 Gg. de CH₄. En el Cuadro No. 16, se muestra el resumen de las emisiones totales de CH₄ procedentes del ganado doméstico, durante los años 1998 y 2000.

2.4.2 Emisiones de N₂O, procedentes de los sistemas de manejo del estiércol

Para las emisiones de N₂O, procedente de los sistemas de manejo del estiércol, y que totalizaron 0,002 Gg. en 1998, y 0,004 Gg. para el año 2000.

Estas emisiones son del sistema líquido, pues las provenientes de la deposición directa en praderas y pastizales (categoría donde se producen las emisiones fundamentales), no se reporta en este epígrafe, sino en el correspondiente a suelos agrícolas.

Cuadro No. 17. Emisiones de óxido nitroso, procedentes de los sistemas de manejo del estiércol (Gg.)

Sistema de manejo del estiércol (SME)	N excretado Nex (SME) (kg N/año)		FE para el SME FE3 (kg/ N ₂ O-N/kg N)	Total anual de las emisiones de N ₂ O (Gg)	
	1998	2000		1998	2000
Sistema tipo líquido(1)	1511699,82	2318064,69	0,001	0,002	0,004
Praderas y pastizales*	106992672,28	115310692,89			
Totales	108504372,1	117628757,58	Total	0,002	0,004

(1) Se consideró que las excretas tratadas por el SME (tipo líquido) correspondieron a cerdos y aves de crianza.

* No se reportan en este epígrafe sino en suelos agrícolas.

2.4.3 Emisiones de metano (CH₄), procedentes de los campos de arroz inundados (arrozales anegados continuamente Gg.)

Estas emisiones se fijaron en 13,25, para el año 1998, y de 14.95, para el 2000.

2.4.4 Emisiones de GEI por la quema en el campo de residuos agrícolas

Cuadro No. 18. Emisiones de gases de invernadero, procedentes de la quema de residuos agrícolas¹⁸ agrícolas en el campo. (Gg.) República Dominicana, años 1998 y 2000.

Año	Emisiones (Gg)			
	CH ₄	N ₂ O	CO	NO _x
1998	0,38	0,01	8,07	0,42
2000	0,36	0,01	7,63	0,39

En el Cuadro No. 18, se muestran las emisiones estimadas para los años 1998 y 2000, a partir de la quema de residuos agrícolas en el campo. (Gg.) República Dominicana, años 1998 y 2000.

2.4.5 Emisiones directas de N₂O, procedentes de los suelos agrícolas

El resultado obtenido de la estimación arrojó que el total de las emisiones directas, en esta categoría de fuente, fue de 908,61 Gg. de N₂O (1998), y 859,49 Gg. de N₂O (2000).

2.4.6 Emisiones de N₂O de los suelos, procedentes del pastoreo de animales

En este epígrafe, se indican solamente las emisiones, procedentes de praderas, y pastizales, y correspondieron a 3,36 Gg. de N₂O para (1998), y 3,62 Gg. de N₂O para el año 2000. Se mantienen aquí los criterios acerca de la evaluación exhaustiva de incertidumbre, incluidos en dicho epígrafe.

2.4.7 Total de emisiones de N₂O, procedentes de los suelos agrícolas

El total de emisiones de N₂O, procedentes de los suelos agrícolas, para los años 1998 y 2000, se estimó en 8,28 Gg. (1998), y 8,89 Gg. (2000).

2.5 Emisiones de gases de invernadero procedentes del cambio del uso de la tierra y silvicultura

Los subsectores silvicultura y pesca crecieron, en 4,5% (1998 a 1999); pero que decreció en la misma magnitud, entre 1999 y el año 2000 (Banco Central de la República Dominicana, 2001) debido a la reducción en los volúmenes de leña familiar y carbón vegetal, como consecuencia de las medidas implementadas para evitar la tala y quema de árboles (el consumo de carbón vegetal en las viviendas y la pequeña industria siguió con su tendencia decreciente, también como causa de la política de incentivos al uso del LPG).

Dado que los datos obtenidos, para 1998 y 2000, tenían incorporados la leña y el carbón vegetal, estas cantidades fueron restadas, pues la leña y el carbón vegetal son considerados en el cálculo de forma separada a la madera comercial. Todos los datos fueron convertidos de metros cúbicos a toneladas de materia seca (tms). A partir de esta información, la madera cosechada se convirtió a carbono removido.

¹⁸ Corresponde a residuos de la caña de azúcar y a la paja de arroz. En esta categoría de fuente, las emisiones netas de CO₂ se consideran cero.

Los resultados alcanzados por el análisis de la biomasa, removida anualmente, del bosque indican que por esta causa se produjo la liberación de 16,22 kt C (1998), y 14,67 kt C (2000). Tomando en cuenta los datos del incremento total de la adsorción de carbono y de la liberación anual de carbono, se obtuvo como resultado que para esta categoría de fuente, para el año 1998 se produjo una adsorción neta de 5865,94 kt C, o lo que es lo mismo, 21508,44 Gg. de CO₂; mientras que para el año 2000, se produjo una adsorción neta de 5867,49 kt C (21514,13 Gg CO₂) (Cuadro No. 19).

Cuadro No. 19- Adsorción neta de carbono y CO₂ por los cambios de biomasa en bosques y otros tipos de biomasa leñosa. República Dominicana, años 1998 y 2000.

Año	Fracción de carbono (l)	Liberación anual de carbono (kt C)	Adsorción (+) o liberación (-) neta anual de carbono	Liberación (-) o adsorción (+) anual de CO ₂ (Gg CO ₂)
1998	0,4691	16,22	(kt C)	21508,44
2000	0,4691	14,67	5867,49	21514,13

l) Para la fracción de carbono se utiliza el promedio ponderado resultante de la evaluación de los diferentes tipos de madera cosechada.

2.5.1 Estimación del carbono liberado por la quema de biomasa

La cantidad de carbono liberado de la biomasa quemada resultó 12,38 kt C (45,39 Gg CO₂) en 1998 y 39,26 kt C (143,95 Gg CO₂) en el año 2000.

2.5.2 Estimación del carbono liberado por la quema de la biomasa aérea fuera del bosque

Se considera que la biomasa quemada fuera del bosque correspondió fundamentalmente al consumo de leña y carbón vegetal con fines energéticos. A partir de los cálculos realizados en el módulo Energía, se tiene que el consumo total de leña y carbón vegetal con fines energéticos en el país, durante el año 1998, fue de 1539,0 kt ms, y para el año 2000, 1638 kt ms. Al ser quemados estos volúmenes, produjeron una emisión de 649,75 kt C (2382,42 Gg CO₂) para 1998 y, 698,62 kt C (2561,6 Gg CO₂) (2000).

Cuadro No. 20 - Emisiones de CO₂, procedentes de la quema de madera en el sitio y fuera del sitio. República Dominicana, años 1998 y 2000.

Año	Liberación inmediata, procedente de la combustión ⁽¹⁾ (kt C)	Emisiones diferidas, procedentes de la descomposición (media de 10 años) (kt C) ⁽²⁾	Total anual del carbono liberado	Liberación (-) o adsorción (+) anual de CO ₂ (Gg CO ₂)
(kt C)	Total anual del CO ₂ liberado	0	662,13	2427,81
(Gg CO ₂)	737,88	0	737,88	2705,56

1 - En el sitio y fuera del sitio

2 - Emisiones consideradas en otro epígrafe.

2.5.3 Quema in situ de bosques (emisiones de gases distintos del CO₂)

Toda quema de biomasa para la obtención de energía, e incendios de bosques, sabanas y herbazales, y las quemaduras en el campo de residuos agrícolas, son una fuente significativa de CH₄, N₂O, CO y NO_x. En el Cuadro 21, se exponen los resultados de la estimación de las emisiones de gases distintos del CO₂, procedentes de los incendios forestales de origen antrópico a nivel general en el país, durante los años 1998 y 2000.

Cuadro No.21 - Resultados de la estimación de las emisiones de gases distintos del CO₂, procedentes de los incendios forestales de origen antrópico

Años	Emisiones (Gg)			
	CH ₄	N ₂ O	CO	NO _x
1998	0,20	0,001	1,73	0,05
2000	0,63	0,004	5,50	0,16

2.6 Emisiones de CH₄, procedentes producción de desechos sólidos.

2.6.1 Emisiones de CH₄, por la disposición en la tierra de desechos sólidos

La estimación de las emisiones de metano (CH₄) desde los vertederos de desechos sólidos (VRS) y el tratamiento de las aguas residuales. También se estiman las emisiones de óxido nitroso (N₂O), provenientes de las aguas albañales, generadas por el hombre, y las emisiones de gases de invernadero (GEI), asociadas a la incineración de desechos. La emisión neta anual de este GEI, utilizando el método de Nivel I, resultó 31,68 Gg. (1998), y 33,13 Gg. (2000).

Cuadro No. 22. Emisiones de CH₄ por la disposición en la tierra de desechos sólidos (Gg.) República Dominicana, (años 1990, 1994, 1998 y 2000).

Emisiones de CH ₄ (Gg)				
Años	1990	1994	1998	2000
Emisiones (Gg)	26,17	29,72	31,68	33,13

Nota: Para 1990 y 1994 son valores recalculados en este reporte del inventario, utilizando nuevos coeficientes.

2.6.2 Emisiones de metano y óxido nitroso, procedentes del tratamiento de las aguas residuales

Para la estimación de las emisiones de metano, procedentes de las aguas residuales domésticas/comerciales, se partió del total de las aguas residuales orgánicas domésticas/comerciales del país, durante los años 1998 y 2000, (con la corrección adicional de las aguas residuales industriales, vertidas al alcantarillado) y el factor de emisión medio.

Esto proporcionó una emisión neta, estimada de 35,06 Gg. de CH₄ por este concepto, (1998), y 36,22 Gg. de CH₄ para el año 2000, (considerando como cero la cantidad de metano recuperado y/o quemado en antorchas).

En el Cuadro No. 23, se presentan los valores recalculados, (1990 y 1994), junto con los valores calculados en este reporte del inventario (1998 y 2000).

Cuadro No. 23. Valores recalculados, (1990 y 1994), junto con los valores calculados en este reporte del inventario (1998 y 2000).

Emisiones de CH ₄ (Gg)				
Años	1990	1994	1998	2000
Emisiones (Gg)	26,98	29,15	35,06	36,22

Nota: Para 1990 y 1994 son valores recalculados en este reporte del inventario, utilizando nuevos coeficientes.

2.6.3 Efluentes y lodos industriales

Para el cálculo del factor de emisión para los sistemas de tratamiento de los efluentes industriales, se partió de un estimado del 0,2 para la fracción de los efluentes tratados en sistemas de tratamiento (valor por defecto para la región). Además, se utilizó un factor de conversión en metano del 90% –recomendado como un genérico en las Guías para América Latina y el Caribe– para todos los tipos de industria y sistemas de tratamiento, no específicos.

Considerando el total de los efluentes orgánicos, procedentes de las fuentes industriales y el factor de emisión medio, se estimó una emisión neta de 4,49 Gg CH₄ en 1998 y 4,47 Gg CH₄ en el año 2000, considerando como cero la cantidad total de metano recuperado y/o quemado en antorchas.

2.6.4 Emisiones de gases de invernadero, procedentes de la incineración de desechos

Sobre la base de los datos anteriores, y de la población del país se estimó el volumen de desechos biomédicos, generados en el ámbito nacional, y que alcanzó la cifra de 46974 toneladas (1998), y 48531 toneladas (2000). Por criterios de expertos del sector se consideró que un 5% de estos desechos fueron incinerados, es decir, 2,35 Gg (1998), y 2,43 Gg. (2000).

Cuadro No. 24. Emisiones de gases de invernadero procedentes de la incineración de desechos biomédicos en la República Dominicana (Gg). Años 1998 y 2000.

Gases	1998	2000
CO ₂	1,96	2,03
NO _x	0,004	0,004
CO	0,003	0,004

En el Cuadro No. 25, se muestra un resumen de los datos, por desecho, utilizados en la estimación de las emisiones de CO₂, procedentes de la incineración de desechos y que aparecen indicados en las GBP (IPCC, 2000). Las emisiones estimadas en el módulo Desecho. Como se observa, en este módulo predominan, notablemente, las emisiones de metano (CH₄), y en las que resaltan las procedentes de la disposición en la tierra de los desechos sólidos. Las emisiones del resto de los gases de invernadero son insignificantes o muy bajas.

Cuadro No. 25. Resumen de las emisiones de gases de invernadero, estimadas en el módulo “Desecho” (Gg), años 1998 y 2000.

Subcategorías	Emisiones (Gg)						
	1998						
	CO ₂	CH ₄	N ₂ O	NO _x	CO	COV	SO ₂
Disposición de desechos sólidos en VDS		31,68					
Tratamiento de aguas residuales domésticas y comerciales		35,06					
Tratamiento de aguas residuales industriales		4,49					
Vertido de aguas residuales humanas en ríos y estuarios			0,38				
Incineración de desechos clínicos	1,96			0,004	0,003	NO	0,003
Totales	1,96	71,23	0,38	0,004	0,003	NO	0,003

Subcategorías	Emisiones (Gg)						
	1998						
	CO2	CH4	N2O	NOx	CO	COV	SO2
	2000						
Disposición de desechos sólidos en VDS		33,13					
Tratamiento de aguas residuales domésticas y comerciales		36,22					
Tratamiento de aguas residuales industriales							
Vertido de aguas residuales humanas en ríos y estuarios			0,39				
Incineración de desechos clínicos	2,03			0,004	0,004	NO	0,003
Totales	2,03	78,83	0,39	0,004	0,004	NO	0,003

2.7 Emisiones, per cápita, de CO₂, Carbono y CO₂-eq

2.7.1 Emisiones de CO₂, Carbono y CO₂-eq

En cuadro No. 26 - se exponen los resultados obtenidos, a partir de las emisiones brutas, que es el índice que se utiliza, internacionalmente, con mayor frecuencia. Como se observa, entre el año 1998 y el 2000 se han incrementado ligeramente las emisiones, per cápita, tanto de CO₂ (o C) como de CO₂-eq (esta última refleja el per cápita de emisiones para los tres principales gases de efecto invernadero directo (CO₂, CH₄ y N₂O) que se abordan en el inventario.

2.7.2 Emisiones en “equivalentes de CO₂” (CO₂-e)

El cálculo, para los valores de Potenciales de Calentamiento Global Atmosférico (PCG), para un horizonte temporal de 100 años, reportados en el segundo informe de evaluación del IPCC (IPCC, 1995).

Para el período (2000), la contribución relativa a las emisiones de CO₂ incrementó ligeramente, y se verificó un aumento de 2534,59 Gg. equivalentes de CO₂. Esto es una consecuencia del incremento observado en las emisiones de los tres principales gases de efecto invernadero directo. En el Cuadro No. 27, se expone la contribución relativa al forzamiento radiactivo de las emisiones brutas, estimadas en este reporte del inventario para los principales gases de efecto invernadero directo. Como puede apreciarse de la Tabla, las emisiones de CO₂ tienen el mayor aporte al calentamiento, aunque los aportes del CH₄ y el N₂O no son despreciables. En los cuadros No. 28 y 29, se muestra un resumen de las emisiones brutas¹⁹(3) de GEI, obtenidas para la República Dominicana en los años 1998 y 2000, desglosadas por sectores.

Cuadro No. 28. Emisiones brutas ⁽¹⁾ de GEI (Gg.), por sectores. República Dominicana, (1998).

Módulos	CO2	CH4	N2O	NOx	CO	COVDM	SO2
Energía	15370,06	17,55	0,42	78,22	707,37	99,43	57,26
Procesos industriales	1045,7	0,00	0,00	0,01	0,00	26,99	0,57
Uso de solventes						NE	

¹⁹ No se consideran las emisiones y absorciones procedentes del cambio de uso de la tierra y la silvicultura.

Módulos	CO2	CH4	N2O	NOx	CO	COVDM	SO2
Agricultura		125,79	8,29	0,42	8,07		
Desechos	1,96	71,23	0,38	0,004	0,003	NO	0,003
Total	16417,72	214,57	9,09	78,65	715,44	126,42	57,83

1) No se incluyen las emisiones y adsorciones, procedentes del cambio del uso de la tierra y la silvicultura.

NE – No estimado

Cuadro No. 29. Emisiones brutas ⁽¹⁾ de GEI (Gg) por sectores. República Dominicana, año 2000.

Módulos	CO2	CH4	N2O	NOx	CO	COVDM	SO2
Energía	17603,66	16,4	0,46	92,6	783,63	113,2	109,59
Procesos Industriales	811,06	0,0	0,00	0,01	0,00	26,8	0,56
Uso de Solventes						NE	
Agricultura		140,1	8,9	0,39	7,63		
Desechos	2,03	73,83	0,39	0,004	0,004	0,00	0,003
Total	18416,75	230,33	9,75	93,0	791,26	140,0	110,15

1) No se incluyen las emisiones y adsorciones procedentes del cambio del uso de la tierra y la silvicultura.

No aplicable (sombreado en el cuerpo de la tabla). NO – No ocurre; NE – No estimado.

2.8 Emisiones y Adsorciones netas totales de GEI

En los cuadros Nos. 30 y 31, se expone un resumen de las emisiones/adsorciones netas²⁰⁽⁴⁾ totales, de GEI, por gases y sectores (1998 y 2000).

Cuadro No. 30. Emisiones y adsorciones netas totales, de GEI (Gg.) República Dominicana, (1998).

Categorías de fuentes y sumideros	CO2	Gg.			CO	COVDM	SO2
		CH4	N2O	NOx			
Total nacional	-2656,76	214,77	9,09	78,77	717,17	126,42	57,83
Energía	15370,06	17,55	0,42	78,22	707,37	99,43	57,26
A) Quema de combustibles (referencia)	16946,64						
B) Quema de combustibles (sectorial)	15370,06	17,42	0,42	78,10	707,2	96,98	55,53
1 Industrias de la energía	8601,27	0,40	0,08	23,12	3,65	0,67	34,28
2 Manufactureras y Construcción	768,48	0,71	0,10	4,36	91,37	1,19	6,62
3 Transporte	4743,81	1,19	0,04	43,58	352,91	65,99	7,83
4 Otros sectores							
a) Comercial institucional	142,61	0,08	0,002	0,23	0,95	0,12	6,56
b) Residencial	957,15	15,03	0,2	6,58	258,3	29,0	

20 Se consideran las emisiones y adsorciones procedentes del cambio de uso de la tierra y la silvicultura.

Categorías de fuentes y sumideros	CO2	Gg.			CO	COVDM	SO2
		CH4	N2O	NOx			
5 Otros (incluye también agricultura, silvicultura y pesca)	162,87	0,02	0,001	0,23	0,05	0,12	0,24
B Emisiones fugitivas	NE	0,13	NE	0,11	0,17	2,45	1,73
I Combustibles sólidos		0,00					
2 Petróleo y gas natural	NE	0,13	NE	0,11	0,17	2,45	1,73
Procesos industriales	1045,7	0,00	0,00	0,01	0,00	26,99	0,57
A) Productos minerales		660,43					17,98
B) Industria química	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO
C) Producción de metales	385,27			0,01		0,01	0,01
D Otras producciones							
I Pulpa y papel	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO
2 Alimentos y bebidas						9,0	
Uso de solventes						NE	
Agricultura	NO	125,79	8,29	0,42	8,07		
A) Fermentación entérica		105,3					
B) Manejo del estiércol		6,86	0,002				
C) Cultivo del arroz		13,25					
D) Suelos agrícolas			8,28				

NO No ocurre. NE No estimado. No aplicable (sombreado en el cuerpo del cuadro).

I No se incluyen en el total del módulo Energía. Los valores con signo negativo indican adsorciones netas.

Cuadro No. 31. Emisiones y Absorciones netas totales, de GEI, (Gg.) República Dominicana (2000).

Categorías de fuentes y sumideros	CO2	CH4	N2O	NOx	CO	COVDM	SO2
Totales Nacionales	-391,82	230,96	9,76	93,16	796,76	140,0	110,15
Energía	17603,66	16,40	0,46	92,6	783,63	113,2	109,59
A) Quema de combustibles (referencia)	17684,18						
b) Quema de combustibles (sectorial)	17596,74	16,28	0,46	92,5	783,4	110,8	107,92
I Industrias de la energía	9174,64	0,71	0,12	25,58	13,15	1,18	86,41
2 Manufactureras y de construcción	1038,02	0,77	0,11	5,28	98,88	1,3	9,97
3 Transporte	5980,44	1,54	0,55	54,95	443,57	82,87	5,02
4 Otros sectores	1203,39	13,23	0,18	6,34	227,81	25,35	5,4
a) Comercial institucional							
b) Residencial							

Categorías de fuentes y sumideros	CO2	CH4	N2O	NOx	CO	COVDM	SO2
5 Otros (incluye entre otras Agricultura/Silvicultura/Pescas)	207,17	0,03	0,00	0,30	0,06	0,01	1,12
B Emisiones fugitivas	NE	0,12	0,00	0,11	0,16	2,37	1,67
1 Combustibles sólidos		0,00					
2 Petróleo y gas natural	NE	0,12	0,00	0,11	0,16	2,37	1,67
Procesos industriales	811,06	0,00	0,00	0,01	0,00	26,83	0,56
A) Productos minerales	285,23					17,98	0,55
B) Industria química	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO
C) Producción de metales	525,83			0,01		0,01	0,01
D) Otras producciones							
1 Pulpa y papel	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO
2 Alimentos y bebidas						8,84	
Uso de solventes						NE	
Agricultura	NO	140,10	8,9	0,34	7,63		
A) Fermentación entérica		114,68					
B) Manejo del estiércol		10,1	0,004				
C) Cultivo del arroz		14,95					
D) Suelos agrícolas			8,89				
E) Quema prescrita de sabanas	NO	NO	NO	NO	NO		
F) Quema de residuos agrícolas		0,36	0,01	0,39	7,63		
Cambio de uso de la tierra y silvicultura	-18808,57	0,63	0,004	0,16	5,50		
A) Cambios en bosques y otras reservas de biomasa Leñosa	-21514,13						
B Conversión de bosques	2705,56	0,63	0,004	0,16	5,50		
C Abandono de tierras cultivadas	NO						
D Emisiones y remociones desde el suelo	NE						
Desechos	2,03	73,83	0,39	0,004	0,004	0,00	0,003
A Disposición de residuos sólidos		33,13					
B Tratamiento de aguas residuales		40,69	0,39				
1 Efluentes Industriales		4,47					
2 Aguas residuales domésticas y comerciales		36,22	0,39				
C) Incineración de Desechos	2,03			0,004	0,004	0,00	0,003

Categorías de fuentes y sumideros	CO2	CH4	N2O	NOx	CO	COVDM	SO2
Memo I							
Bunkers Internacionales	1042,17	0,09	0,03	5,53	3,90	1,39	0,33
Transporte aéreo	1042,17	0,09	0,03	5,53	3,90	1,39	0,33
Transporte marítimo	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE
Emisiones de CO ₂ desde la biomasa	5176,49						

NO No ocurre. NE No estimado. No aplicable (sombreado en el cuerpo del cuadro).

I No se incluyen en el total del módulo Energía. Los valores con signo negativo indican adsorciones netas.

3

MEDIDAS DE ADAPTACIÓN Y MITIGACIÓN PREVISTAS PARA APLICAR EL MANDATO DE LA CONVENCION

3.1 Introducción

Los impactos esperados como consecuencia del calentamiento global en la República Dominicana, resultan ser preocupantes, ya que nos plantea graves problemas de aumento del nivel del mar, variaciones e intensidades de los fenómenos meteorológicos, escasez de agua e incremento de la presencia de vectores causantes de enfermedades como el dengue y malaria.

Los estudios sobre la vulnerabilidad y adaptación al cambio climático, realizado en la República Dominicana, incluyen la elaboración de impactos futuros tanto en la zona turística del Este, Bávaro-Punta Cana, la cual aporta cerca del 12 % del PBI (3,792 millones de dólares en el 2006, por ingresos), de la cuenca del río Haina, que contribuye con cerca del 25 % del agua potable a la ciudad de Santo Domingo, impactos sobre los cultivos agrícolas e impactos sobre la salud.

Los resultados proyectados por los escenarios utilizados en los estudios, indican un aumento de temperatura de 0.3 a 0.7 grados centígrados en la zona turística de Bávaro y Punta Cana, y un aumento del nivel del mar de aproximadamente 3.8 y 25.9 centímetros para el año 2030, lo que implicaría impactos de grandes consecuencias, con una disminución de la actividad turística y económica de la región.

Además, los impactos sobre la cuenca del río Haina, para la cual se espera que la temperatura se incremente en cerca de 0.7 grados centígrados y que esto conlleve a una disminución de las lluvias en el orden del 1,9%, para el año 2030.

Otros impactos esperados estarían el área de la salud, principalmente en la incidencia del dengue y la malaria. De acuerdo con las proyecciones, se espera un incremento de la incidencia de estas enfermedades para los años 2012 y 2015, por lo que tenemos que estar preparados para la aplicación de medidas de adaptación que reduzcan los impactos de ambas enfermedades, a través del control de los vectores y la educación ciudadana.

Los resultados de este estudio evidencian una clara relación no lineal entre los cambios de las variaciones climáticas y los cambios de los patrones de comportamiento de manera diferenciada de ambas enfermedades.

El estudio de cambio de uso de suelo y cobertura forestal en el Parque Nacional Los Haitises, el cual tuvo por objetivo proporcionar una línea-base sobre el cambio de uso de suelo y cobertura forestal, ocurrido en un período de cerca 20 años (1988-2006) con análisis de imágenes satelitales LANDSAT ETM+, ha evidenciado una recuperación de la cobertura boscosa en áreas que en el pasado fueron fuertemente intervenidas por actividades agrícolas y ganaderas.

3.2 Medidas generales de adaptación al cambio climático

El Panel intergubernamental de Cambio Climático, define la vulnerabilidad como el grado por el cual un sistema es susceptible o incapaz de enfrentarse a los efectos adversos del cambio climático, incluidas la variabilidad y los extremos del clima.

Por otro lado, la capacidad de adaptación es la habilidad de un sistema de ajustarse al cambio climático (incluida la variabilidad del clima y sus extremos), para moderar daños posibles, aprovecharse de oportunidades o enfrentarse a las consecuencias.

Como es conocido, en los sistemas humanos sensibles al cambio climático se incluyen los recursos hídricos, la agricultura (especialmente seguridad de los alimentos) y silvicultura, las zonas costeras y sistemas marinos (pesquería), asentamientos humanos, energía, e industria; seguros y otros servicios financieros y de salud humana; lo que nos indica que el cambio climático alterará el modo de vida de la población mundial en los próximos 250 años, de aquí la importancia de que los países del Anexo I adopten ya las medidas de mitigación necesarias para reducir las emisiones de gases de invernadero.

La Convención Marco Naciones Unidas sobre Cambio Climático, viene a reconocer la importancia de corregir la vulnerabilidad de los países en desarrollo frente a los efectos del cambio climático y las de respuesta a estas medidas adoptadas en la COP 7, mejor conocida como “El Acuerdo de Marruecos”. El interés político por la adaptación al cambio climático se ha intensificado desde entonces y ha complementado las actividades de mitigación, que constituían hasta entonces el tema principal de las negociaciones.

Este interés por la adaptación culminó con la adopción en la COP 10 del programa de trabajo de “El Plan de Acción de Buenos Aires”; que hace hincapié en la realización de actividades identificadas en el contexto de las comunicaciones nacionales. Dos años después, en Nairobi, Kenia, durante la COP12/MOP2, surge el Programa de trabajo de 5 años, de Nairobi, el cual está en discusión para su ejecución.

En esta parte de la segunda comunicación nacional analizaremos cada uno de los sistemas señalados en el párrafo anterior, pero orientado a zonas específicas de la República Dominicana.

3.3 Metodología

Durante el proceso de ejecución de los estudios, se han usado diferentes metodologías y modelos para el desarrollo de cada uno de ellos. La disponibilidad de guías y marco de planificación para la adaptación, en término de su entendimiento, y la audiencia a la cual se dirige y su propósito, dificultan la comparación objetiva entre ellos.

Para seleccionar que recursos serán evaluados y comparados, nosotros debemos considerar que los recursos podrían ser útiles para los tomadores de decisiones y funcionarios oficiales del Gobierno que quieran planificar para adaptación al cambio climático, a niveles regional, provincial y municipal.

3.4. Escenarios climáticos

Para desarrollar los estudios sobre los impactos del cambio climático, es imprescindible crear representaciones de los patrones espaciales y temporales del clima futuro. Estas representaciones se denominan escenarios de cambio climático, y fueron definidos por Viner y Hulme (1992) como: “Una representación del clima futuro, que es internamente consistente, que ha sido construida, empleando métodos basados en principios científicos, y que puede ser utilizada para comprender las respuestas de los sistemas ambientales y sociales ante el futuro cambio climático”.

La combinación MAGICC-SCENGEN permite investigar con gran rigor científico y con un altísimo nivel de eficiencia desde el punto de vista computacional diferentes escenarios de emisión y de otros elementos como la sensibilidad climática. Esta combinación ha sido la metodología empleada en la República Dominicana para la construcción de las proyecciones del clima futuro. El proceso de creación de los escenarios de cambio climático a partir de modelos de circulación general y regional comprende en sentido general varias etapas fundamentales:

- Selección del escenario global de emisión de gases de efecto invernadero.
- Determinación de las concentraciones de los gases.
- Cálculo del forzamiento radiactivo combinado.
- Obtención de los futuros patrones temporales y espaciales del clima.

El proceso de construcción de los escenarios se muestra, de modo resumido, en la Figura 5.

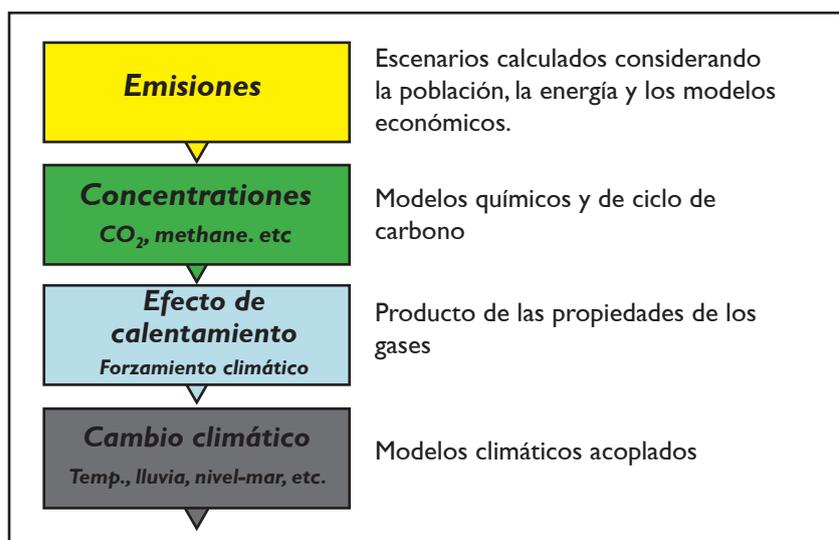


Figura 5. Principales pasos se han de seguir en la construcción de los escenarios de cambio climático

Los escenarios de emisión de gases son desarrollados teniendo en cuenta el crecimiento de la población, las formas de energía utilizadas y el modelo socioeconómico. Las concentraciones son determinadas por los ciclos de vida en la atmósfera de los gases de efecto invernadero. Los patrones temporales y espaciales del clima se obtienen a través de los modelos de circulación general acoplados océano-atmósfera y modelos regionales.

Para realizar los estudios, además de la selección del modelo de circulación general acoplado océano-atmósfera, utilizando el paquete de programas MAGICC/SCENGEN versión 4.1. También se usó el modelo atmosférico regional PRECIS (Providing Regional Climates for Impacts Studies, 2001), desarrollado por el grupo de modelación regional, del Centro Hadley del Reino Unido.

Para el sector salud fueron usados los escenarios regionales de cambio climático, a partir de las salidas del PRECIS, usando el escenario de emisión A2, que permitió generar los incrementos a las variables primarias que integran los índices con que trabaja el Modelos MACVAH/AREEC. (Ortiz, 2006).

3.5 Impacto del cambio climático y medidas de adaptación en la cuenca del río haina.

En la República Dominicana, 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.

Según informes de la Secretaría de Estado de Agricultura (1999), la República Dominicana presenta regiones húmedas y secas que guardan relación con la distribución y orientación del relieve y los patrones característicos de vientos.

La actividad frontal, durante la temporada invernal, produce lluvias significativas al norte de la Cordillera Central; mientras que en la vertiente sur del país la actividad pluvial es escasa por el efecto de barrera que ejerce la citada cordillera.

Pero, en los meses de verano, especialmente en la temporada ciclónica, se invierte el efecto, observándose los mayores acumulados pluviales en la porción sur del país y el efecto de sombra orográfica hacia el norte. En la distribución estacional de la lluvia de la vertiente norte también se observa la influencia del Anticiclón del Atlántico, con un reforzamiento de la actividad pluvial durante el último trimestre del año.

Según el balance hídrico realizado por el INDRHI (PLANIACAS, 1983), el volumen potencial de agua per cápita aprovechable anualmente se estima en 2,711 m³/hab., sin considerar la contribución directa de la lluvia. Sin embargo, al evaluar el Índice de Disponibilidad Específica de Agua, definido por Shiklomanov (1998), resulta de un valor de 2.4 (considerando 8.3 millones de habitantes en el año 1999, según el PNUD), lo que califica la disponibilidad de agua para el desarrollo como Baja.

El valor de 16,949 millones de m³ de agua de acuerdo con la ecuación general de balance hídrico para el Período 1961–1990 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 m³ de agua almacenada y agua subterránea en explotación), se obtiene que el 14% de los recursos hídricos de la nación están regulados, lo cual 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).

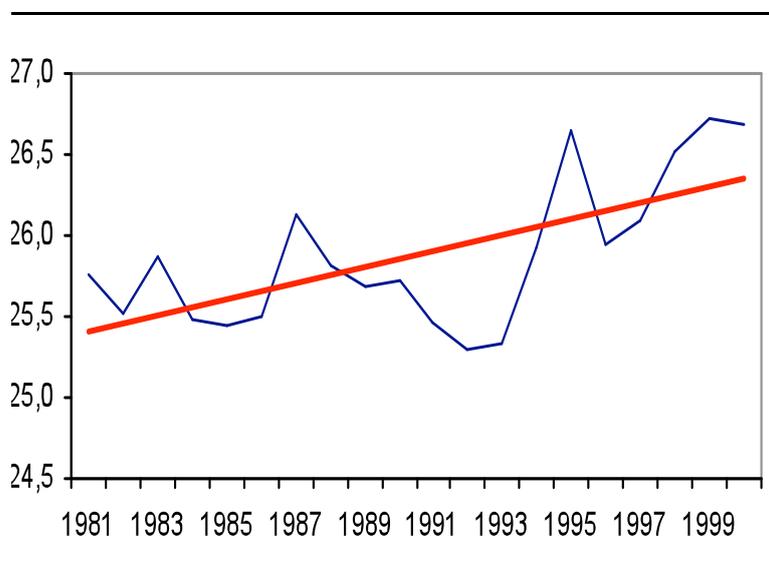


Figura 6. Tendencia temperatura promedio anual en la Cuenca del Haina. Seria 1981-2000

En un análisis sobre los impactos y las medidas de adaptación, realizado en la Cuenca del río Haina, y según un informe de la Secretaría de Estado de Medio Ambiente y los Recursos Naturales (2004), la cuenca del Río Haina aporta el 20% del agua al acueducto de la capital del país. Esta cuenca es una de las fuentes de abasto de agua a la ciudad de Santo Domingo, a través de tres sistemas hidráulicos: Isa - Mana (0.6 m³/seg), Duey-Guananitos (1.0m³/seg) y Haina-Manoguayabo (4.0 m³/seg); los acuíferos relacionados con la cuenca, además del campo de pozos de Manoguayabo, abastecen a Palavé y la comunidad de Cabayona.

La densidad poblacional en la cuenca se calcula en 1,220 hab/Km² y la densidad de instalaciones industriales se estima en 0.53 industrias/Km²; estas industrias descargan en la cuenca desechos líquidos y sólidos, produciendo un alto nivel de degradación de la calidad del agua en la zona baja de la misma, aguas abajo de la obra de toma del Sistema Haina-Manoguayabo; por ende, la contaminación debida a la actividad humana, el manejo inadecuado de suelo y la presión a que es sometida el agua para satisfacer el abasto a la población, la industria, la ganadería y la agricultura son los problemas ambientales fundamentales que actualmente se enfrentan en la cuenca.

3.5.1 Caracterización climática e hidrológica de la cuenca

La cuenca tiene un área de 564 km² y forma parte del sistema hidrológico Ozama – Nizao, que tiene una extensión superficial de 7023 km² (INDRHI, 2006).

Para la caracterización de la línea base se usa el Período 1961-1990 (30 años) por la práctica internacional para comparar el impacto del cambio climático, en este estudio se analiza el Período 1981 – 2000, con el propósito de

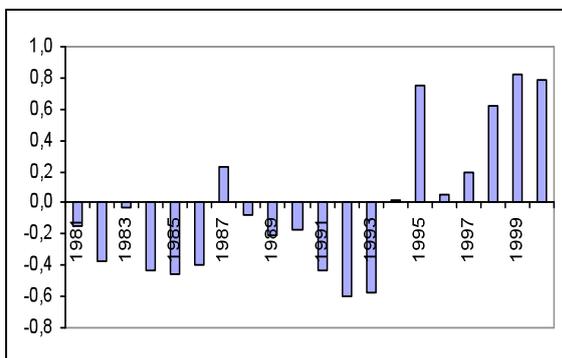


Figura 7. Anomalías de la temperatura promedio anual respecto a la media en la Cuenca del Haina. Serie 1981 - 2000

tener una caracterización hidrológica más actual de la cuenca y además porque los registros de caudales que se tienen de la zona son posteriores a 1980.

Al analizar temperatura y pluviometría podemos señalar: que la temperatura media en la cuenca del Haina para este período es de 25.9°C, y durante estos años muestra una notable tendencia al incremento (figuras 6 y 7).

Las pruebas estadísticas realizadas demuestran que la tendencia observada es estadísticamente significativa (Cuadro No. 32). En la Figura 7, se presentan las anomalías de la temperatura promedio anual respecto a la media en la cuenca del río Haina, Serie 1981 – 2000.

De acuerdo con los datos de precipitación disponibles, un poco más del 70% de la precipitación anual cae durante los meses más lluviosos del año. Un estudio sobre la variabilidad de la precipitación, realizado por el INDRHI (Rodríguez y otros, 2007), compara períodos de precipitación de series de los últimos 5, 10 y 20 años en cada región climática del país, utilizando el período comprendido entre 1983 y 2002.

Cuadro No. 32. Análisis estadístico de la tendencia y correlación interna en la serie de temperatura anual 1981 – 2000

Pruebas estadísticas	Valores estadígrafos
Spearman	3.211820
Mann	2.498210

Estos autores señalan que la precipitación mensual en la temporada menos lluviosa en la Región Este es inferior a 100 mm en cada escenario de precipitación generado por ello (figura 7), lo que hace que la época de estiaje en esta región sea muy evidente; por otra parte, las mayores precipitaciones se producen en la estación otoñal en los tres escenarios de precipitación desarrollados, particularmente en el mes de septiembre.

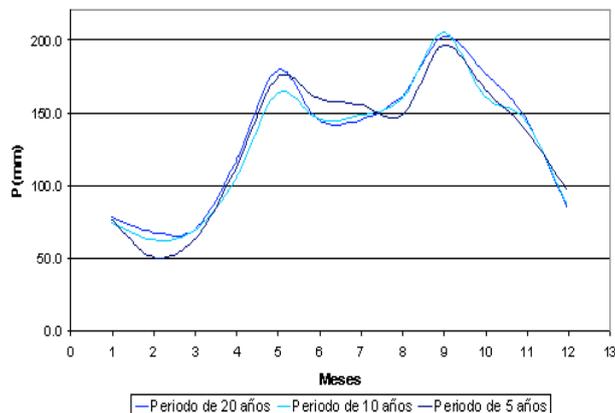


Figura 8. Precipitación media mensual para los últimos 5, 10 y 20 años de la región este (Rodríguez y otros, 2007).

En el verano se observa un descenso de los valores de la precipitación. En el caso particular de la cuenca del río Haina, la precipitación promedio anual estimada para el Período 1981 – 2000 es de unos 1740 mm. La Figura 8, muestra la distribución espacial de la lámina de lluvia anual en la cuenca, para el período 1981 – 2000. El cuadro No. 33 y la figura 9, muestran la distribución interanual de la precipitación en la cuenca, para los años antes indicados, con la serie organizada como año hidrológico.

Cuadro No. 33. Análisis estadístico de la tendencia y correlación interna en la serie de precipitación anual 1981 – 2000.

Pruebas estadísticas	Valores estadígrafos
Spearman	-1.955833
Mann	-1.902406

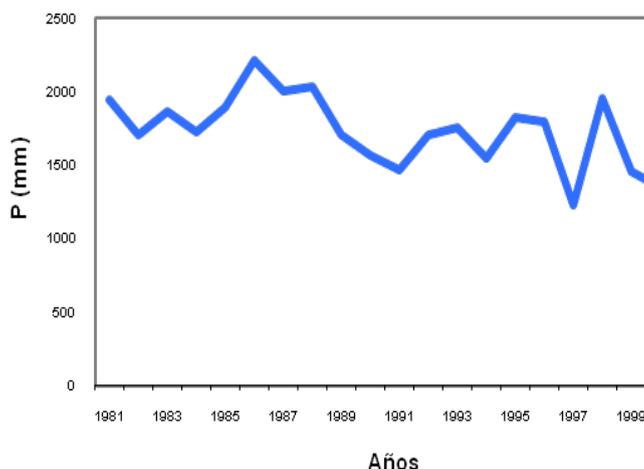


Figura 9. Variabilidad de la lluvia anual en la cuenca del Río Haina

Un análisis más detallado del comportamiento de la precipitación anual en la cuenca del río Haina, demuestra que en los 20 años comprendidos del 1981 al 2000 se observa un ligero decrecimiento de la precipitación en la cuenca (Figura 10).

El análisis estadístico de esta variable confirma que la tendencia que se aprecia visualmente es estadísticamente sensible para un nivel de significación del 10%.

Las pruebas de Spearman y Mann demuestran que la serie tiene una persistencia decreciente y la prueba de Fischer afirma que esta tendencia es significativa, lo que implica que la precipitación tiende a disminuir, lo cual corrobora las conclusiones presentadas por Rodríguez y otros (INDRHI, 2007).

Por otra parte, construyendo series de 10 años continuos (n-1, n+1), y si se realiza un análisis de medias móviles, combinado con la caracterización de la variabilidad de las series de promedios móviles, utilizando para esto el coeficiente de variación de la serie, se aprecia cómo en los últimos años de la serie ha aumentado bruscamente la variabilidad de la precipitación, comportamiento este que también se observa en otras variables y que puede estar vinculado con el reforzamiento que en la región han tenido los movimientos descendentes en la troposfera a partir de la década del 90 (Lapinel, 2000).

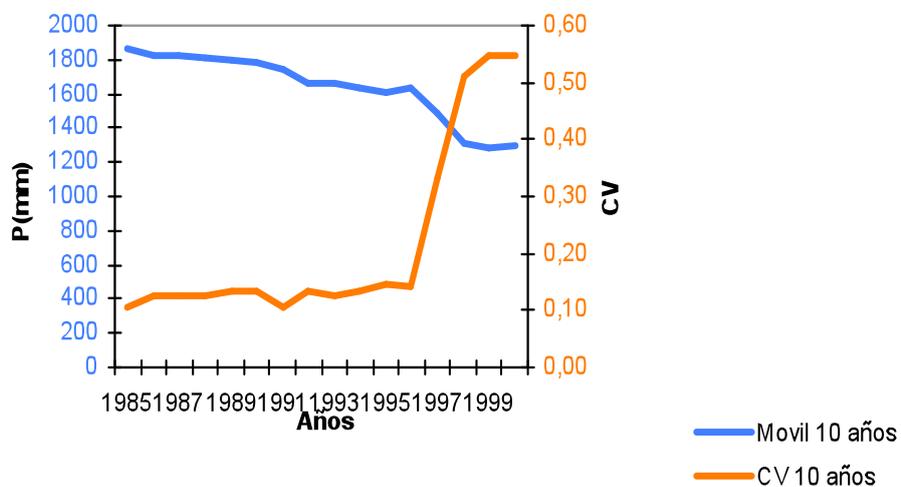


Figura 10. Análisis de variabilidad de la lluvia anual en la cuenca del río Haina utilizando promedios móviles de 10 años y el CV de la serie

El comportamiento local de la precipitación en la cuenca muestra también, en la mayoría de las estaciones utilizadas, las tendencias negativas descritas para la precipitación promedio anual; sólo en las localidades de San Cristóbal y Engombe, este comportamiento no es estadísticamente significativo.

En la figura 11, puede apreciarse el comportamiento local de las anomalías de las precipitaciones respecto a su valor promedio.

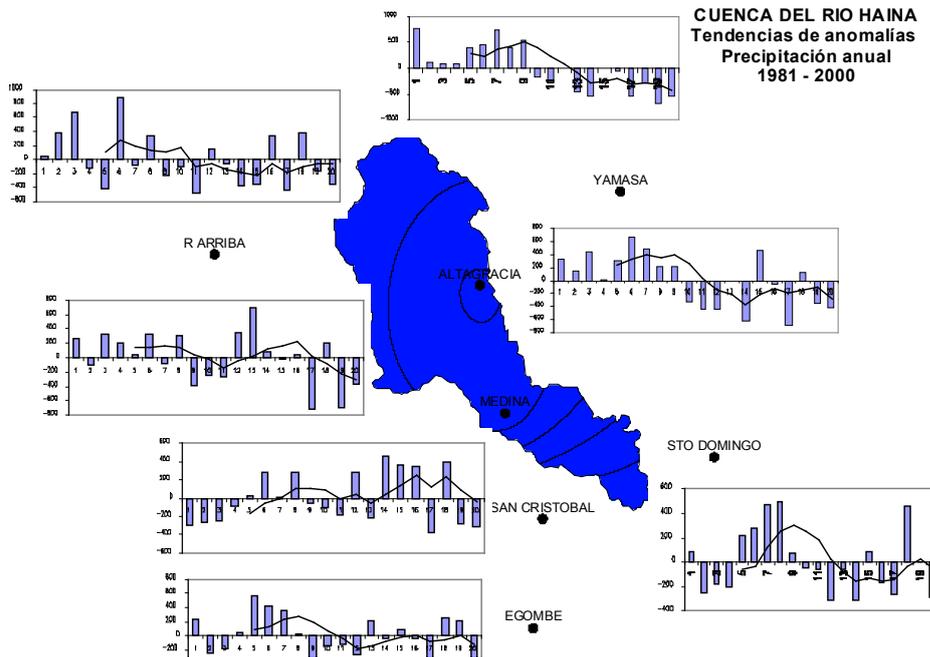


Figura 11. Variabilidad de las anomalías de la precipitación anual en localidades de la cuenca del río Haina

3.5.2 Escurrimiento superficial

Según los datos disponibles en el INDHRI, el escurrimiento anual en la estación hidrológica “Los Corozos”, con un área de 418 km², es de 12.06 m³/seg (Serie 1982 – 2003). Los cuadros 32 y 33 contienen la información estadística publicada por el INDRHI que caracteriza el escurrimiento en esta estación.

Una observación necesaria sobre los datos presentados en la Cuadro antecedente, es que los valores que ella contiene fueron calculados con la serie de datos incompleta, de manera que estadísticamente no representa adecuadamente el comportamiento del escurrimiento por omitir información.

Cuadro No. 34. Análisis estadístico de la tendencia y correlación interna en la serie reconstruida de escurrimiento superficial en la estación “Los Corozos. Serie 1981 – 2000

Pruebas estadísticas	Valores estadígrafos
Spearman	-1.955833
Mann	-1.902406

Cuadro No. 35. Parámetros característicos del escurrimiento superficial. Estación hidrológica “Los Corozos”. Serie 1982 – 2003 (INDRHI, 2007).

Meses	Qmedio m3/seg	Qmax m3/seg	Qmin m3/seg	CV
Noviembre	14.43	40.19	4.59	0.69
Diciembre	10.34	36.38	1.53	0.97
Enero	4.45	13.61	1.68	0.66
Febrero	4.65	10.25	1.57	0.62
Marzo	4.83	21.73	1.18	1.11
Abril	8.91	27.9	0.32	0.91
Mayo	20.6	85.98	0.38	1.13
Junio	15.72	34.94	2.13	0.7
Julio	8.27	15.09	1.57	0.38
Agosto	17.29	64.98	4.51	1.08
Septiembre	19.41	58.1	3.58	0.85
Octubre	15.83	51.16	6.39	0.74
Año	12.06	85.98	6.39	0.21

Teniendo en cuenta el escurrimiento calculado con relación al volumen anual de agua en el cierre hidrológico “Los Corozos”, en los 20 años que se analizan, es aproximadamente 369MMm³, y el coeficiente de escurrimiento anual en este cierre es 0.46. Utilizando el coeficiente de escurrimiento estimado, se puede calcular el volumen anual promedio del escurrimiento en el área total en la cuenca en no más de 441MMm³.

Aplicando el conjunto de pruebas estadísticas seleccionadas para determinar tendencias en las series cronológicas, se corrobora la existencia de este fenómeno en los registros de caudales estimados en “Los Corozos”, donde al igual que la precipitación la tendencia es significativamente decreciente (Cuadro 33).

La Figura 12 muestra la variabilidad del escurrimiento anual expresada por la relación de los promedios móviles de 10 años y el CV de la serie. En este gráfico es evidente la tendencia general al decrecimiento del caudal en la cuenca y su variabilidad, aunque en el caso del coeficiente de variabilidad se observa un incremento a partir del año 1995.

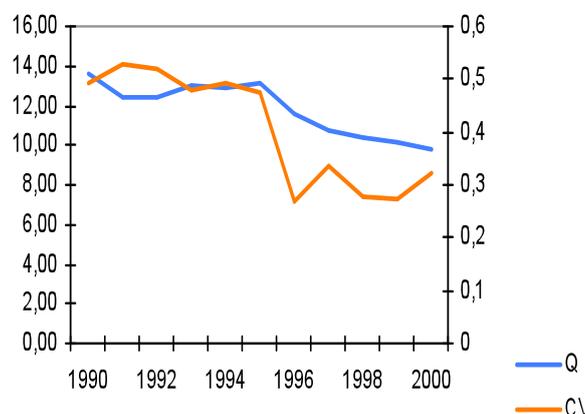


Figura 12. Análisis de variabilidad del caudal en la estación hidrológica “Los Corozos”, utilizando promedios móviles de 10 años y el CV de la serie

3.5.3 Manejo de los recursos hídricos de la cuenca

El sistema hidrológico Ozama – Nizao, donde está enclavada la cuenca del río Haina, tiene una extensión superficial de 7023 km², y cuya disponibilidad de agua es de 3802MMm³/año, con una distribución per cápita de 1069m³/hab; la distribución de la demanda del agua se presenta de la manera siguiente: 595,9 MMm³/año para agua potable, 493 MMm³/año para riego; 46,96 MMm³/año para la industria; 29,62 MMm³/año para la actividad pecuaria; 33,6 MMm³/año para actividades ecológicas; y 1.45 MMm³/año para el turismo; lo que hace un total de 1200.53 MMm³/año.

La demanda de agua en la región Ozama – Nizao es el 32% del recurso disponible en la misma, lo que indica que la presión a que es sometido el recurso agua en este territorio es de “media a fuerte”, según la clasificación de UNESCO. El INDRHI (2007) reporta que los sistemas de abasto, antes mencionados, entregan en conjunto a la ciudad de Santo Domingo un total de 5.77 m³/seg (Cuadro 34), lo que representa aproximadamente 182MMm³ anuales de agua superficial que de la cuenca del Río Haina llegan al acueducto de Santo Domingo.

Cuadro No. 36. Capacidad y características de acueductos asociados al río Haina (INDRHI, 2007)

Acueductos	Capacidad	Tipos de sistemas	Tipos de fuente
Isa - Mana	0.6	Mixto	Superficial
Buey - Guanaitos	1.23	Bombeo	Superficial
Haina - Manogayabo	3.98	Bombeo	Superficial
Total	5.77		

Otro elemento que se ha de considerar en el manejo de los recursos hídricos de la cuenca es el volumen de agua destinado a satisfacer el riego, en un lugar donde el 57% de su área es utilizada en actividades agrícolas (DIRENA 2003).

Aunque no ha sido posible diferenciar la cantidad de agua de la cuenca que se utiliza para satisfacer la demanda agrícola, la provincia San Cristóbal, donde está enclavada la cuenca, utiliza 19488 m³/ha/año y que requerirá para el futuro 13678 m³/ha/año.

3.5.4 Vulnerabilidad y medidas de adaptación del sector hídrico bajo cambio climático

3.5.4.1 análisis de la presión sobre los recursos hídricos

Aquí se analiza la presión sobre los recursos hídricos estimados en este trabajo para los periodos 1981–2000 y 1961–1990, utilizando los criterios evaluativos de Falkenmark (1992) y de Shiklomanov (1998). Utilizando estos criterios, el INDRHI (2007) evalúa, de forma general, la disponibilidad de recursos hídricos en la República Dominicana con problemas; debido a que por el índice de Falkenmark el país, con una disponibilidad de 2187 m³/hab/año, clasifica en la categoría de “país con problemas generales” y siguiendo el criterio de Shiklomanov es categorizado como un país con “baja disponibilidad de recursos hídricos”.

El volumen anual de agua estimado por balance hídrico en la cuenca del río Haina en el período 1961 – 1990 alcanzó como promedio 344MMm³/año, lo que significa una distribución potencial de 4381 m³/hab/año. Considerando solamente las extracciones que se hacen en la cuenca para satisfacer las demandas del acueducto de Santo Domingo, evaluadas en 182 MMm³/año, la distribución per cápita alcanza 2063 m³/hab/año. Las cifras anteriores indican que la disponibilidad de recursos hídricos en la cuenca del Haina coincide con lo planteado por el INDRHI de que tenemos una cuenca con problemas generales (Falkenmark) y cuenca con baja disponibilidad de recursos hídricos (Shiklomanov).

3.5.4.2 Uso del suelo

En la cuenca del Haina predominan las prácticas agrícolas de diversos tipos, que ocupan el 59,7% del área de la cuenca y las regiones boscosas que se despliegan en el 34.5% del territorio; el resto del área de la cuenca tiene otros usos. En el siguiente Cuadro (No. 37) se presentan los diferentes usos.

Cuadro No. 37. Cobertura de la cuenca alta Haina (DIRENA, 2003)

Usos	Áreas (KM ²)	%
Bosque conífero denso	1147	2,0
Bosque latifoliado húmedo	8701	15,4
Bosque seco	009	0,0
Matorral latifoliado	9638	17,1
Matorral seco	007	0,0
Escasa vegetación y erosión	208	0,4
Cultivos intensivos	9441	16,7
Cítricos	783	1,4
Agricultura de subsistencia	14804	26,2
Pastos intensivos	996	1,8
Café y cacao	7695	13,6
Otros usos	3044	5,4
Totales	56473	100

Un informe de la Secretaría de Estado de Medio Ambiente y Recursos Naturales (2004), concluye que en el 76% de los suelos de la cuenca se emplean correctamente desde el punto de vista del uso que se le da a los mismos y que en el 24% restante se realizan actividades no recomendadas. No obstante lo anterior, existen prácticas agrícolas e industriales que afectan seriamente al suelo como ecosistema, provocando intensos procesos de erosión y sedimentación, y contaminación por la utilización de agroquímicos diversos.

Asociado al uso y manejo actual del suelo en la cuenca, existe un conjunto de problemas ambientales claramente identificados por la Secretaría de Estado de Medio Ambiente y Recursos Naturales.

Los mismos tienen relación directa con la situación actual de los recursos hídricos, y se estima que son más graves en las condiciones climáticas actuales. Entre estos problemas se destacan los siguientes:

- Agotamiento y contaminación de las aguas por diversas fuentes;
- Erosión de los suelos de la cuenca alta, sedimentación en la cuenca baja y la costa del río Haina;
- No se manejan los suelos bajo el criterio de uso potencial, ni se conservan para evitar su erosión;
- No existe ordenamiento territorial municipal;
- Debilidad de las organizaciones comunitarias al carecer de un consejo u autoridad de la cuenca;
- Uso irracional de los recursos naturales y el ambiente;
- Contaminación ambiental con desechos sólidos y líquidos;
- Conflictos de uso de la tierra; y
- La tierra se encuentra concentrada en pocos dueños

Aunque para este estudio no se ha tenido información cuantitativa sobre el proceso de erosión, sedimentación, el análisis cualitativo presentado en el informe consultado de la Secretaría de Estado de Medio Ambiente y Recursos Naturales y los resultados de la caracterización de las fuentes contaminantes (Urania, 2001) permiten afirmar el escenario hidrológico actual de la cuenca.

3.5.5 Impactos del cambio climático en la cuenca del río haina

3.5.5.1 Balance hídrico para los escenarios de cambio climático

El Cuadro No. 38, contiene el resultado del balance hídrico en la cuenca del Haina, para los años 2010, 2020 y 2030, basado en los resultados obtenidos con el modelo ECH498 (Cuadro 39).

El Modelo ECH498 calcula un aumento de la temperatura anual de 0.7°C y una disminución de la actividad pluvial del orden del 1.9%, para el año 2030.

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 9% respecto a la línea-base 1961 - 1990.

Cuadro No. 38. Balance hídrico estimado para el escenario climático correspondiente al Modelo PRECIS.

Años	LI	T	Eo	Etp	Q	W
2011	1668	25,6	1779	1217	451	254
2021	1708	25,7	1791	1236	472	266
2031	1829	25,7	1791	1280	549	310

Leyenda:

Todas las variables están expresadas en mm, excepto W que está expresado en millones de m³ 10⁶

P: Precipitación, a partir de resultados de los modelos climáticos.

Er: Evapotranspiración real, según fórmula de Turc (Sokolov y Chapman, 1981).

Q: Lámina de escurrimiento obtenida por ecuación de balance hídrico

Ep: Evaporación potencial, Fórmula de Turc (Sokolov y Chapman, 1981)

W: Volumen total de escurrimiento

Cuadro No. 39. Balance hídrico estimado para el escenario climático correspondiente al Modelo ECH498, escenario de emisión IS92a.

Años	P	T	Eo	Etp	Q	W
2010	1822	25,3	1742	1259	563	317
2020	1813	25,5	1767	1265	548	309
2030	1804	25,7	1791	1271	533	301

El Cuadro No. 38, contiene el resultado del balance hídrico en la cuenca del Haina para los años 2011, 2021 y 2031, basado en los resultados obtenidos con el modelo regional PRECIS (Cuadro No. 39). El modelo PRECIS calcula un aumento de la temperatura anual de 0.7°C y una disminución de la actividad pluvial en cada uno de los años estimados con este modelo.

3.5.5.2 Evaluación integral del impacto del cambio climático en el sistema suelo – agua

El resultado de los modelos climáticos y la evaluación del impacto del cambio climático sobre los recursos hídricos reflejan, en mayor o menor grado, un empobrecimiento de los recursos hídricos de la cuenca del río Haina. Esto es consistente con la tendencia que se ha venido manifestando en la región del Caribe desde la década del setenta del pasado siglo, expresada por un comportamiento más extremo del clima, particularmente por el establecimiento de frecuentes e intensos procesos de sequía.

Puede afirmarse que los todos problemas ambientales, antes citados, afectan seriamente la disponibilidad y la calidad del agua, y más aún, ponen en peligro la supervivencia del ecosistema fluvial. El uso y manejo inadecuado de los suelos, la agricultura de tumba y quema, la explotación indiscriminada de los agregados del cauce del río y la ganadería intensiva en suelos de laderas y en el cauce del río, son acciones que aceleran los procesos de erosión y sedimentación en las laderas de la cuenca, y en las márgenes y el cauce del río; trayendo como consecuencia la pérdida del suelo y empobrecimiento de sus propiedades hidrofísicas, y la afectación del cauce del río, con consecuencias hidráulicas que pueden perjudicar el funcionamiento del sistema fluvial.

Esto, visto en el contexto del clima actual y futuro, con un clima más extremo y seco, apunta hacia una situación ambiental más deteriorada que la actual, porque desde ya se viene produciendo un daño continuo en el sistema suelo – agua, que le resta al mismo capacidad de producir agua y de sostener los ecosistemas ambientales que existen en la cuenca, situación que sería más grave en las condiciones climáticas que se describen para el futuro.

3.5.6 Medidas de adaptación y mitigación

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, y es esto competencia de las autoridades nacionales. Pero “ El plan de manejo de la cuenca del río Haina”, elaborado por la Secretaría de Estado de Medio Ambiente y Recursos Naturales y el Instituto Nacional de Recursos Hidráulicos; contiene, de manera acertada, las medidas de adaptación y mitigación al cambio climático para esta cuenca.

El plan de manejo de la cuenca del río Haina tiene como propósito mejorar las condiciones de vida de los habitantes de la cuenca alta del río Haina, manejando de forma racional y sostenida los recursos naturales y el ambiente, para lo cual prevé las acciones siguientes:

- Mejorar las condiciones de vida y el ambiente de las comunidades de la cuenca alta del río Haina, con el establecimiento de parcelas forestales, agroforestales, conservando los suelos, reduciendo la sedimentación de las obras hidráulicas existentes para incrementar su vida útil y reducir la contaminación por desechos sólidos y líquidos;

- Eliminar la agricultura migratoria de tumba y quema de bosques en la cuenca alta, para la siembra de cultivos anuales;
- Mejorar el nivel de ingresos de los agricultores, promoviendo alternativas productivas que mejoren el ambiente, sin degradar los suelos;
- Reducir la contaminación del agua, controlando la deposición de desechos sólidos y líquidos, provenientes de los poblados de la cuenca;
- Eliminar la pecuaria extensiva en los suelos de ladera y en el cauce del río;
- Mejorar la infraestructura de servicios de las comunidades (vías y caminos vecinales, escuelas, centros comunales, centros de salud, letrinas);
- Involucrar a las instituciones públicas y privadas, con incidencia en la zona, en la ejecución del presente plan de manejo;
- Implementar un programa permanente de educación ambiental, extensivo a toda la población; e
- Implementar un programa de conservación de suelos y agua, que promueva el uso de obras y prácticas sencillas, pero eficiente para el control de la erosión.

A lo anterior habría que agregar que los índices utilizados para evaluar la disponibilidad del agua en la cuenca permiten afirmar que existe la posibilidad de incrementar las reservas hídricas superficiales controladas, construyendo embalses y mejorando las capacidades de las obras actuales, con acciones que protejan las estructuras hidráulicas del azolvamiento.

3.5.7 Conclusiones

1. Los escenarios climáticos diseñados con los modelos ECH498 y PRECIS predicen una disminución de la lluvia en los próximos decenios hasta el año 2030, tendencia que, a la luz de estos dos modelos, debe mantenerse en lo que resta de siglo. Concordando con lo anterior, los escenarios hidrológicos más probables se caracterizarían por una merma del potencial hídrico en la cuenca del río Haina, tanto superficial como subterráneo, lo cual produciría también el deterioro de la calidad química y biológica del agua.

2. Teniendo en cuenta que el Instituto Nacional de Recursos Hidráulicos y la Oficina Nacional de Meteorología operan las redes de observación del ciclo hidrológico, se recomienda la elaboración de un estudio detallado de la influencia de la variabilidad y el cambio climático sobre las aguas naturales y reguladas, incluyendo el monitoreo constante de la calidad química, física y biológica analizada en el detallado estudio que de esto se hizo en la cuenca.

3. La intrusión marina del agua subterránea constituye uno de los problemas más serios derivados del impacto del cambio climático. Las reservas de aguas subterráneas de la cuenca estarían seriamente afectadas por su deterioro físico-químico y por la disminución del potencial hídrico debido al déficit de lluvia.

4. La estrategia ambiental delineada para implementar en la cuenca del río Haina es una respuesta de adaptación y mitigación adecuada, que debe formar parte de la estrategia de desarrollo hidráulico que se prevea en la cuenca.

5. Cualquier plan de desarrollo hidráulico en la cuenca, y en el país, debería hacerse considerando los escenarios alternativos que los estudios de cambio climático aportan. Lo que implicaría, de forma general, hacer un nuevo balance hídrico, a nivel de esquema; la valoración de la vulnerabilidad y la flexibilidad de la actual infraestructura hidráulica, y la revisión de las normas de explotación y operación de embalses y acuíferos.

3.6 Estudio sobre vulnerabilidad y adaptación al cambio climático para malaria y dengue

3.6.1 Antecedentes

A principios de la década de 1990, la población estaba poco sensibilizada ante los riesgos de los cambios climáticos globales para la salud, lo que reflejaba un desconocimiento general de la forma como la alteración de los sistemas biofísicos y ecológicos puede afectar, a largo plazo, el bienestar y la salud de las poblaciones del planeta Tierra.

A partir de la firma de la Convención Marco de Cambio Climático, por 154 países en 1992, el conocimiento cada vez mayor del cambio climático está transformando nuestra percepción de los límites de la salud humana, y los factores que la determinan. Las amenazas para la salud, provocada por eventos climáticos extremos, en el Caribe, incluyen enfermedades causadas por insectos y roedores, tales como dengue, leptospirosis, malaria y fiebre amarilla; enfermedades por vectores acuáticos, incluyendo esquistosomiasis, cryptosporidium y el cólera; enfermedades transmitida por los alimentos, incluyendo diarrea, la intoxicación alimentaria, la salmonela y tifoideo; enfermedades respiratorias, incluyendo asma, bronquitis y alergias e infecciones respiratorias; y desnutrición, que resulta de las interrupciones de la producción alimentaria o por la interrupción de la distribución (UNFCCC 2007).

De acuerdo con el Informe sobre la situación de salud en la República Dominicana, publicado en agosto del 2006 por la Comisión Ejecutiva para la Reforma del Sector Salud (CERSS), la información sobre mortalidad y morbilidad del país presenta importantes deficiencias, con un nivel de subregistro estimado que oscila entre 45 y 55 %; ausencia de registros válidos de la morbilidad; escaso desarrollo de trabajo de investigación, u otros proyectos de análisis, por lo cual es necesario el establecimiento de un sistema de información que permita superar estas trabas, en aras de conocer la realidad, en cuanto a aspectos de la situación sanitaria del país.

Con el nivel de información disponible en los registros de mortalidad y morbilidad del país, se ha podido establecer sus principales características. Se sabe que la tasa bruta de mortalidad, registrada para el año 2000, era de 2.8 por 1000 y que su composición, por edad, ha cambiado considerablemente en las últimas décadas, disminuyendo el peso proporcional de la mortalidad infantil, correspondiente a los menores de 5 años. El 58% de la mortalidad total corresponde al sexo masculino.

3.6.2 Propósito y objetivos de la evaluación

Entre los objetivos de la evaluación se encuentran los siguientes:

1. Trabajar en la capacitación del personal técnico del país en los estudios de evaluación de los impactos de la variabilidad y el cambio climático en el sector salud;
2. Entrenar a los especialistas en el uso de las salidas de los escenarios del PRECIS y cómo utilizar estos como variables de entradas en el modelo de Clima-Salud MACVAH/AREEC;
3. Establecer los modelos de relación entre el clima y las enfermedades definidas (el dengue y la malaria), a partir de los cuales se entrenarán a los especialistas que habrán de preparar la información del sector salud para la segunda comunicación nacional;

4. Entrenar a los especialistas del sector en la aplicación del modelo de relaciones clima-salud MACVAH/AREEC, el cual simula las anomalías de la variabilidad y el cambio climático para la evaluación de los riesgos en los patrones epidemiológicos de diferentes enfermedades, y la evaluación de los costos de los impactos; y
5. Colaborar en la definición y estructuración de los diferentes impactos y propuestas de medidas de adaptación para el sector de la salud.

3.6.3 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”²¹.

Para esa época, el SNEM contó con un fuerte apoyo técnico y financiero de la Organización Panamericana de la Salud (OPS), del Fondo de las Naciones Unidas para la Niñez (UNICEF), de USAID y otras agencias de cooperación internacional, organizándose como un programa vertical con cobertura nacional.

Desde fines del año 1998 y comienzo de 1999, se acentuó el proceso de descentralización de la Secretaría de Estado de Salud Pública y Asistencia Social (SESPAS), con la creación de 34 direcciones provinciales y de Área de Salud que fueron aumentadas posteriormente a 39, en cada una de las cuales se ha desarrollado una Unidad de Epidemiología, una de Programas y una de Salud y Medio Ambiente.

El 25 de mayo de 1999, el SNEM ²²(2) es convertido en el Centro Nacional de Control de Enfermedades Tropicales (CENCET), agregándosele las funciones de control del dengue, la filariasis, el parasitismo intestinal y otras enfermedades tropicales. Desde entonces, ha ocurrido un fortalecimiento institucional y se ha retomado el proceso de descentralización de los programas a su cargo, y de articulación progresiva con los servicios de salud.

3.6.4. Agentes productores y vectores 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*, autóctono que actualmente circula en la isla no es resistente a la cloroquina y, por consiguiente, todos los casos tratados con este medicamento curan completamente.

Posterior a los años señalados, siempre se ha podido demostrar que los casos detectados, producidos por *vivax* u *ovale* son importados de otros países, generalmente suramericanos o africanos.

El mosquito, identificado como responsable de la transmisión en el país es el *Anopheles albimanus*, que está presente en prácticamente todo el territorio nacional. Pero no por esto la malaria se encuentra esparcida en todo el país; por el contrario, se encuentra localizada en focos endémicos que están bien identificados.

Los más activos están ubicados en las provincias Bahoruco, Azua, Montecristi, La Altagracia, El Seybo, Valverde, Dajabón, San Juan, Santiago, San Pedro de Macorís, La Romana, Santiago, Puerto Plata, Barahona, Independencia, Azua, Distrito Nacional, San Cristóbal, y Hato Mayor; y ha guardado relación con las actividades económicas predominantes y los movimientos migratorios que los acompañan, con el paso de huracanes por el territorio nacional y también con variaciones y cambios climáticos, de acuerdo con el estudio llevado a cabo en el año 2000²³(3).

21 La Ley 110 fue publicada en los diarios El Caribe y Listín Diario de Santo Domingo el 4 de enero 1964 y en la Gaceta Oficial de ese año.

22 Disposición Ministerial 04-99 de la Secretaría de Estado de Salud Pública y Asistencia Social.

23 Ortiz Bulto, Paulo.

3.6.5 Tendencia y distribución de la malaria en la República Dominicana

Desde (1965), la malaria ha tenido un comportamiento de baja incidencia en la República Dominicana, si se le compara con la incidencia de la mayoría de los países tropicales de América Latina. En el periodo de tiempo que va desde ese año hasta los actuales momentos, solamente se detectaron cantidades relativamente importantes de casos de malaria (1979-1984) y en (1999, 2005 y 2006).

Casos de malaria según año en la República Dominicana, período 1965-2006

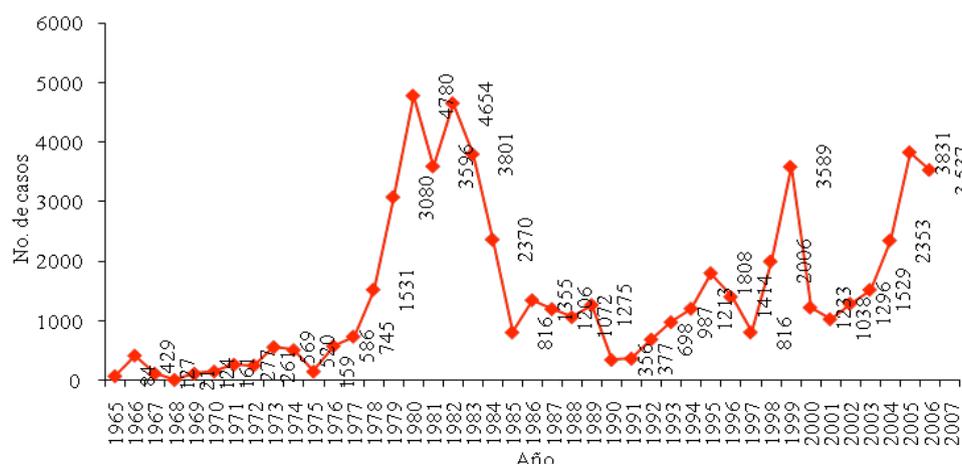


Figura 13. Marcha multianual de los casos de malaria en República Dominicana. Período 1965-2006. Fuente: CENCET

3.6.5.1 Tendencia de la malaria, por regiones.

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. Fig. 14.

Cuadro No. 40. Tendencia de la serie de casos de malaria, por regiones, en la República Dominicana.

Regiones	Pruebas Estadísticas	Valores del Estadígrafo
Región I	Spearman	4.24 **
	Kendall-Manm	4.25 **
Región II	Spearman	3.81 **
	Kendall-Manm	3.58 **
Región III	Spearman	2.49 **
	Kendall Mann	2.35 **

Los resultados del Cuadro No. 40, corroboran que, en todas las regiones del país, hay una tendencia global a la presencia y aumento de los casos de malaria, a excepción de algunos municipios donde no se han reportado casos hasta el momento, de esta evaluación.

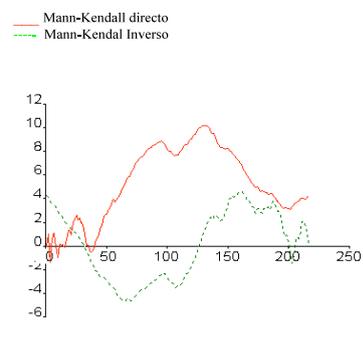


Figura 14. Tendencia de los casos de malaria para la Región I. Período 1989-2005

En las figuras 15 y 16, se muestran las variaciones y cambios de tendencia que ha experimentado la malaria en cada una de las regiones del país, reafirmando los resultados encontrados en la primera evaluación, donde se evidencia que se mantiene el alto riesgo y el aumento de la vulnerabilidad, la cual se hace recurrente y cíclica.

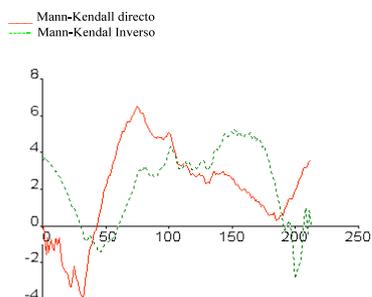
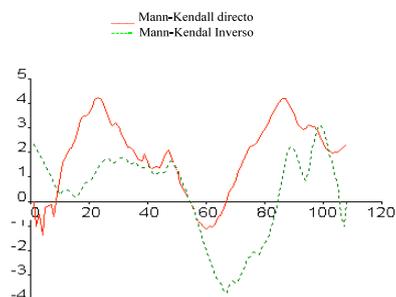


Figura 15. Tendencia de los casos de malaria para la Región II. Período 1989-2005



Figuras 16. Tendencia de los casos de malaria para las regiones I y II. Período 1989-2005.

Cabe señalar que, al comparar esos resultados, con la primera evaluación realizada en el país en el año 2003, las tendencias encontradas y la identificación de las áreas de alto riesgo se han mantenido, con una ligera variación espacial y aumento de los casos hacia la Región I, donde la tendencia ha continuado creciendo, y es altamente significativa

3.6.6 Situación del dengue en la República Dominicana

Aunque años anteriores, en la República Dominicana, se habían reportado casos clínicos esporádicos de esta enfermedad, es durante el año 1998 cuando se inicia formalmente la vigilancia serológica y virológica, cuando durante las primeras 6 semanas epidemiológicas del año, de 152 niños con síndrome febril de etiología viral probable 32 (22%) resultaron positivos a serología (IgM).

Ese mismo año, se formuló el plan de contingencia para el manejo de la emergencia del dengue y la fiebre del dengue hemorrágico en la República Dominicana, con el apoyo de la Agencia de los Estados Unidos para el desarrollo internacional y la Universidad de Carolina del Sur.

Los últimos años, en el país se han reportado entre 2,500 y 3,000 casos por año, con defunciones entre 10 y 15, a excepción del año 2003, cuando fueron reportados 6,163 casos y alrededor de 75 defunciones. Durante el año 2004, el sistema de vigilancia epidemiológica captó un total de 2,478 casos, con 136 casos de dengue hemorrágico y 21 defunciones.

El *Aedes aegypti* es el vector más común y de mayor contacto con los humanos, debido a que prefiere vivir dentro de las viviendas, colonizando criaderos artificiales de diversos tipos.

Un análisis del riesgo vectorial en 24 barrios de la ciudad de Santo Domingo, realizado para el plan de emergencia de 1988, reseñó que el *Aedes aegypti* se encontraba ampliamente distribuido en todo el país y que los tanques de 55 galones utilizados para almacenar el agua para el consumo familiar tenían un grado de positividad de hasta un 77%.

También se reportó un promedio de 1.5 tanques por vivienda. El año 2001, se publicó un estudio realizado entre marzo y noviembre de 1999, tendente a caracterizar las conductas asumidas por las familias respecto al dengue.

El estudio consideró evaluar una muestra de las familias de la ciudad de Santo Domingo, y de una ciudad mediana y una ciudad pequeña del país. Los principales hallazgos señalan al tanque de 55 galones, generalmente metálico y con una cubierta interior de cemento, como el principal reservorio para el almacenamiento del agua de consumo y el principal criadero dentro de la vivienda.

Las encuestas entomológicas realizadas durante el 2005, en unos 37 barrios o localidades correspondientes a Santo Domingo y el Distrito Nacional, San Pedro de Macorís, Peravia, Sánchez Ramírez, Santiago, Hato Mayor y Monseñor Nouel, mostraron un índice positividad de los tanques de casa promedio de 41%.

El plan de contingencia para el manejo de la emergencia del dengue y la fiebre del dengue hemorrágico en la República Dominicana, formulado en 1988, estableció la necesidad de conformar un Comité Nacional para el control de la epidemia del dengue, compuesto por representantes del Laboratorio Nacional de Salud Pública Dr. Defilló, el entonces servicio nacional para la erradicación de la malaria, el departamento de Infectología, del Hospital Dr. Robert Reid Cabral, la entonces sección de epidemiología, de la SESPAS y el Centro Médico de la Universidad Central del Este, bajo la coordinación de la Dirección Nacional de Salud.

Este comité debía convertirse en el eje propulsor de las políticas de prevención y control de esta enfermedad.

Durante el año 2004, bajo el auspicio de la Organización Panamericana de la Salud, y en el marco de una estrategia conjunta de la subregión centroamericana y de la República Dominicana, se elaboró una estrategia de gestión integrada para prevenir y controlar el dengue, introduciendo una nueva forma de colaboración técnica que permita el fortalecimiento de los programas nacionales existentes, orientada a reducir los factores de transmisión e instrumentar un sistema de vigilancia integral.

3.6.6.1 Tendencia del dengue, por regiones

En cuanto a comportamiento de la tendencia de los casos de dengue, todas las series presentan una clara tendencia al aumento, durante los últimos tres años, y ésta resulta muy significativa para las regiones I y III; mientras que la Región II (Cuadro No. 41), mantiene una tendencia al crecimiento mucho más lenta y menos pronunciada, aunque en todos los casos, la misma persiste, si la comparamos con la primera evaluación realizada, hace 6 años, es decir, los riesgos y vulnerabilidades en el caso de esta enfermedad se han mantenido y, para dos de las regiones, están aumentando.

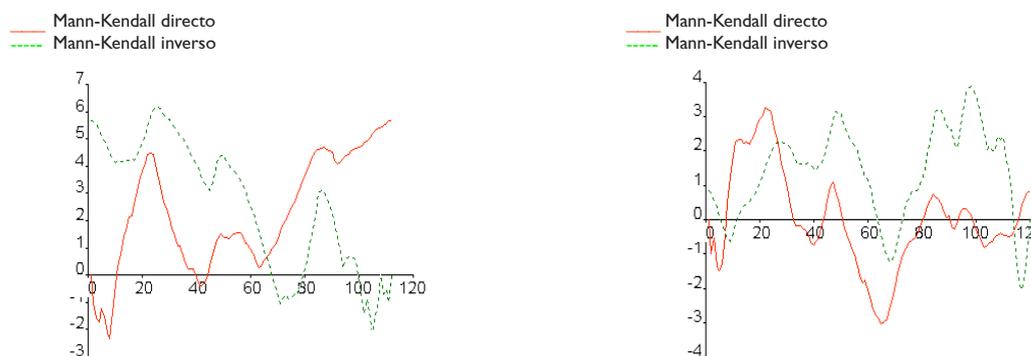
Cuadro no. 41. Tendencia de la serie de casos de dengue por regiones en la República Dominicana.

Regiones	Prueba Estadística	Valor del Estadígrafo
Región I	Spearman	5.394 **
	Kendall-Manm	5.667 **
Región II	Spearman	1.006 n.s
	Kendall-Manm	0.844 n.s
Región III	Spearman	8.258 **
	Kendall Mann	9.109 **

** $p < \alpha = 0.01$ * $p < \alpha = 0.05$ n.s : no significativo).

Estas tendencias están en correspondencia con la situación epidemiológica que se presenta, en la región del Caribe y Centro América, con esta enfermedad la cual ha presentado un surgimiento y resurgimiento de esta enfermedad infecciosa.

En las figs. 17, 18 y 19, se corrobora las tendencias y variaciones que han manifestado las series de los casos de dengue, durante los últimos años en el país, particularmente, los aumentos explosivos presentados, a partir de año 2002.



Figuras 17 y 18. Tendencia de los casos de dengue para las Regiones I y Regiones II. Período 1997-2005

En las figuras. 18 y 19, también se muestra que la enfermedad presenta una clara variación espacial y temporal, donde se evidencian regiones de mayor riesgo que, a su vez, son afectados por la densidad de población; también se observa una clara variación temporal, con meses de mayor incidencia, lo que nos lleva a pensar que existe una diferenciación de las áreas de alto riesgo, atendiendo al periodo del año y a las características de la región, concentrando, por ejemplo, la mayor incidencia en la Región I (Cibao) para este caso de estudio.

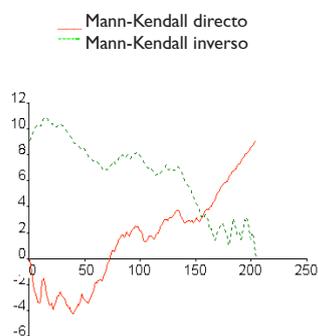


Figura 19. Tendencia de los Casos de Dengue para la Región III. Período 1997-2005

Los aspectos discutidos en los párrafos precedentes fundamentan la necesidad de incluir las enfermedades de malaria y el dengue, para realizar los estudios de vulnerabilidad a los cambios y variaciones del clima, por constituir un problema de salud para el país, además de ser de amplio interés para el sector su comportamiento futuro ante condiciones climáticas diferentes de las actuales.

3.6.7 Datos usados para la evaluación de los impactos

En la actualidad, existen una gran variedad de métodos para la evaluación de impactos del cambio climático a la salud humana, los cuales van desde modelos de predicción, modelos biofísicos, hasta métodos de análogos, criterio de expertos y modelos de alerta temprana.

Entre los cuales podemos señalar los modelos biológicos (Ej. transmisión de la malaria); empíricos estadísticos (Ej. relaciones de mortalidad y temperaturas); y hasta el uso de índices complejos para la simulación de la variabilidad y el cambio del clima y de otros procesos (Ej. índices complejos y relaciones con la incidencia y casos de enfermedades y los modelos integrados. Los diferentes modelos están dirigidos a tres usos fundamentales: 1) estimar la distribución y producción actual de las enfermedades sensibles al clima; 2) estimar los futuros impactos atribuibles al cambio climático; y 3) identificar las actuales y futuras opciones de adaptación para reducir los factores de producción de enfermedades.

3.6.8 Datos usados para la conformación de la línea-base.

3.6.8.1 Variables epidemiológicas

Para este estudio, se utilizaron los datos, provenientes de los archivos del Centro Nacional de Control de Enfermedades Tropicales (CENCET), de la Secretaría de Estado de Salud Pública y Asistencia Social. Los datos fueron tomados en dos plazos temporales, anuales y mensuales, correspondientes al Período 1965-2005 y al Período 1989-2005, respectivamente, para el caso de la malaria. En el caso del dengue, se dispuso sólo de la información para el Período 1997-2005. Esta información se refiere a los reportes estadísticos de casos de malaria en zona urbana y rural para todo el país y para dos regiones específicas, a saber: regiones del noroeste y este del país.

El período para la línea-base fue desde 1988 a 2000, y para realizar el ajuste de los modelos y los análisis de la variabilidad asociada al clima, fue utilizado el período 2000-2005, ya que en esas fechas se observaron los puntos de cambio de tendencias y del comportamiento de sus patrones epidemiológicos.

3.6.8.2 Modelos para la generación de los escenarios de las enfermedades

En este estudio, fueron usados los escenarios regionales de cambios climáticos, a partir de las salidas del PRECIS, usando el escenario de emisión A2, que permitió generar los incrementos a las variables primarias que integran los índices con que trabaja el Modelo MACVAH/AREEC, Modelo para la variabilidad de la anomalía y cambio del clima en la salud humana – La valoración del riesgo epidémico y la estimación de los costes.

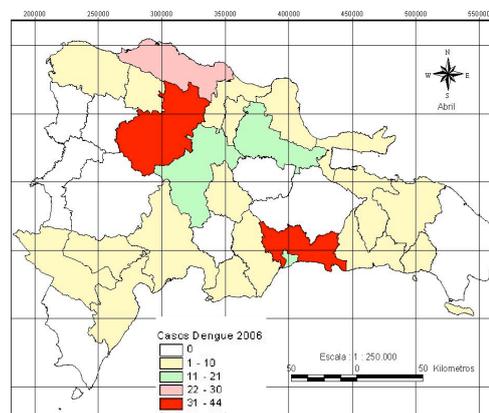


Figura 20. Distribución espacial de los casos de dengue para el mes de enero del 2006

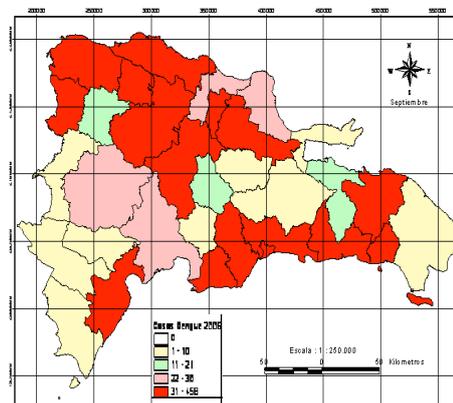


Figura 21. Distribución espacial de los Casos de Dengue para el mes de agosto del 2006

Finalmente, se estima el impacto de costos atribuibles a la variabilidad y al cambio. Los modelos para explicar la relación clima-enfermedad están basados en el uso de una combinación de los modelos espaciales con los modelos autorregresivos, Generalizado con Heteroscedasticity condicional (GARCH), y el uso de variables exógenas (Ortiz, 2006).

Los análisis estadísticos se llevaron a cabo con la utilización de los paquetes estadísticos S-PLUS 2000, Statistica 6.1, SIG Arview 3.2, para los análisis “cluster” y de asociación espacial, se utilizaron conjuntamente los programas el GeoDad y Point Patterns Analysis. Versión 1.0c. A partir de los cuales se aprovecharon las facilidades y bondades que brindan los softwares “pensionados”.

3.6.9 Estimación de la distribución actual y carga de las enfermedades sensibles al clima

3.6.9.1 Caracterización del patrón epidemiológico de la malaria y el dengue.

La estimación de los posibles impactos futuros del cambio del clima debe ser basado en una comprensión de la carga actual y recientes tendencias en la incidencia y predominio de enfermedades que son sensibles al clima, y las asociaciones entre el clima y la salud.

Las asociaciones pueden ser basadas en estadísticas rutinarias coleccionadas por agencias nacionales o en literatura publicada, la identificación de los resultados de salud, adversos, asociaron con variabilidad de climas interanual, estacional o intraestacional, como en los eventos de “El Niño”, también podría ser considerado (Kovats et al., 2003, Ortiz 2006).

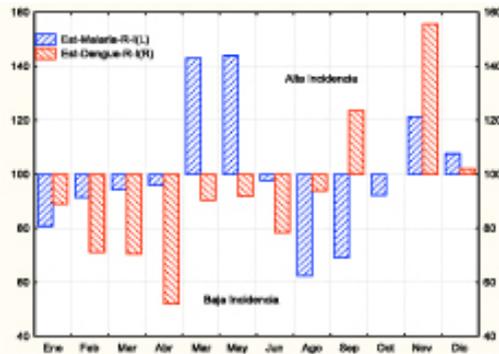


Figura 22. Periodos de alta y baja incidencia de la malaria en la Región I

Las asociaciones actuales necesitan ser descritas de manera que puedan unirse con proyecciones de cambio de clima. En la Figura 24, se muestra la incidencia de los periodos de alta y baja incidencia de la malaria y el dengue en la Región III.

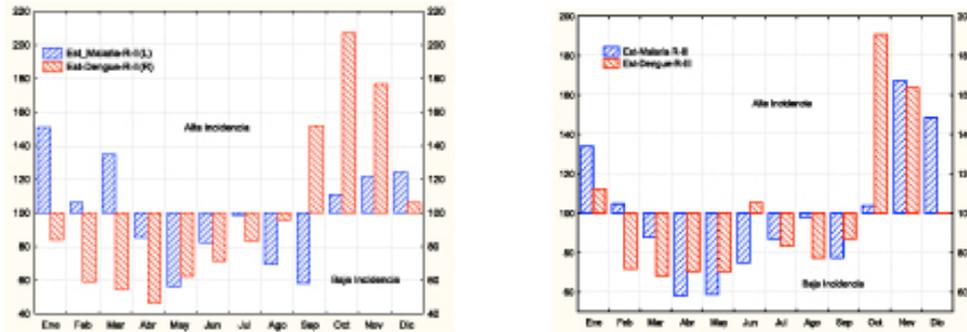


Figura 24, se muestra la incidencia de los periodos de alta y baja incidencia de la malaria y el dengue en la Región III.

3.6.10 Sensibilidad de las enfermedades a las variaciones del clima, por regiones

3.6.10.1 Efectos de la variación estacional en el comportamiento del patrón del dengue

Al comparar la marcha anual del clima, descrita por el índice bioclimático $IB_{t,I,R-I}$ con los casos de dengue (figuras 25 y 26), se constata la correspondencia de las variaciones del clima con este índice de abundancia relativa, dejando identificada la influencia estacional sobre el comportamiento de los casos.

Se observa que los valores máximos se dan, a finales de año, donde se combinan condiciones de mucho calor y escasas precipitaciones, primeramente, seguido de altas temperaturas y presencia de lluvias.

Al comienzo de la estación lluviosa, se observan sorprendentes disminución del número de vectores. Gibson (1978) estudió que en los países tropicales, a menudo se ha observado que precipitaciones por encima de los promedios se asocian con el incremento de las densidades de los mosquitos.

Seguidamente, a pesar de la abundancia de mosquitos adultos durante este período, ocurre una declinación en el ritmo de crecimiento de las poblaciones desde julio hasta octubre, correspondiendo con la temporada lluviosa, en la cual no se dan los requerimientos físicos efectivos para su ambiente óptimo y para la realización de sus procesos vitales, puesto que las precipitaciones constituyen uno de los factores que más afectan la supervivencia de las larvas, influyendo en la densidad de los mosquitos.

3.6.10.2 Respuestas del patrón de la malaria y el dengue a las variaciones del clima, expresadas por los índices $IB_{I,t,RD}$ y el $IB_{2,t,RD}$

3.6.10.3 Respuesta de la malaria y el dengue en las regiones I-III

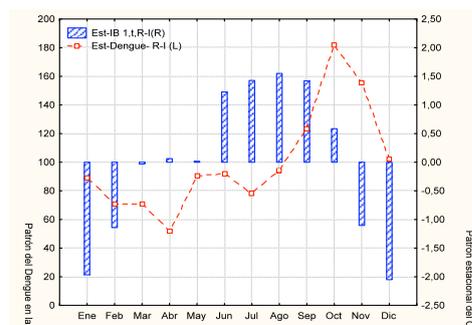


Figura 25. Marcha estacional de los casos de dengue, en función de las condiciones climáticas descritas por el $IB_{t,I,R-I}$.

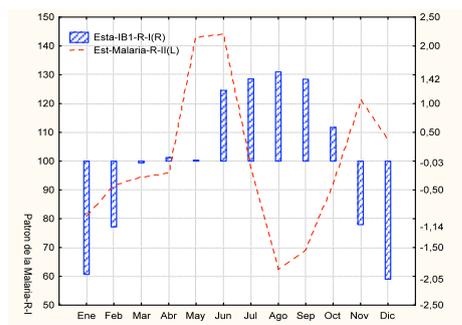


Figura 26. Marcha estacional de los casos de malaria en función de las condiciones climáticas descritas por el $IB_{t,I,R-I}$.

Esto corrobora la hipótesis de que tanto el índice $IB_{t,I,R-I}$ como el $IB_{t,2,R-I}$ permiten describir el comportamiento de los casos malaria, a partir de sus valores (Figura 27), donde la mayor incidencia coincide con las situaciones más cálidas y húmedas y de altos contrastes, además de ser buenos predictores para la simulación y evaluación de los impactos de la cantidad de casos de malaria, pues se conoce que los contrastes y variaciones del clima juegan un rol fundamental en la respuesta fisiológica de los individuos y, en especial, en las personas susceptibles a la enfermedad.

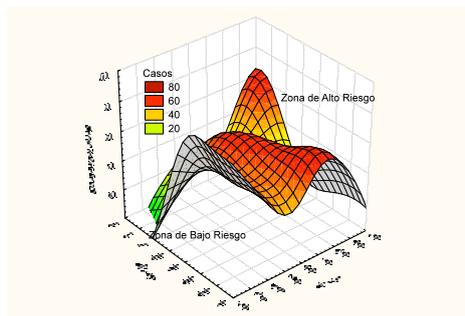


Figura 27. Respuesta del indicador casos de malaria ante la variabilidad del clima descrita por la combinación de IB $t, I, R-I$ y IB $t, 2, R-I$.

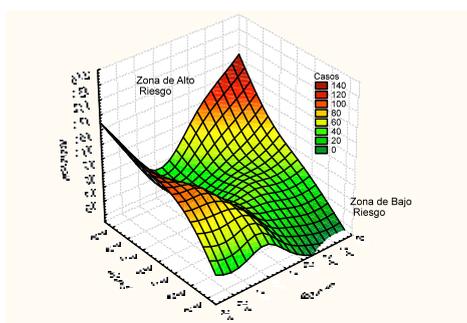


Figura 28. Respuesta del indicador casos de malaria ante la variabilidad del clima descrita por la combinación de IB $t, I, R-III$ y IB $t, 2, R-III$.

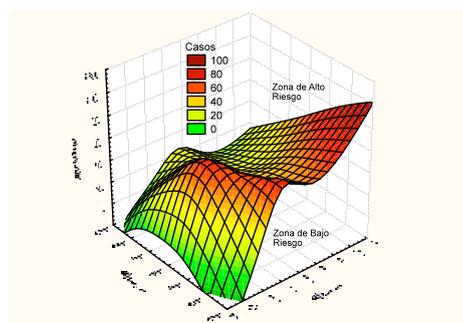


Figura 29. Respuesta del indicador casos de dengue ante la variabilidad del clima descrita por la combinación de IB $t, I, R-III$ y IB $t, 2, R-III$.

3.6.11 Variación observada entre la línea-base y las condiciones actuales, por regiones

3.6.11.1 Variación intraestacional

Según se muestra, en las figuras 30 y 31, se evidencia un corrimiento del patrón climático entre línea-base y las condiciones actuales, en el cual el período seco se hace más seco; durante el periodo lluvioso, se observa un ligero corrimiento en el comportamiento medio del clima, aumento las variaciones extremas; este último cambio que no se manifestaba en la primera evaluación, hace seis años, lo cual se traduce en un comportamiento más cálido; mientras que en el período de transición se presentan las mayores variaciones del clima como consecuencia del retardo del paso de una temporada a otra, intensificando las anomalías de extremos positivos como por ejemplo eventos de sequía.

En todos los períodos, observamos un cambio en el comportamiento de la variabilidad en cada región.

3.6.11.2 Variaciones observadas en el patrón climático en la Región I

Resulta interesante destacar que, al comparar estos resultados con la anterior evaluación, se observa claramente una amplificación e intensificación que tienden a disminuir las precipitaciones, la humedad relativa y a aumentar la temperatura media con un aumento en la variabilidad.

En la Figura 30, se observa la variación estacional observada en el clima de la región, según el índice climático entre la línea-base y las condiciones actuales para la Región I

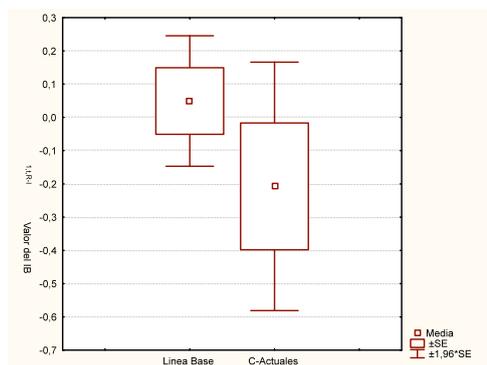


Figura 30. Variación estacional para la Región I

3.6.11.3 Cambios observados en el patrón de las enfermedades en la Región I

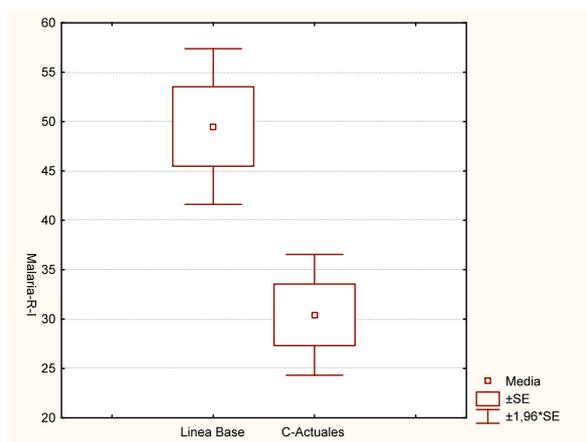


Figura 31. Variación del patrón actual de la malaria respecto a la línea base

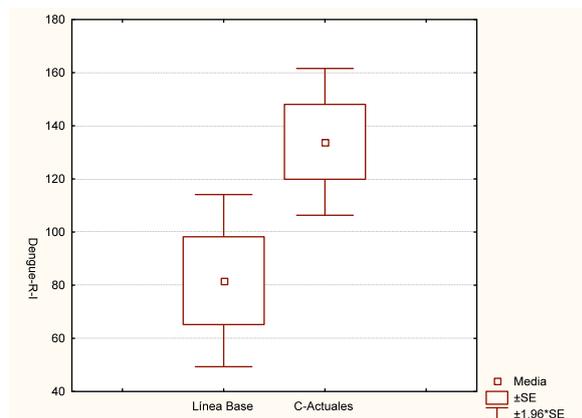


Figura 32. Patrón de variación de los casos de dengue en la Región I respecto a la línea-base

En el Cuadro No. 42, se muestran los estadígrafos para la caracterización de tendencia del clima y sus anomalías en cada una de las regiones de estudio, y se observa que todas las regiones presentan una tendencia a la disminución de las anomalías negativas y un aumento de los valores positivos de estas, es decir, condiciones más cálidas y menos cálidas con un fortalecimiento de la presencia del anticiclón sobre la región que inhibe los procesos de formación de precipitaciones, tendencia que se ha visto mejor definida durante los últimos cinco años (2000-2006); sin embargo, esto sólo resulta significativa en la Región II.

Según los resultados de los párrafos precedentes, y el análisis de las condiciones actuales para cada una de las tres regiones climáticas analizadas, resulta evidente que el clima en la región ha variado, tanto por su componente ecológico como climático propiamente, ya que se manifiesta un aumento de los procesos de sequía en el área, con una degradación de los suelos, a causa de la disminución de las precipitaciones en el periodo lluvioso en las áreas, y una expansión del periodo de verano.

Resulta evidente el reforzamiento de las condiciones climáticas actuales, es decir, condiciones más cálidas, como consecuencia de una ligera reducción de los volúmenes de precipitación, lo cual trae como consecuencia que las regiones pasen de condiciones semisecas a secas, y en otras áreas, de secas a muy secas, y se observa claramente la intensificación del verano.

Se observa que ya comienzan a manifestarse en el período 2000-2005 señales 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).

Regiones	Pruebas Estadísticas	Valores del Estadígrafo
Región I	Spearman	0.742 n.s
	Kendall-Mann	-0.022 n.s
Región II	Spearman	4.289 **
	Kendall-Mann	3.834 **
Región III	Spearman	0.623 n.s
	Kendall Mann	-0.017 n.s

** p < alpha=0.01 * p < alpha=0.05 n.s: no significativo)

3.6.12 Proyecciones de la variabilidad y la tendencia del clima, por regiones, escenarios para el 2011 y 2015 para las regiones I, II y III.

En el caso de la Región II se da una tendencia al aumento de las anomalías positivas; sin embargo, no se esperan grandes cambios en la variabilidad intraestacional e interanual, como en el caso de las regiones, anteriormente analizadas, es decir, las condiciones de clima futuro no favorecen, de igual manera, las enfermedades transmitidas por vectores, es decir, se manifiestan riesgos inferiores, aunque no despreciables en esta región.

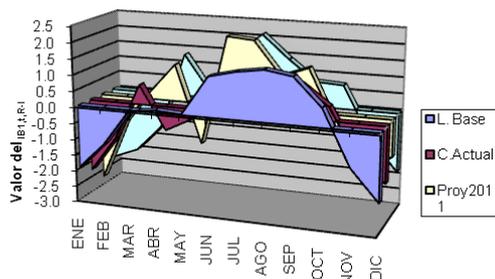


Figura 33. Proyección climática para la Región I, según las proyecciones de índice IBI,E, RD para el 2011 y 2015.

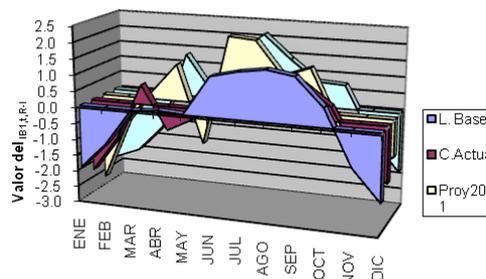


Figura 34. Proyección climática para la Región III, según las proyecciones de índice IBI,E, RD, para el 2011 y 2015

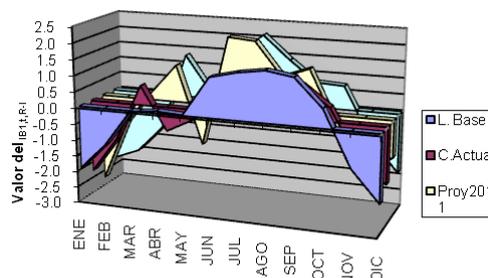


Figura 35. Proyección climática para la Región III, según las proyecciones de índice IBI,E, RD para el 2011 y 2015

Para las tres regiones estudiadas, se confirman las tendencias observadas en la primera evaluación, y evidencia una clara respuesta, tanto de la malaria como del dengue a la variabilidad y el cambio climático; en esta evaluación, se observa más claramente que la mayor vulnerabilidad registra en las regiones I y III para el caso de la malaria donde se esperan riesgos de moderados a altos, y, en menor medida, la Región II donde se estiman riesgos de bajos a moderados.

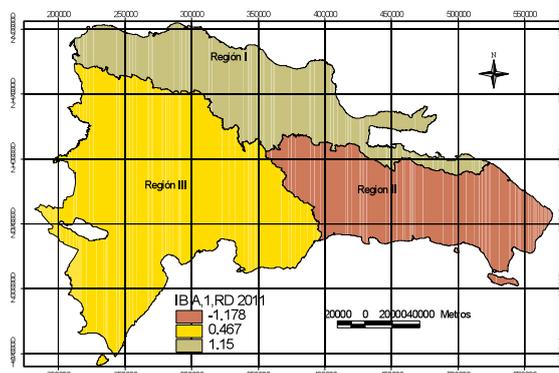


Figura 35. Proyección Climática para el mes de enero del 2011

En cuanto al dengue, los escenarios indican que la región de mayor vulnerabilidad será la Región I donde se deben presentar la mayor cantidad de casos, situación que se debe acentuar, al combinarse con las condiciones socioeconómicas que afectan a las áreas, por su alta vulnerabilidad respecto a ser zonas bajas con predominio de zanjas, canales que sirven de criaderos a los vectores productores de la transmisión de la malaria.

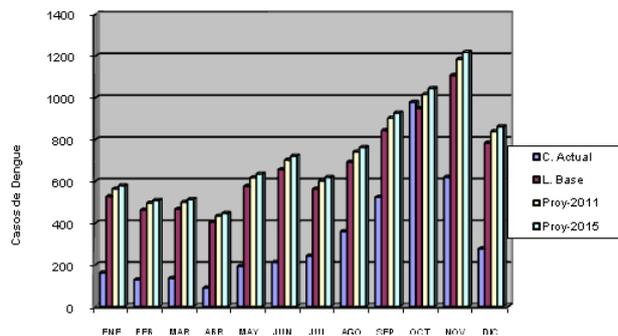


Figura 36. Proyección del dengue en la Región I

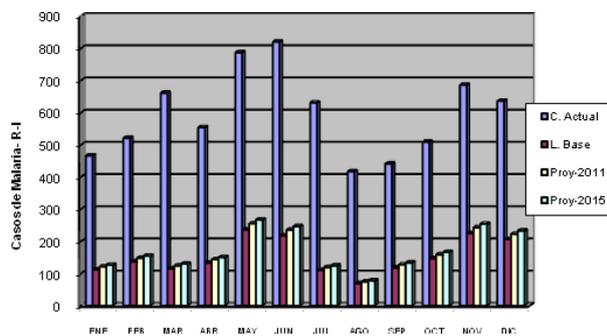


Figura 37. Proyección de la malaria en la Región I

Al valorar los resultados del comportamiento futuro para cada una de las regiones, a partir de los climas esperados, o se evidencia que para las tres regiones se espera una variación del riesgo espacial y de la tendencia, tanto para el dengue, como para la malaria, y sufren cambios en las tendencias y en sus patrones estacionales. Por ejemplo, en el caso del dengue, si se hacen más frecuentes los procesos de sequía, y aumenta la variabilidad interanual, sumado al aumento de la población, el almacenamiento de agua, no adecuado, traerá consigo, para que la Región I se convierta en una zona endémica de dengue con recurrencia de brotes epidémicos; similar análisis se podría realizar para el caso de la malaria la cual puede exacerbarse, si aumenta la migración como consecuencia de las contracciones; además, la capacidad de los vectores aumentaría, debido a las condiciones climáticas favorables que se espera se presenten.

En el caso de Región III, los impactos del dengue y malaria, para el 2011 y 2015, se ha de presentar como muestra las figuras a continuación.

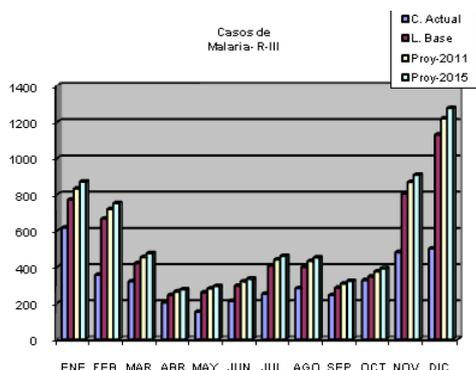


Figura 40. Proyección de la malaria para la Región- III

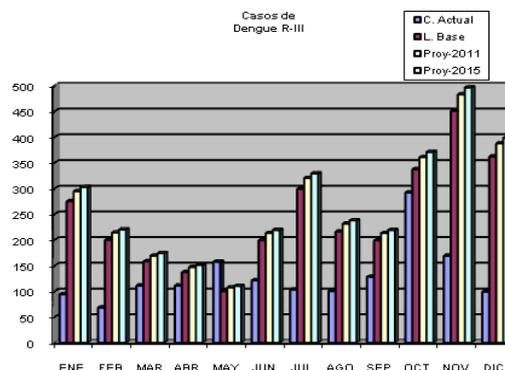


Figura 41. Proyección del dengue para la Región- III

3.6.13 Proyección de casos de dengue y malaria para octubre del 2011, por regiones

La proyección de casos de dengue para octubre del 2011, por regiones, se puede observar en las figuras 42 y 43.

3.6.14 Medidas de adaptación

En el informe de la primera evaluación, hecha en el año 2000, se propusieron medidas de adaptación a los impactos del cambio climático que se mantienen vigente para esta segunda evaluación. Se reafirma que es posible formular distintas estrategias de adaptación para reducir el impacto del clima en la salud humana.

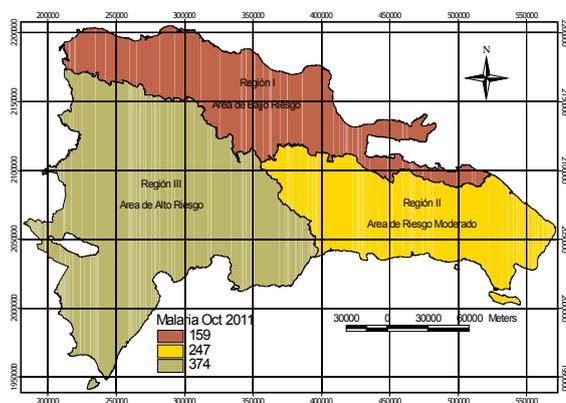


Figura 42. Proyección de casos de dengue para octubre del 2011 por regiones.

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 pudieren 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 debe 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, durante este nuevo siglo.

3.6.15 Medidas de carácter global, dirigidas a la estructura del Sistema Nacional de Salud.

Establecer una estrategia que facilite la implementación de las medidas de adaptación

En este sentido, el Centro Nacional de Control de Enfermedades Tropicales debe dar cumplimiento al Plan Estratégico Nacional de Control de la Malaria, que fue formulado tomando en consideración las recomendaciones hechas por la primera evaluación, y tomar en cuenta los resultados de esta segunda evaluación para preparar una Estrategia Integral de Prevención y Control del Dengue. Las medidas que se recomiendan deben conducir a mejorar la capacidad de respuestas frente a las variaciones y cambios del clima que permita disminuir la transmisión de la malaria y el dengue, con gastos mínimos, que no afecten de manera negativa a la población y que permitan fortalecer el Sistema de Atención y la vigilancia epidemiológica.

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, el dengue y otras enfermedades de alta incidencia en el país, y donde estén incluidas explícitamente las variables climáticas. Esto 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.

Conducir estudios para determinar la vulnerabilidad en el sector de la salud en unidades espaciales más pequeñas

Se mantiene vigente la recomendación de crear grupos de investigación que aporten conocimientos acerca de la vulnerabilidad del patrón epidemiológico de la malaria y el dengue 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.

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, y propiciar la motivación para realizar investigaciones en esta línea. Para esto 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 debe 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.

3.6.15.1 Medidas de adaptación dirigidas a la malaria

Las medidas de adaptación para la malaria deben estar dirigidas a reducir la tasa de morbilidad y mortalidad, por malaria, en 70% en el país, mediante la adopción de un plan que procure los siguientes resultados:

- I. La disponibilidad de un sistema de vigilancia epidemiológica de la malaria, integrado y desconcentrado, que permita una oportuna toma de decisiones en todos sus niveles;

2. Contar con una red de laboratorios, integrada y desconcentrada, que permita un diagnóstico rápido y confiable para un tratamiento oportuno y eficaz basado en los servicios de salud;
3. Contar con una red de vigilancia entomológica, integrada y desconcentrada, que permita un análisis de la información para un control vectorial eficaz, y oportuno; y
4. La implementación de una estrategia de educación para la salud y participación comunitaria efectiva donde se integren todos los sectores de la sociedad para optimizar la acciones de prevención y control de la malaria.

3.6.15.2 Medidas de adaptación dirigidas al dengue

Las medidas de adaptación para el dengue deben estar dirigidas a disminuir la incidencia y mortalidad, por dengue, en la República Dominicana, entre los años 2006-2015, en el país, mediante la adopción de una estrategia que procure los siguientes resultados:

- Promoción de prácticas sanitarias individuales y colectivas que garanticen la disminución de los riesgos de enfermar y morir, por dengue;
- Fortalecimiento de la vigilancia epidemiológica del dengue;
- Fortalecimiento de la vigilancia entomológica de los vectores de esa enfermedad;
- Control selectivo de los vectores en situaciones vinculadas a casos hemorrágicos, brotes y muertes; y
- Garantía de atención integral y de calidad a los afectados, de acuerdo con los niveles de la red de provisión de los servicios.

3.6.16 Conclusiones

1. Los resultados de este estudio evidencian una clara relación no lineal entre los cambios de las variaciones climáticas y los cambios de los patrones de comportamiento de ambas enfermedades, de manera diferenciada;
2. Los análisis muestran que los impactos atribuibles al estrés climático, causados por las variaciones, no son nada despreciables y que, al conjugarse con las condiciones higiénicas - sanitarias de cada región específica, pueden ocasionar grandes contingencias;
3. Se comprueba la validez del uso de la metodología propuesta y de los modelos utilizados, tanto para la evaluación de impactos de la variabilidad climática en la salud, como en su extensión a los estudios de cambio climático en el sector;
4. De forma general, para la mayor parte de las entidades seleccionadas, se producirán incrementos importantes en la cantidad de casos que se registrarán como consecuencia del cambio climático. La importancia de estos aumentos no radica sólo en el número total de enfermos, sino en que se producirán, durante meses y temporadas diferentes, en relación con su comportamiento actual;
5. Algunas de las tendencias y variaciones estacionales, que se proyecten en las enfermedades, como consecuencia del cambio climático futuro, ya se están manifestando. Esto puede considerarse como un indicio de la validez y consistencia de las proyecciones realizadas;

6. La futura existencia de distintos factores de riesgo (grupos de edades, grado de urbanización, importancia del asentamiento poblacional, entre otros) pudiere agravar o atenuar los impactos que se han descrito. De hecho, esto puede considerarse como una de las fuentes de incertidumbre, entre otras de las proyecciones realizadas; y

7. Los resultados evidencian que, tanto la malaria, como el dengue, son enfermedades muy vulnerables, y la tendencia que se espera es a continuar aumentos, en las áreas de riesgo y la incidencia.

3.7 Efectos del cambio climático sobre la zona turística de Bávaro y Punta Cana, costa este de la República Dominicana.

3.7.1 Introducción.

La región este de la República Dominicana se ha convertido en uno de los destinos privilegiados en todo el Caribe, donde se encuentran representadas las mejores cadenas hoteleras del mundo. El polo Punta Cana-Bávaro surge y se consolida como destino turístico, por los esfuerzos de los inversionistas privados que, durante más de tres décadas, han promocionado el lugar y han creado las infraestructuras hoteleras para la recepción de un turismo internacional de sol y playa (PNUD 2005).

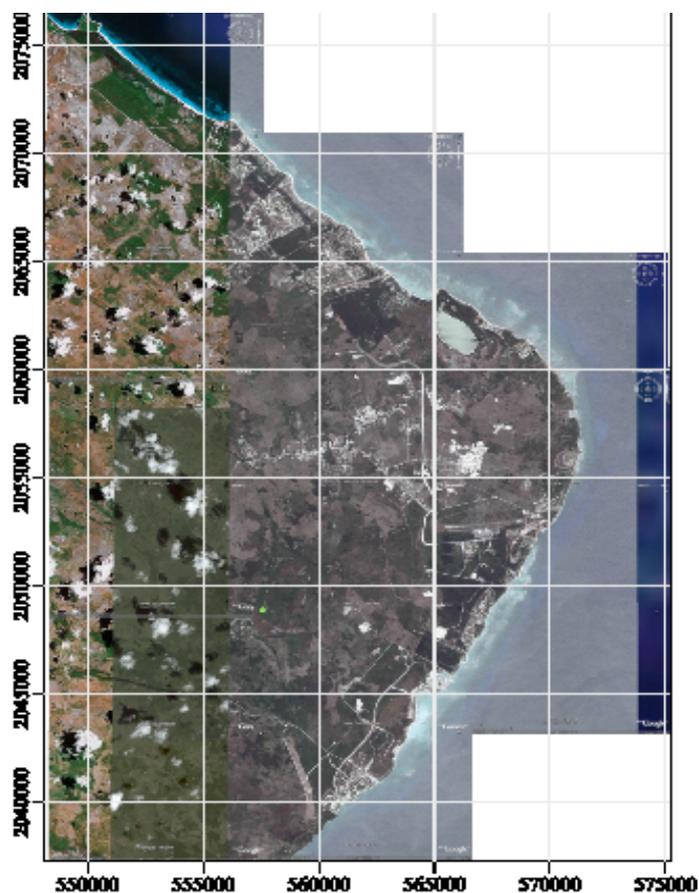


Figura 44. Modelos topográficos digitales de la región de estudios aplicados a la Hoja Topográfica y a la foto aérea. Las coordenadas son UTM referidas al NAD-27 para la región del Caribe.

El inicio de la construcción del Hotel Barceló Bávaro en 1984, desencadenó una sucesión de inversiones de empresarios de Palma de Mallorca (España), quienes priorizarían la zona como destino turístico. A partir de ese año, reconocidas firmas hoteleras y grandes capitales internacionales reemplazaron a los inversionistas locales que hasta 1987 eran dueños del 80% de la inversión hotelera del país.

La apertura del Aeropuerto Internacional de Punta Cana en 1985 consolidó la base para el desarrollo hotelero de la zona de Punta Cana- Bávaro. Con la finalidad de promover y programar las iniciativas de desarrollo turístico, de conformidad con las condiciones y necesidades respectivas de cada región, la Secretaría de Estado de Turismo (SECTUR) ha identificado las áreas de mayor potencial, y las han preparado como polos turísticos. El polo turístico de Macao-Bávaro (Decreto 479, de 1986), conocido más comúnmente como Bávaro-Punta Cana, es el que ocupa nuestro interés. La región este de la República Dominicana se ha convertido en uno de los destinos privilegiados en todo el Caribe, donde se encuentran representadas las mejores cadenas hoteleras del mundo.

La continua expansión de la zona convirtió a este aeropuerto en el de mayor movimiento de pasajeros del país y llegó, a recibir más del 40% de los pasajeros extranjeros no residentes, durante el año 2006 (Banco Central, 2007).

3.7.2 Región de estudio

Desde el punto de vista de la división político administrativa del país, la región de estudio se ubica en la provincia La Altagracia, municipio Higüey, sección El Salado, y comprende los parajes de Arena Gorda, Bávaro, Cabeza de Toro y Punta Cana. Abarca desde Arena Gorda hasta la Marina de Punta Cana (sin incluir el actual desarrollo de Cap Cana), con cerca de 40 km de longitud de costa, y aproximadamente, 105 km de extensión de plataforma marina hasta la isobata de 50 m.

Con una longitud aproximada de 32 km, está la llamada región de Bávaro que forma una Unidad físico-geográfica, extendida por el noreste de la República Dominicana, en la línea de costa al Océano Atlántico, desde el Morro de Macao hasta Cabo Engaño (Fig.44).

Para la organización cartográfica espacial de los hoteles en la región de Bávaro y Punta Cana partimos del estudio de Betancourt y Herrera-Moreno (2006) sobre Evaluación de impacto ambiental que ilustra el caso de la región en su capítulo de impactos acumulativos. Aclaramos que la organización espacial de los hoteles se dificulta, pues, como regla muchos han añadido a su nombre la localidad "Punta Cana", incluso a sus direcciones postales, evidentemente en un gesto de promoción turística por el significado que ha adquirido Punta Cana en el mercado internacional. División del espacio geográfico de Macao a Punta Cana para la organización de las instalaciones turísticas. Se indican las coordenadas UTM, inicial y final, y la distancia estimada de la línea de costa entre puntos. (Cuadro No. 43).

Cuadro No. 43. Coordenadas UTM, inicial y final, y la distancia estimada de la línea de costa entre puntos.

Denominaciones	Espacios geográficos	UTM E	UTM N	UTM E	UTM N	Dist. (km)
Arena Gorda	Arena Gorda-Los Ranchitos	556230	2071462	558762.3	2068946.9	3.69
El Cortecito	Los Ranchitos-Punta Cortecito	558762.3	2068946.9	561416.2	2066434.6	3.93
Bávaro	Punta Cortecito-Punta Los Nidos	561416.2	2066434.6	565268.3	2063677.6	5.91

Denominaciones	Espacios geográficos	UTM E	UTM N	UTM E	UTM N	Dist. (km)
Cabeza de Toro	Punta Los Nidos-Cabo Engaño	565268.3	2063677.6	571022.9	2058530.9	8.01
Punta Cana	Punta Águilas-Punta Bobadilla	570267.1	2053036.1	565088.1	2045035.4	10.87

El Sistema de coordenadas, empleado fue el de Universales s Transversas de Mercator (UTM), referido al NAD-27 para la región del Caribe. Los mapas fueron realizados en el Programa Golden Surfer 8, tomando como base las hojas topográficas de Punta Cana, Juanillo, Bávaro y El Salado, en escala 1:50,000 del Instituto Cartográfico Militar.

3.7.3 Datos del turismo regional

El Banco Central de la República Dominicana ofrece permanentemente estadísticas relacionadas con el turismo en su sitio web (Banco Central, 2007). Los datos incluyen indicadores del flujo turístico como la llegada y la salida, vía aérea, según residencia, nacionalidad, características (sexo, alojamiento, edad, motivo del viaje y documentos), tipo de vuelo (regulares o charters), y aeropuertos (Cibao, Las Américas, Puerto Plata, La Romana, La Isabela y Punta Cana), la llegada, vía marítima (por Puertos de Santo Domingo, Puerto Plata, La Romana, Samaná, Manzanillo y Barahona); los gastos (en dólares), y estadas (noches) para extranjeros y dominicanos; las tasas de ocupación, por zonas, en porcentajes; los ingresos fiscales de la actividad turística, y datos generales de la Asociación Nacional de Hoteles y Restaurantes (ASONAHORES), en términos de habitaciones hoteleras (unidades), tasa de ocupación hotelera (%), ingresos por turismo (millones de dólares), y empleos generados, por la actividad (totales, directos e indirectos).

En términos de instalaciones, la información más completa proviene de la base de datos del departamento de Estadísticas, de la Secretaría de Estado de Turismo, que nos ofrecieron la lista completa, de los hoteles desde Uvero Alto a Punta Cana. Para los datos de eventos meteorológicos extremos. Se empleó el Sistema de Información Geográfica, en línea de la NOAA Coastal Services Center (NOAA, 2007), para obtener datos primarios y mapas de los eventos meteorológicos extremos que han pasado entre 10, 25 y 50 millas náuticas o menos de tres puntos seleccionados de la región de interés: Bávaro (Coordenadas 18.662494 y -68.391175), Cabo Engaño (Coordenadas 18.662494 y -68.391175) y Punta Cana (Coordenadas 18.512611 y -68.37138056) en un período de 155 años, desde 1851 a 2005.

En el caso de los datos del ambiente físico-natural y socioeconómico, se empleó el Sistema de Información Geográfica en línea del ReefBase (2007), que brinda información sobre las formaciones coralinas de la región, la cual fue complementada con la fotointerpretación de las imágenes aéreas. El contorno de cada hotel, obtenido mediante digitalización; en la foto aérea fue superpuesto al mapa de ecosistemas para estimar aproximadamente la superficie de manglar, intervenida por cada hotel.

3.7.4 Ambiente socioeconómico

La información disponible sobre el ambiente socioeconómico de Bávaro y Punta Cana resulta de gran utilidad a los efectos de la información disponible sobre el ambiente socioeconómico de Bávaro y Punta Cana que puede ser relevante a los efectos de un futuro análisis del impacto del cambio climático sobre el turismo de la región. Se ha priorizado información económica, social y demográfica demostrativa de los efectos positivos del turismo, de manera que ésta pueda servir de base a los modelos futuros para valorar la influencia que diferentes escenarios climáticos tendrán sobre los alcances del desarrollo turístico regional.

Como punto de partida para el análisis de la situación turística regional, debemos enfocarnos hacia la infraestructura. La región de Bávaro a Punta Cana en el transcurso de unas tres décadas, ha pasado de ser un área, prácticamente

despoblada, a tener una cobertura casi total de su zona costera, por villas, hoteles sencillos, grandes complejos hoteleros u otras instalaciones asociadas. Bajo la denominación de hoteles de Higüey, la base de datos de la Secretaría de Estado Turismo (SECTUR) hasta el 2006 agrupa unos sesenta hoteles de Higüey: Verón, Uvero Alto, Macao, Arena Gorda, El Cortecito, Bávaro, Cabeza de Toro y Punta Cana. De éstos, existen unos 37 hoteles o complejos hoteleros entre Arena Gorda y Punta Cana, que pueden considerarse de mayor importancia, por su categoría, número de habitaciones, flujo de turistas y empleos que generan. Dichos hoteles se encuentran ubicados junto a la línea de costa, por lo que resultan los más relevantes a los efectos de un análisis posterior del impacto del cambio climático (Fig.45).

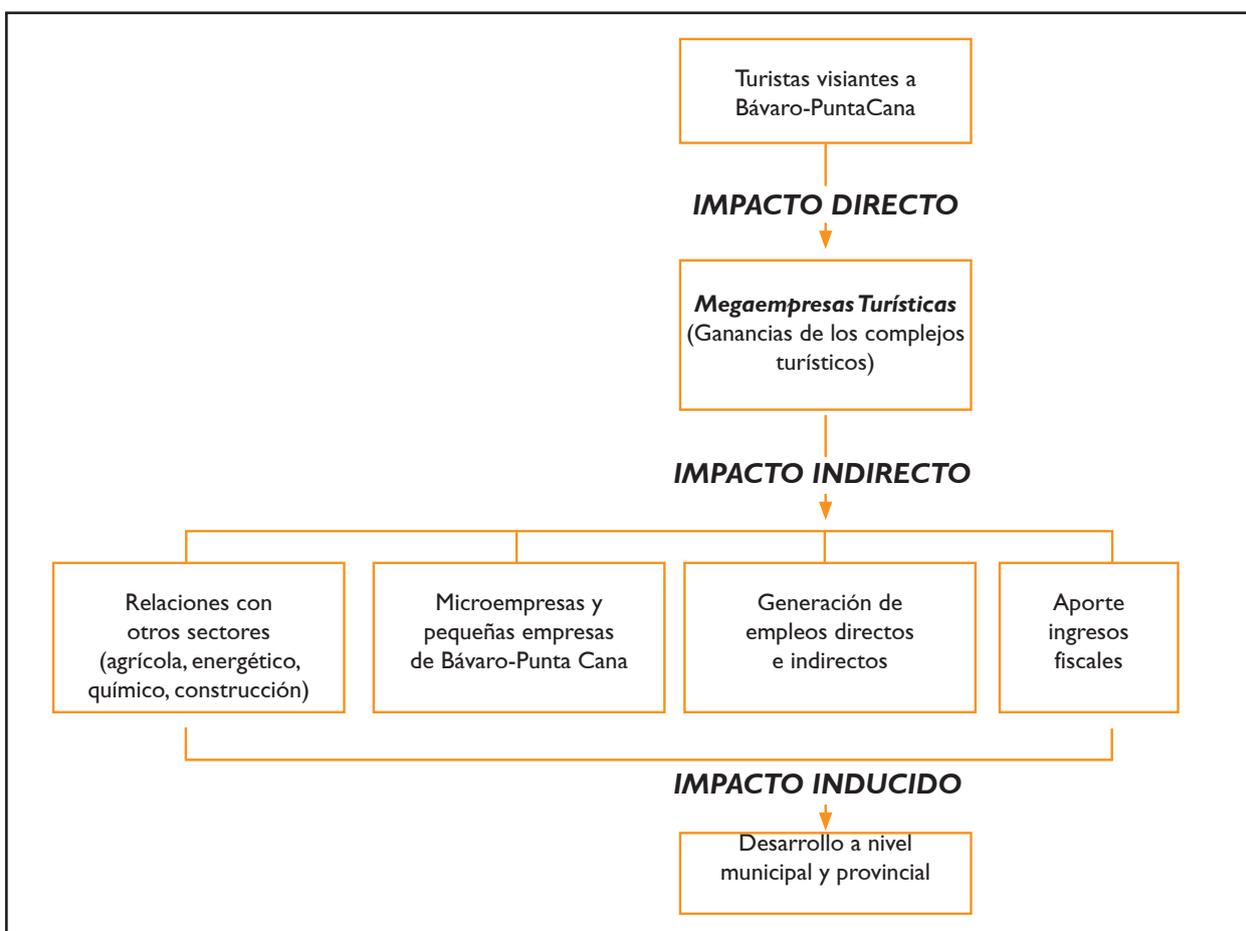


Fig.45. Análisis, posterior del impacto del cambio climático.

3.7.5 Número de habitaciones y número de turistas

Como es de esperar, existe una clara relación entre la construcción de nuevos hoteles y el número de habitaciones en la región de Bávaro y Punta Cana. Como puede verse en el gráfico acumulativo de la Figura 46, desde inicios de los 80 donde, prácticamente, solo existía el Club Med de Punta Cana, con unas 519 habitaciones, actualmente unos 37 hoteles ya ofrecen 21,853 habitaciones y las construcciones continúan.

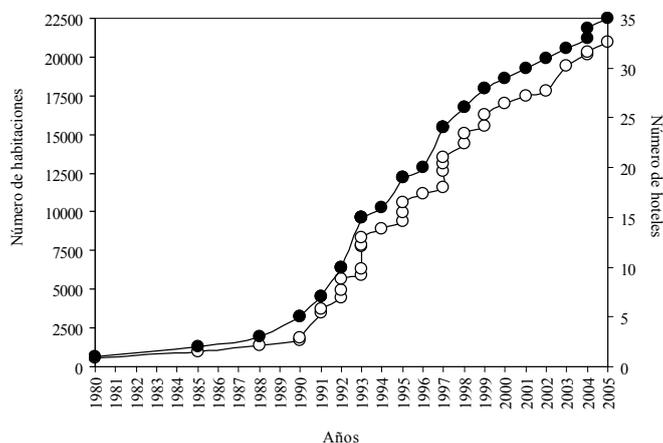


Figura 46. Número acumulativo de hoteles construidos (línea gruesa superior) y habitaciones disponibles (línea fina inferior) desde el 1980 al 2005 en la región de Bávaro y Punta Cana.

Hasta el momento, no hemos hallado ninguna estadística nacional acerca del número de turistas que llega por polos turísticos, que nos permitan conocer la variación interanual del flujo de turistas en la región de Bávaro y Punta Cana, en particular. Las estadísticas del Banco Central de la República Dominicana, que son las más accesibles y actualizadas, ofrecen cifras de número de turistas para todo el país, y subdivididas por aeropuertos.

En ausencia de otro tipo de información más directa, asumimos que el número de turistas que ingresan al país, por el Aeropuerto de Punta Cana, debe ser un indicador razonable del flujo de turistas hacia destinos de Bávaro o Punta Cana. Los datos del número de turistas, total y por meses, que arriban por el Aeropuerto de Punta Cana (Cuadro No. 44 y Figura 47) muestra el incremento sostenido de pasajeros, durante la última década, para una cifra global actual cercana a un 1,600.000

Del conjunto, los turistas de Estados Unidos, Europa y Centroamérica y el Caribe que llegan a Bávaro y Punta Cana suman entre un 98 a un 99%; mientras que los de América del Sur, Asia y otras partes del mundo suman apenas un 2% (Cuadro No. 36). Por eso, los tres primeros grupos son los que se han seleccionado para el análisis de las tendencias de ocupación por nacionales y se muestran en la gráfica de las figuras 47 y 48.

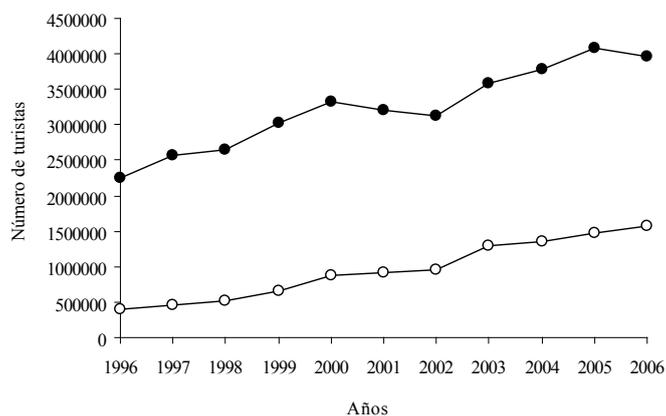


Figura 47. Número total de turistas que arriban, por vía aérea, al país (línea superior) y por el Aeropuerto de Punta Cana (línea inferior), como estimado indirecto de visitantes con destinos en Bávaro y Punta Cana (según datos del Banco Central, 2007).

Cuadro No. 44. Muestra el incremento sostenido de pasajeros, durante la última década

Año	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Total
1996	45299	38130	34686	32471	28162	28005	31774	30344	27551	28050	32843	37781	395096
1997	43617	43725	43790	39759	30728	30626	36891	37501	35529	34225	38978	44765	460134
1998	59401	51682	51050	47824	38098	37347	42502	47962	31790	28745	40066	45407	521874
1999	65176	59342	60466	53029	48050	45846	57375	56788	44435	50960	59093	53317	653877
2000	89494	90416	81635	87105	56286	60405	78651	70539	55452	57747	66788	74058	868576
2001	100489	103344	111010	89972	59637	64213	89072	78665	52988	48335	49984	67794	915503
2002	75465	85868	107886	79730	61603	76886	94961	85266	57056	53320	81899	100523	960463
2003	120159	119819	132828	108858	81766	97494	127685	127458	77207	77952	109697	119496	1300419
2004	129996	136864	133226	119184	91647	107414	152073	130996	66500	72142	97570	113472	1351084
2005	135388	129647	149371	127641	97391	119465	162373	126303	80378	92967	118489	140885	1480298
2006	161551	160485	173852	167866	125972	150621	182997	142700	84989	91935	127229	-	1570197

3.7.6 Aportes económicos directos

3.7.6.1 Ingresos, por servicios hoteleros

Existe un impacto directo del turismo, en términos de ingresos, para los complejos hoteleros como representantes de las megaempresas turísticas. Recordemos que la oferta hotelera de Bávaro a Punta Cana es del tipo todo incluido, donde el turista tiene cobertura de alojamiento, alimentación y bebidas dentro del hotel, durante todo el período de su estancia, donde además, se realizan actividades deportivas y de recreación. Este producto está orientado al turismo de masa, procurando una alta ocupación hotelera.

Esta modalidad de turismo concentra los beneficios en los hoteles y en los tour-operadores, en la medida en que el turista no tiene que salir de las instalaciones hoteleras para consumir alimentos y bebidas, y cuenta con un programa de entretenimiento que se desarrolla diariamente (Ortiz, 2005).

En las temporadas altas, los costos se incrementan para maximizar las ganancias; mientras, que en las temporadas bajas, los precios se reducen para atraer potenciales clientes, si bien en el “segundo pico” de la temporada el incremento de las tarifas no es tan alto.

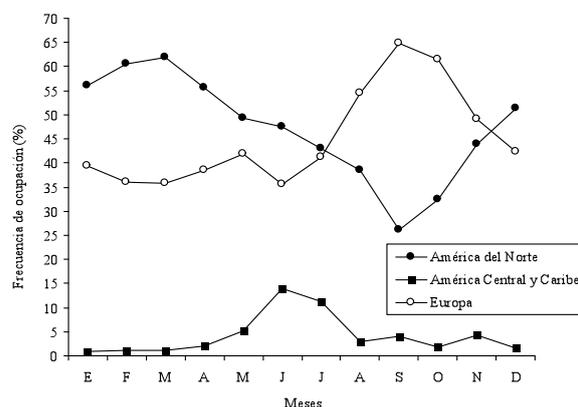


Figura 48. Variaciones estacionales de los turistas que arriban por el Aeropuerto de Punta Cana, de acuerdo con su procedencia, según datos del Banco Central (2007).

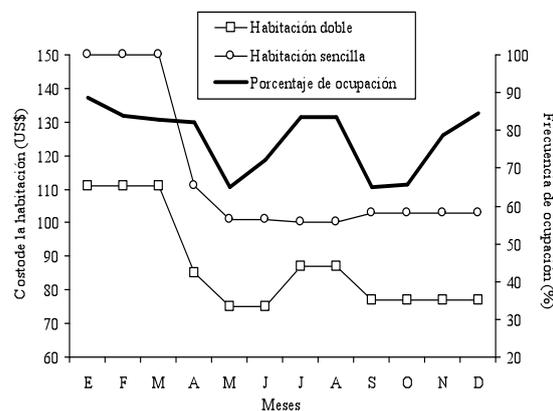


Figura 49. Porcentaje del número de habitaciones

Partiendo de los datos de las variaciones estacionales de las tarifas hoteleras de doce hoteles, se estimaron las ganancias mensuales y anuales de cada uno, considerando los costos- promedio, de una habitación doble, según la información de Colonial Tour and Travel (2007) y los porcentajes de ocupación del Banco Central (2007).

Los resultados de estos cálculos se indican en el Cuadro No. 42. Si nuevamente tomamos el ejemplo del Hotel LTI, vemos ganancias mensuales de un US\$1,532.454, para la temporada baja, y US\$3,021.198 en el pico de temporada, con un ingreso anual cercano a los 25 millones de dólares.

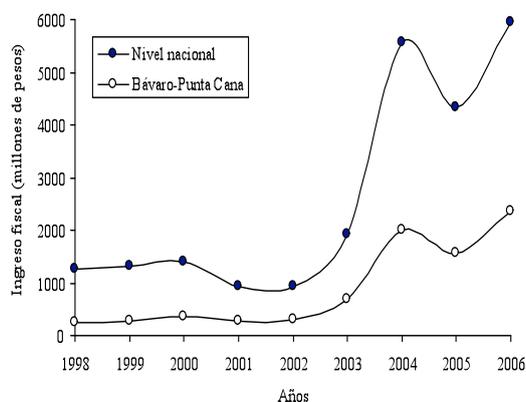


Figura 50. Aporte del turismo a los ingresos fiscales.

3.7.6.2 Aportes económicos indirectos

El turismo en República Dominicana ha brindado un aporte fundamental a la economía nacional, en diversos órdenes (PNUD, 2005). La actividad turística de la región de Bávoro y Punta Cana ha generado en su entorno –que en este reporte acotaremos, por razones prácticas, a la provincia La Altagracia- cambios en diversos órdenes de la vida social económica, positivos y negativos.

Los impactos indirectos asociados al desarrollo del turismo conciernen a los aportes, por ingresos fiscales, generación de empleos, desarrollo de las microempresas e incremento de las relaciones comerciales con otros sectores productivos, como la agricultura, energético, construcción e industria química, de los cuales el turismo demanda productos y servicios, como analizaremos seguidamente.

3.7.6.3 Aportes por ingresos fiscales

Aunque PNUD (2005) reconoce que el aporte del turismo a los ingresos fiscales es muy limitado, si se considera el tamaño del sector en la economía dominicana, aun así, existe un aporte que debe ser considerado, en un futuro, modelo económico.

Los impuestos que paga la industria turística de la República Dominicana son los siguientes: a) tarjeta de turismo, a razón de US\$10.00 por turista extranjero, con pocas excepciones; b) impuesto de salida de US\$20.00, por pasajero al salir; c) impuesto a la transferencia de bienes y servicios (ITBIS) del 16% del valor añadido; y e) impuesto sobre la renta corporativo, equivalente a un 25% de las ganancias.

Cuadro No. 45. Ingresos fiscales relacionados con el turismo, durante el período 1998-2006. Cifras en millones de pesos dominicanos, según Banco Central (2007).

Año	Pasajeros llegados al país		Ingreso fiscal	
	Totales	Aeropuerto de Punta Cana	Nacional	Bávaro Punta Cana
1998	2653492	521874	1257	247
1999	3023459	653877	1324	286
2000	3325335	868576	1403	366
2001	3199318	915503	939	269
2002	3131179	960463	939	288
2003	3583847	1300419	1917	696
2004	3783628	1351084	5567	1988
2005	4081295	1480298	4340	1574
2006	3958328	1570197	5957	2363

Estas estadísticas son globales, por lo que, para poder estimar el aporte de la región de Bávaro y Punta Cana, se realizó un estimado anual del aporte fiscal, por pasajero, y se multiplicó por el número de pasajeros que arriban por el Aeropuerto de Punta Cana (Cuadro No. 45). Las cifras más recientes indican más de dos mil millones de pesos, por esta vía. (Figura 50). Variación del ingreso fiscal relacionados con el turismo en el período 1998 a 2006, a nivel nacional (línea superior), y para la región de Bávaro y Punta Cana. En lo relativo al Impuesto sobre la Renta Corporativo de hoteles y restaurantes, como señalamos, no aparecen en las estadísticas del Banco Central. PNUD (2005), ofrece datos de una muestra de 71 hoteles y restaurantes que pagaron, durante 2001, la cantidad de RD\$49.4 millones, y durante 2002 RD\$168.5 millones, y comenta que cifras tan bajas demandan una mayor investigación para determinar las causas de la baja contribución fiscal.

3.7.6.4 Generación de empleos directos e indirectos

Cuando se habla de impactos positivos del turismo, el primer elemento que surge es la oferta de empleo. De modo general, es cierto que el turismo es uno de los principales generadores de empleos, tanto de forma directa como indirecta. En el caso de la región de Bávaro y Punta Cana, existe una clara relación entre el desarrollo de nuevas infraestructuras, en términos de número de hoteles y habitaciones. Actualmente, el número de empleados directos, por el turismo en la región de Bávaro y Punta Cana alcanza unas 19,422 personas. Existen pequeños hoteles de 75 habitaciones como el Cortecito Inn, que dan empleo sólo a 48 personas; pero hoteles, como la Bahía Príncipe, de hasta 1,680 habitaciones, ofrecen empleo a 1,700 personas.

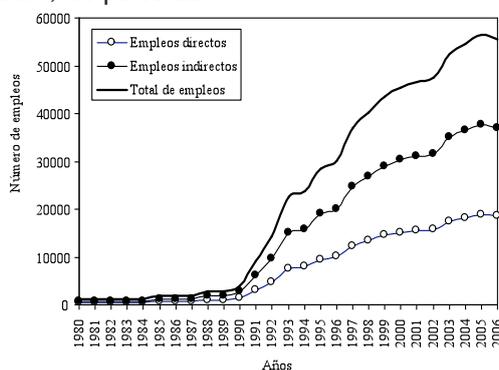


Figura 51. Número acumulado del total de empleos (línea gruesa superior), empleos directos (círculos claros) y empleos indirectos (círculos oscuros), generados por el desarrollo turístico en la región de Bávaro y Punta Cana desde el 1980 al 2006.

El número de personas empleadas por los distintos establecimientos turísticos que se fueron construyendo ha ido en aumento y continúa en la actualidad. Si consideramos que la provincia La Altagracia tiene una población, económicamente activa, estimada de 87,727 (ONE, 2007), la población empleada por el turismo podría constituir más del 20%, si bien se reconoce que la mano de obra turística de Bávaro y Punta Cana no corresponde solamente a la provincia. Para más detalles, ver Figura 51.

3.7.7 Red de relaciones económicas y de infraestructura

El desarrollo del turismo en Bávaro y Punta Cana ha llevado aparejado la creación de una red de relaciones con varios sectores productivos, no solo de la región, sino también del país, lo cual constituye otro de los impactos económicos indirectos. Por ejemplo, se estima en que cerca del 40% de los productos agrícolas consumidos por los turistas que visitan la región de Bávaro y Punta Cana tienen un origen importado. El restante 60% se ha venido produciendo en Constanza, San José de Ocoa, Cotuí y otros lugares, es decir, zonas a más de 300 km de la región, lo cual implica un beneficio económico para los agricultores nacionales.

Los mayores encadenamientos están relacionados con otros sectores, entre los que se incluyen: la construcción, la industria química y la energética, entre otros...

3.7.8 Ambiente físico-natural

En relación con los recursos naturales ha sido necesario hacer referencia a determinados impactos actuales que han incrementado la vulnerabilidad de la zona costera, y pueden, por tanto, actuar de manera acumulativa y/o sinérgica con los impactos propios esperados del cambio climático, los cuales se encuentran entre los factores determinantes de los rasgos esenciales del ambiente. La división de los ecosistemas puede verse con claridad en la Figura 52.



Figura 52. Distribución general de los ecosistemas costeros y marinos de uso turístico de la región de Bávaro y Punta Cana. La distribución del manglar corresponde a su situación original, no a la actual.

3.7.8.1 Manglar de cuenca

En la región de Bávaro, desde aproximadamente el Morro de Macao hasta un poco más allá de Cabeza de Toro, se ha desarrollado históricamente un bosque de manglar de cuenca en forma de una franja estrecha, longitudinal, paralela a la costa, que se ensancha hacia la Laguna de Bávaro, con un área total aproximada de 21.38 km .

En la Figura 52, se muestra la distribución general de los ecosistemas costeros y marinos de uso turístico de la región de Bávaro y Punta Cana. La distribución del manglar corresponde a su situación original, no a la actual.

3.7.8.2 Costas arenosas y rocosas

La región de Bávaro y Punta Cana, desde el Morro de Macao hasta Punta Bobadilla tiene unos 49.27 km de longitud de costa, de la cual unos 13.04 km corresponden a costa rocosa abrasiva, y unos 36.23 km a costa acumulativa de arena.

3.7.8.3 Praderas de pastos marinos y arrecifes coralinos

Las praderas de pastos marinos se presentan cercanas a la orilla, alternadas en parches con el sustrato rocoso y arenoso, formando parte de la laguna arrecifal. La especie dominante es la hierba tortuga *Thalassia testudinum*, aunque para la región se han reportado otras fanerógamas. Estos ecosistemas juegan un papel esencial en la productividad del área y contribuyen además a consolidar el sustrato particulado en una zona de elevado hidrodinamismo.

Dentro de los ecosistemas marinos, los arrecifes coralinos constituyen uno de los más relevantes de la región de Bávaro, formando una unidad ecológica que se extiende prácticamente por toda la costa noreste de la provincia La Altagracia en forma de una franja arrecifal ininterrumpida (Gerald, 1994), que en nuestro caso de estudio la consideraremos extendida entre Macao y Palo Bonito. La región exhibe el desarrollo arrecifal más extenso de la Isla, con cerca de unos 30 km de longitud y con una formación de tipo barrera.

3.7.8.4 Laguna costera de Bávaro

Con una superficie de espejo de agua de 2.9 km², la Laguna de Bávaro es un ecosistema costero rodeado de 4.1 km de manglares y con una extensa zona de humedales (5.8 km²) que se extienden hacia el oeste y sur de este cuerpo de agua; mientras que al Norte y hacia el Este limita con el Océano Atlántico, el poblado de Cabeza de Toro y su vía de acceso. Es considerada una de las áreas protegidas más valiosas de la República Dominicana, pues sustenta importantes valores de biodiversidad, donde se destaca la avifauna residente y migratoria y especies endémicas de peces como el *Ciprinodon hígüey* (Martínez, 2000).

3.7.8.5 Biota marina

La flora y la fauna marina de la región cuentan con alguna información biológica con trabajos sobre macroalgas, esponjas, octocoralios, corales escleractíneos, hidrocorales, moluscos y peces (Almodóvar y Álvarez, 1978; Díaz y Bonnelly, 1978; Terrero 1981; y 1982; Gerald, 1994). La presencia de importantes y extensos ecosistemas costeros y marinos en la región de Bávaro a Punta Cana contribuye al desarrollo de una biota diversa, de la cual resulta de especial interés la fauna coralina (anémonas, hidrocorales, corales pétreos y octocoralios), tanto por su valor para el buceo contemplativo turístico, como por constituir la base de los arrecifes coralinos, cuya vulnerabilidad extrema a los cambios bruscos de la temperatura confiere especial importancia para los análisis del impacto del cambio climático.

3.7.9 Metodologías

Durante el desarrollo del estudio, se usó información de varias fuentes, desde cartográfica hasta estadísticas y estudios de investigación de la zona costera. Desde el punto de vista de la división político administrativa del país, la región de estudio se ubica en la provincia La Altagracia, municipio Higüey, sección El Salado, y comprende los parajes de Arena Gorda, Bávaro, Cabeza de Toro y Punta Cana. Abarca desde Arena Gorda hasta la marina de Punta Cana (sin incluir el actual desarrollo de Cap Cana), con cerca de 40 km de longitud de costa y aproximadamente 105 km de extensión de plataforma marina hasta la isobata de 50 m.

3.7.9.1 Construcción de escenarios climáticos

Los escenarios climáticos que se manejan en el presente reporte provienen de Limia (2007), quien ofrece todos los detalles de su construcción. Para dar continuidad a los escenarios creados para República Dominicana en sus estudios de impactos para la Primera comunicación nacional (SEMARENA, 2004), Limia (2007) consideró para la zona de Punta Cana la utilización de los modelos de circulación general, acoplados a modelos oceánicos (AOGCM), y para lograr un mayor nivel de detalle incorporó un modelo atmosférico regional.

La selección del modelo de circulación general acoplado océano-atmósfera se realizó utilizando el paquete de programas MAGICC/SCENGEN Versión 4.1 y SCENGEN (Wigley et al., 2002). El modelo atmosférico regional utilizado es PRECIS (Providing Regional Climates for Impacts Studies) (Jones et al., 2003).

3.7.10 Evaluación de los impactos

Para la evaluación de los impactos del cambio climático sobre el turismo de Bávaro y Punta Cana, se revisaron todos los documentos generados por la Organización Mundial del Turismo (OMT) durante la primera conferencia internacional sobre Cambio Climático y Turismo, celebrada en abril de 2003 en Djerba (Túnez), cuya Declaración de Djerba sobre Turismo y Cambio Climático (OMT, 2003) ofrece una referencia básica y un marco para la acción.

Como parte del análisis del impacto del cambio climático sobre la industria turística, se consideraron aquellos impactos humanos actuales relacionados con el desarrollo de la propia industria, que al presente están tornando más vulnerable el ambiente y creando las bases para que los impactos del calentamiento global sean aún más desfavorables, muchos de ellos resumidos por PNUD (2005).

3.7.10.1 Ascenso del nivel del mar

Los escenarios de emisiones SRES A2 e IS92A seleccionados para la región de Bávaro y Punta Cana, los valores de incrementos del nivel del mar varían, -según la sensibilidad climática que se asuma- entre 1.6 a 14.5 cm para el primer escenario, y entre 1.7 a 25.9 cm en el segundo, respectivamente (Cuadro No. 46).

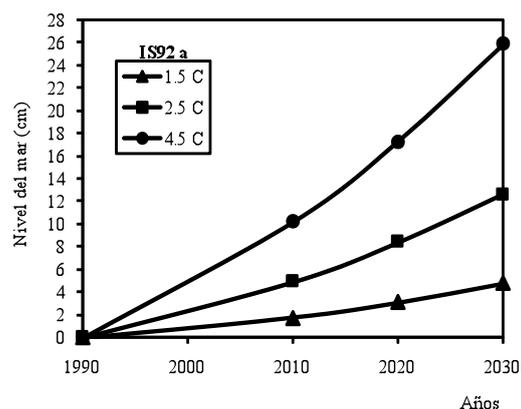
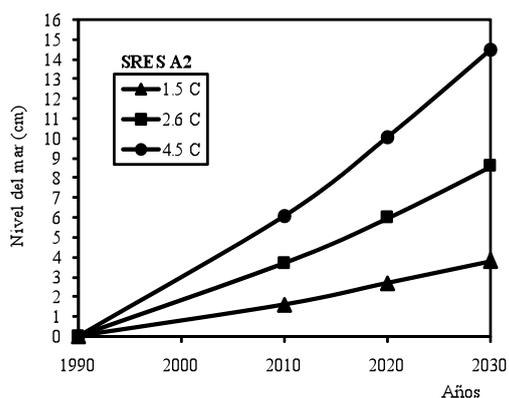
Cuadro No. 46. Incrementos del nivel del mar (cm), según los escenarios de emisiones, considerando la sensibilidad climática baja, media y alta (X C) (según Limia, 2007).

Año\ X	SRES A2			IS92A		
	1.5 °C	2.6 °C	4.5 °C	1.5 °C	2.5 °C	4.5 °C
1990	0	0	0	0	0	0
2010	1.6	3.7	6.1	1.7	4.9	10.2
2020	2.7	6.0	10.1	3.1	8.4	17.3
2030	3.8	8.6	14.5	4.8	12.6	25.9

Los valores de incremento del nivel del mar son ligeramente más elevados con el Escenario IS92A para los diferentes plazos de tiempo.

Hasta el año 2030, las tasas de incremento del nivel del mar en cada escenario de emisión, según cada valor de la sensibilidad climática, son diferentes y corresponden a polinomios de segundo grado (figs. 53 y 54), si bien no deben hacerse extrapolaciones, pues estas curvas cambian con el paso del tiempo, ya que la relación con el aumento de la temperatura no es lineal (Limia, 2007).

De acuerdo con los incrementos que ofrece Limia (2007) se puede estimar, por ejemplo, considerando la sensibilidad climática baja del Escenario SRES A2 que, para el año 2010, el incremento anual promedio estaría entre 0.8 a 1.1 mm/año hasta el 2030. Para una sensibilidad media sería de 1.85 a 2.6 mm/año y para una sensibilidad alta estaría entre 3.05 y 4.40 mm/año.



Figuras 53 y 54. Pronóstico de ascenso del nivel del mar con los escenarios climáticos SRES A2 y IS92a, para la región de Bávaro y Punta Cana (Limia, 2007).

Estas tasas son ligeramente mayores para sensibilidades análogas en el escenario IS92A (Cuadro No. 47) que alcanzan valores máximos de hasta 8.6 mm/año. Comprobar la precisión de estas predicciones resulta difícil ya que la República Dominicana carece de series históricas de registros de mareógrafos. Joshua (2005), analizando el estado de los mareógrafos en el Caribe señala la seria carencia de información en nuestro país. Pero para una sensibilidad climática baja o media, están en el orden de los estimados realizados en varias localidades caribeñas aledañas a República Dominicana.

Cuadro No. 47. Estimado de la tasa de incremento promedio del nivel del mar (mm/año) según los escenarios de emisiones considerando la sensibilidad climática baja, media y alta (X C).

Año\ X	SRES A2			IS92A		
	1.5 °C	2.6 °C	4.5 °C	1.5 °C	2.5 °C	4.5 °C
1990	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
2010	0.80	1.85	3.05	0.85	2.45	5.10
2020	1.10	2.30	4.00	1.40	3.50	7.10
2030	1.10	2.60	4.40	1.70	4.20	8.60

3.7.10.2 Incremento de la temperatura

Los escenarios desarrollados indican aumentos en la temperatura anual con mínimos de 0.3 C y máximos de 0.8 C (Cuadro No. 48), y son menores los valores proyectados por el modelo global (ECH498) que por el modelo regional (PRECIS).

Cuadro No. 48. Cambios de la temperatura estacional y anual para dos modelos, asumiendo una sensibilidad climática media para el desarrollo de los escenarios climáticos.

Mes/año	Modelo ECH498 Escenario de emisión SRESA2			Modelo regional PRECIS anidado al modelo global HADCM3 Escenario de emisión SRESA2		
	2010	2020	2030	2011	2021	2031
Enero	0.3	0.5	0.7	0.6	0.7	0.8
Febrero	0.3	0.5	0.7	0.6	0.7	0.8
Marzo	0.3	0.5	0.7	0.5	0.7	0.8
Abril	0.4	0.6	0.8	0.8	0.8	0.7
Mayo	0.4	0.5	0.7	0.5	0.7	0.8
Junio	0.3	0.5	0.7	0.6	0.7	0.8
Julio	0.3	0.5	0.7	0.6	0.7	0.7
Agosto	0.4	0.5	0.7	0.6	0.7	0.8
Septiembre	0.3	0.5	0.7	0.5	0.7	0.5
Octubre	0.3	0.5	0.7	0.5	0.6	0.7
Noviembre	0.3	0.4	0.6	0.5	0.7	0.7
Diciembre	0.3	0.4	0.6	0.5	0.6	0.7
Anual	0.3	0.5	0.7	0.6	0.7	0.7

Estos incrementos ya son evidentes en la región de Bávaro y Punta, pues de acuerdo con el análisis de la línea climática de la Estación Meteorológica de Punta Cana, la temperatura máxima presenta una clara tendencia al aumento (Fig. 55).

En un período de casi cuatro décadas las temperaturas máximas anuales variaron entre 31.6 C (ocurrido en 1994), y 28.6 C (registrado en 1970), con un valor medio de 29.9 C. El resultado de la evaluación estadística de estos datos refleja la existencia de una tendencia global al aumento, altamente significativa (nivel de significación del 5%), con un punto de cambio significativo en el año 1986.

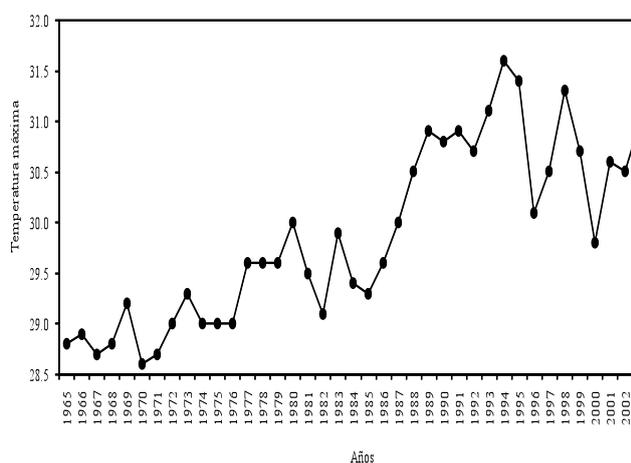


Figura 55. Serie temporal de la temperatura máxima (°C) en Punta Cana en el período de 1965 a 2003.

Como se observa en el gráfico, a partir de 1987, tiene lugar un incremento marcado de la temperatura máxima y comienzan amplias oscilaciones en sus valores; pero siempre por encima de los valores de décadas anteriores.

Las variaciones de la temperatura, no sólo conciernen a su marcha interanual, sino también a su conducta estacional. Si se compara la estacionalidad térmica por décadas, considerando los períodos 1965 a 1974; 1975 a 1984; 1985 a 1994 y 1995 a 2004, es claro que en el clima actual ya han tenido lugar incrementos de la temperatura mensual (Fig. 55). Así, la variación estacional de la temperatura en la región de Bávaro y Punta Cana ha ido variando cada vez sobre mayores valores.

3.7.10.3 Cambios en el patrón de precipitaciones

En el análisis de la tendencia de la precipitación en la región de Bávaro y Punta Cana, ambos modelos proyectan una disminución de las precipitaciones, la cual se agudiza con el paso del tiempo en el Modelo ECH498 y que es más intensa, según el Modelo Precis.

La comparación entre las tendencias observadas del clima y los valores resultantes de los escenarios climáticos (considerando los cambios tanto en forma de porcentaje de la precipitación anual para el Modelo ECH498. En el Cuadro No. 49, se muestran los cambios de precipitaciones para dos modelos, asumiendo una sensibilidad climática media, para el desarrollo de los escenarios climáticos (Limia, 2007). Para el Modelo ECH498 los cambios se expresan en forma de porcentaje de la precipitación anual, y para el Modelo PRECIS como en razón de precipitación.

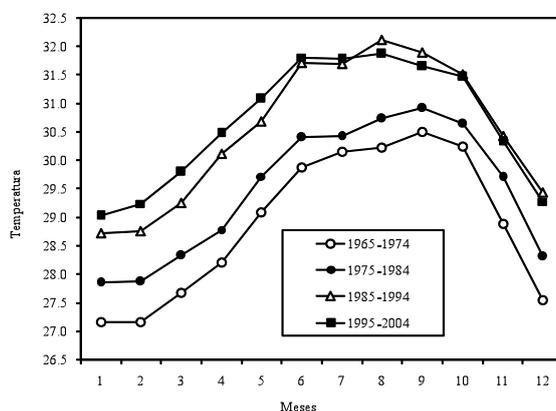


Figura 56. Variaciones estacionales de la temperatura (°C) en la Estación de Punta Cana, considerando los datos de cuatro décadas desde 1965 a 2004.

Cuadro No. 49. Cambio de precipitaciones para dos modelos, asumiendo una sensibilidad climática.

Mes/año	Modelo ECH498 Escenario de emisión SRESA2			Modelo regional PRECIS anidado al modelo global HADCM3 Escenario de emisión SRESA2		
	2010	2020	2030	2011	2021	2031
Enero	-1.1	-1.7	-2.3	0.1	-0.8	-1.0
Febrero	-5.2	-7.9	-10.8	-0.2	-1.2	-0.1
Marzo	-3.7	-5.7	-7.8	-0.4	-1.1	-0.4
Abril	0.3	0.5	0.7	-1.0	-1.1	1.0
Mayo	0.4	0.6	0.8	-1.2	-0.2	-1.2
Junio	3.4	5.1	7.0	-1.8	-0.1	-1.0
Julio	-7.3	-11.2	-15.3	-0.8	-1.0	-0.3

Mes/año	Modelo ECH498 Escenario de emisión SRESA2			Modelo regional PRECIS anidado al modelo global HADCM3 Escenario de emisión SRESA2		
	2010	2020	2030	2011	2021	2031
Agosto	-4.2	-6.5	-15.3	-0.3	-0.1	-1.1
Septiembre	-6.9	-10.5	-14.3	-0.7	-1.1	0.7
Octubre	0.1	0.2	0.2	-0.3	-1.2	-1.1
Noviembre	-2.1	-3.2	-4.3	-0.5	-0.1	-1.1
Diciembre	-0.2	-0.3	-0.4	-0.7	0.4	0.1
Anual	-2.0	-3.1	-4.2	-0.7	-0.6	-0.5

3.7.10.4 Incremento de eventos meteorológicos extremos

Una condición necesaria, aunque no suficiente para la formación de los ciclones tropicales, es una temperatura superficial mínima de cerca de 26 a 27 °C. Esto ha llevado a la especulación de que cualquier aumento en la temperatura superficial del agua de mar, debido al cambio climático, debe venir acompañado de un incremento en la frecuencia de ciclones (Ali, 1999).

El papel de la temperatura superficial del océano en la génesis e intensificación de los ciclones tropicales ha sido bien demostrada (ver Saunders y Harris, 1997). Además del incremento en frecuencia, es casi una certeza que un incremento en la temperatura superficial vendrá también acompañado por su correspondiente incremento en intensidad de los ciclones, en términos de velocidad del viento.

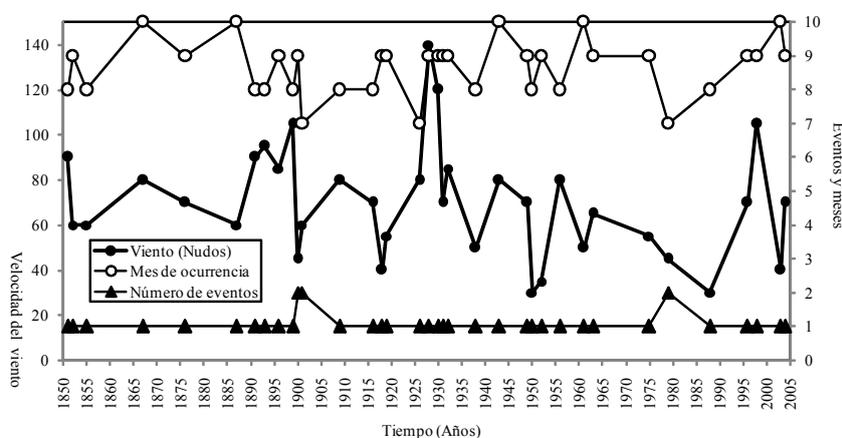


Figura 57. Eventos meteorológicos extremos que han pasado a 50 millas o menos de Bávaro, Cabeza de Toro y Punta Cana en un período de 155 años (1851 a 2005). Se indica el mes de ocurrencia (círculos abiertos) con números del 7 al 10 (julio, agosto, septiembre y octubre, respectivamente), la velocidad del viento (círculos negros) y el número de eventos por año (triángulos). Datos de la NOAA Coastal Services Center.

La relación entre la intensidad de los ciclones y la elevación de la temperatura superficial aparece bien discutida en la literatura, y algunos cálculos teóricos (Emanuel, 1987) plantean que para incrementos de 2 y 4 °C, la velocidad del viento aumentará en un 10 a 22%, respectivamente.

Durante los 155 años analizados, la temporada ciclónica ha permanecido variando entre julio a octubre, el número de eventos se ha mantenido en una tasa de 1.08/año y los vientos han variado desde 30 a 140 nudos con tres casos de huracanes importantes: el Huracán Hortense de 1996 que estableció marcas pluviométricas para la región, el Huracán Georges en 1998 que generalizó una destrucción sin precedentes en el área, y el Huracán Jeanne del 2004 que generó, posiblemente, la inundación más importante de la región durante los últimos 100 años (Cocco, 2005).

3.7.10.5 Impactos biogeofísicos

Los impactos esperados sobre algunos factores biogeofísicos claves relacionados con el desarrollo turístico de Bávaro y Punta Cana: el propio incremento del CO₂ atmosférico, el ascenso en el nivel del mar, el incremento de la temperatura, los cambios en el patrón de precipitaciones, el incremento de eventos meteorológicos extremos, arrecifes coralinos, playas arenosas, manglares y representantes claves de la biota costera y marina, de acuerdo con los escenarios, previamente discutidos y establecidos. Se asume de manera general que cualquiera de los efectos discutidos, ya está ocurriendo o pueden ocurrir en la región estudiada. Los impactos que se han de tratar comprenden, según la matriz:

Cuadro No. 50. Matriz interactiva de impactos principales del cambio climático sobre factores biogeofísicos de valor turístico en la región de Bávaro y Punta Cana.

Impactos Factores biogeofísicos	Incremento del CO ₂ atmosférico	Ascenso del nivel del mar	Incremento de la temperatura	Cambios en el patrón de precipitaciones	Incremento de eventos meteorológicos extremos
Arrecifes coralinos	Reducción del potencial de calcificación de los corales	Reducción del crecimiento arrecifal	Blanqueamiento de corales/ Cambios en la distribución de los arrecifes	Cambios en la salinidad, el balance de nutrientes e incremento de sedimentación	Daño físico a los arrecifes de coral
Manglares	Pérdida de sumideros de CO ₂ en la medida que desaparezca la cobertura de manglar	Sumersión del manglar de borde/ Anegación del suelo del manglar		Inundación del manglar de cuenca	Daños físicos al manglar
Playas arenosas	Reducción del aporte de material carbonatado por daños a los corales	Pérdida directa de arena por erosión y reconfiguración de perfiles		Pérdidas del aporte de los ríos	Daños físicos a la playa
Aporte de material carbonatado por daños a los corales	aporte de material carbonatado por daños a los corales	Pérdida directa de arena por erosión y reconfiguración de perfiles		Pérdidas del aporte de los ríos	Daños físicos a la playa
Biota marina	Reducción del potencial de calcificación de organismos calcáreos	Pérdida de sitios de anidamiento de tortugas	Cambios en el patrón migratorio de aves costeras		Daños a la biota principalmente a representantes arrecifales fijos

Se considera que un incremento del CO₂ atmosférico tenga un efecto en la reducción del potencial de calcificación de los corales. Al presente, el océano absorbe un tercio del CO₂ antropogénicos, lo cual cambia de manera significativa las características químicas del agua de mar, particularmente el Ph y las concentraciones de los iones carbonato y bicarbonato, afectando la habilidad de los organismos arrecifales para calcificarse (Houghton et al., 2001).

Muchos organismos marinos, entre ellos los corales y las algas calcáreas, utilizan los iones calcio (Ca²⁺) y de carbonato (CO₃²⁻) del agua para secretar el CaCO₃ de sus esqueletos. La reducción de estos iones puede afectar la tasa de deposición del esqueleto, más aún en el caso del carbonato, menos abundante que el calcio y que parece jugar un papel clave en el proceso de calcificación (Langdon, 2003).

Los arrecifes coralinos también estarán afectados por el ascenso del nivel del mar; pero se plantea que, como un todo no debe tener un impacto demasiado severo por este concepto, asumiendo que el crecimiento individual de los corales y del arrecife es como promedio superior al de la tasa de incremento del nivel de mar. A nivel individual, hay corales como *Acropora cervicornis* con crecimientos reportados de 100 mm/año en Florida (Shinn, 1976), y 264 mm/año en Jamaica (Lewis et al., 1968) o *Acropora palmata* con 99 mm/año en Islas Vírgenes (Gladfelter et al., 1978). Esta última especie es un representante abundante de los arrecifes de Bávaro y Punta Cana, donde crece en condiciones saludables (Brandt et al., 2003) en áreas no accesibles al buceo turístico.

Todos estos valores de crecimiento coralino están por encima de las tasas de incremento del nivel del mar de 1.24 a 2.27 mm/año reportadas para Cuba, Puerto Rico y Florida (Hernández y Díaz, 2003; NOAA, 2007), la estimada por modelos para República Dominicana (Limia, 2007), y las últimas cifras del incremento global promedio del mar de 1.8 mm/año (entre 1.3 a 2.3 mm/año) desde 1961 a 2003, y 3.1 mm/año (entre 2.4 a 3.8 mm/año) desde 1993 a 2003, reportadas por el Panel IPCC (UNEP, 2007).

Por eso, se considera que los arrecifes tendrán la habilidad de adaptarse al ascenso proyectado del nivel del mar (Smith y Buddemeier, 1992), situación extensible a los arrecifes de la zona turística de Bávaro y Punta Cana. Por lo tanto, el ascenso del nivel del mar habría igualmente que valorarlo en relación con el tipo de arrecife, la zona ecológica que se trate, la profundidad, la geomorfología costera y su estado ecológico.

Sin embargo, en el caso de los corales, más preocupante que los impactos anteriores es el incremento de la temperatura, pues de los factores fisicoquímicos que determinan el desarrollo y la distribución de los arrecifes coralinos, el más importante es la temperatura. Los incrementos en la temperatura del agua, vinculados al calentamiento global, pueden causar un masivo blanqueamiento de corales. Este fenómeno ocurre cuando los pólipos del coral, estresados por el calor o por radiación ultravioleta, expulsan el alga simbiótica que vive en los tejidos del coral.

El incremento en la precipitaciones tiene el efecto de que reduce la salinidad e incrementa la descarga de sedimentos y deposición cerca de la desembocadura de los ríos, a veces con alta mortalidad de los arrecifes circundantes (Buddemeier et al., 2004). Sin embargo, en el caso de Bávaro y Punta Cana no tenemos cursos de agua superficiales de importancia que influyan sobre el arrecife.

Finalmente, se considera que con el incremento de eventos meteorológicos extremos se espera una mayor mortalidad de corales, a medida que las tormentas y ciclones se tornen más frecuentes e intensos. Quizás la tasa de crecimiento de los arrecifes de coral no pueda ser suficiente como para contrarrestar el efecto de estos eventos destructivos, por lo que el saldo neto podría ser un daño físico importante a los arrecifes de coral.

Para la región de Bávaro y Punta Cana no existe ningún pronóstico en tal sentido, aunque de ocurrir incrementos sí sería un impacto considerable ya que esta zona del país es la puerta de entrada de ciclones y huracanes.

Valorar los impactos de los eventos extremos en las playas de Bávaro y Punta Cana resulta al presente una tarea

difícil, pues no se cuenta con planos adecuados de la topografía costera; y la cartografía existente en el país, con costas de altura superiores a 1 m, no permiten la evaluación cartográfica del ascenso del nivel del mar de una forma precisa; de manera que puedan delimitarse las áreas inundables y calcular, con cierta exactitud, las superficies perdidas. Por otra parte, los estudios seriados de perfil de playa, uno de los métodos para evaluar los cambios en la costa, son prácticamente inexistentes.

Con un mayor nivel del mar, en conjunción con los cambios que se esperan en la frecuencia e intensidad de los eventos meteorológicos extremos y el cambio en el patrón de olas, el incremento del riesgo de inundaciones es un hecho cierto. Las implicaciones de la inundación de la zona costera dependerán de la extensión afectada, la periodicidad del impacto y, sobre todo, de las características del terreno inundado. El impacto de las inundaciones será especialmente severo en las playas arenosas, durante las tormentas, tanto por la elevación del nivel del mar, como por el aumento de precipitaciones (Maul, 1989).

Dado la ausencia de información, trataremos de aproximarnos en este reporte a los posibles impactos físicos del ascenso del nivel del mar sobre la playa, tomando como indicador, en un primer enfoque, la relación entre la extensión lineal de playa libre y la ocupada por instalaciones hoteleras en los dos sectores de playa más importantes por su extensión en la costa de Bávaro (Cuadro No. 51).

Cuadro No. 51. Extensión (m) de las playas arenosas en el tramo costero del Morro de Macao a Punta Bobadilla en relación con la ocupación de infraestructuras hoteleras.

Tramos	Longitud total de costa	Longitud de infraestructuras	Longitud de costa libre	Ocupación de infraestructuras (%)	Espacios Libres (%)
Macao a Punta Los Nidos	20123.63	10262.00	9861.63	50.99	49.01
Playa Cabeza de Toro	6058.62	1406.00	4652.62	23.21	76.79

A lo largo de la costa de Bávaro, se observa un frente de playa con su estructura típica, desde la orilla hasta duna con su vegetación costera trasera; pero detrás de esta playa configurada ha existido siempre una zona de acumulación de arena, considerada una importante reserva. Producto de las construcciones hoteleras, esta zona de reserva se ha ido perdiendo, la arena fue tomada para construcciones, y los suelos fueron impermeabilizados con caminos, carreteras y edificios. Al presente, en el sector de Macao a Punta Los Nidos tenemos una extensión de playa de 20123.23 m, de la cual más del 50% está ocupada por instalaciones hoteleras.

Cuadro No. 52. Incrementos del nivel del mar (m) según los escenarios de emisiones SRES2 considerando la sensibilidad climática baja, media y alta (X C) (según Limia, 2007) y la penetración correspondiente en la Playa de Cabeza de Toro para una pendiente costera de 5° y una amplitud de marea de 0.9 m

ΔX	Años	2010	2020	2030
Baja (1.6°C)	Incrementos del nivel del mar (m)	0.016	0.027	0.038
	Penetración del mar (m)	5.326	5.452	5.578
Media (2.6°C)	Incrementos del nivel del mar (m)	0.037	0.06	0.086
	Penetración del mar (m)	5.566	5.829	6.127
Alta (4.5°C)	Incrementos del nivel del mar (m)	0.061	0.101	0.145
	Penetración del mar (m)	5.841	6.298	6.801

Quiere esto decir que con el ascenso del nivel del mar solo la mitad de este sector de playa libre de construcciones sería capaz de reconfigurarse al retroceder la costa; mientras que en el sector restante llegaría un punto en el cual el agua en ascenso encontraría estructuras rígidas y no tendría la posibilidad de recuperarse.

En un segundo enfoque de análisis, tomamos solamente la Playa de Cabeza de Toro, por ser el único sector para el cual hallamos información de perfiles de playa que estiman una pendiente promedio de 5° (USAID, 2005), y calculamos la pérdida de costa por entrada del mar para los escenarios SRES2, Limia (2007) (Cuadro No 52), considerando que la amplitud de marea en la costa atlántica dominicana es de unos 90 cm (Marcano, 2006).

Sobre la base de estos criterios se estima que el mar podría penetrar en condiciones normales, por efecto de la marea, entre 5.3 a 5.8 m para el 2010, hasta 6.3 m, para el 2020, y hasta 6.8 para el 2030 (Fig 58.).

Considerando el máximo ascenso de 6.8 m, y multiplicando este espacio cubierto por la pleamar por los 6075 m de línea de costa de la Playa de Cabeza de Toro tendríamos un área cubierta bajo el agua, para el 2030, de 41310 m². Por otra parte, se han asumido condiciones estables, que no son la realidad en la época de huracanes y ciclones, donde se han reportado mareas de tempestad de hasta 6 m (USAID, 2005).

Un aspecto de interés en la relación de las playas con el cambio climático es estudiar los niveles actuales de erosión, bien sea por causas naturales, como el propio cambio climático o antrópicas.

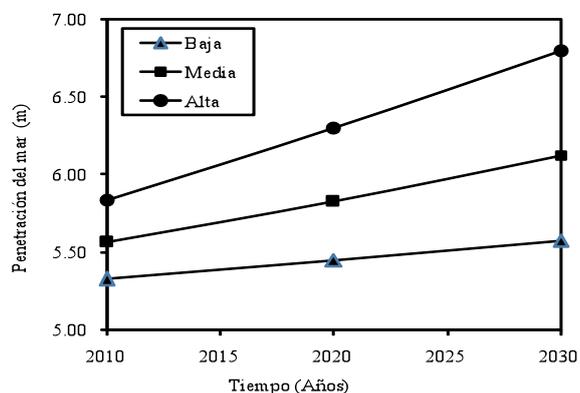


Figura 58. Penetración del nivel del mar en el sector de Playa de Cabeza de Toro, según los escenarios de emisiones SRES2 considerando la sensibilidad climática baja, media y alta (X C) (Limia, 2007) para una pendiente costera de 5° y una amplitud de marea de 0.9 m.

Biota costera y marina: entre los componentes de la biota marina, las cuatro especies de tortugas que anidan en nuestras costas se han considerado, de manera especial, por su condición de especies amenazadas. Se reconoce que estos reptiles marinos serían afectados por el cambio climático, debido a la reducción de sus áreas de anidamiento por la pérdida de superficie de playa arenosa ante el ascenso del nivel del mar, como analizan Marianne et al. (2005), para la región del Caribe.

Dentro de la biodiversidad de la región, es de interés puntualizar grupos como la avifauna que actualmente tienen valor turístico, a través del turismo de observación de aves (“birdwatching”), que se desarrolla en la región de Bávaro y Punta Cana. Este tipo de turismo basa su atractivo, tanto en aves residentes como migratorias, las cuales podrían estar afectadas en su abundancia y distribución, por los impactos del cambio climático.

3.7.10.6 Impactos socioeconómicos

Como punto de partida, para el análisis de impactos socioeconómicos al turismo regional, debemos enfocarnos hacia la infraestructura que la sustenta. La región de Bávaro a Punta Cana, en el transcurso de unas tres décadas, ha pasado

de ser un área prácticamente despoblada a tener una cobertura de unos 37 hoteles o complejos hoteleros entre Arena Gorda y Punta Cana²⁴ que ofrecen 21,853 habitaciones.

Todas estas infraestructuras constituyen una importantísima inversión cuyo valor bastaría por sí mismo, para brindar un elemento de juicio acerca del impacto económico que tendría su pérdida, parcial o total, por los efectos del cambio climático (Cuadro No. 53).

Por su cercanía al borde costero, estas infraestructuras están amenazadas por el ascenso del nivel del mar que podría ocasionar pérdidas de infraestructuras por sumersión, especialmente aquellas ubicadas más cerca de la costa como las edificaciones ligeras de las concesionarias de buceo, las áreas de sombrillas y lechos de sol o espigones para las actividades náuticas. En términos de daños económicos a la infraestructura turística, el incremento de eventos meteorológicos severos es, sin dudas, una amenaza permanente que ya se ha hecho sentir en la actualidad.

Cuadro No 53. Matriz interactiva de impactos principales del cambio climático sobre factores socioeconómicos de valor turístico en la región de Bávaro y Punta Cana.

Impactos Factores biogeofísicos	Incremento del CO2 atmosférico	Ascenso del nivel del mar	Incremento de la temperatura	Cambios en el patrón de precipitaciones	Incremento de eventos meteorológicos extremos
Infraestructuras turísticas		Pérdidas de infraestructuras por sumersión	Mayor gasto por concepto de equipos de aclimatación		Daños a infraestructuras turísticas
Número de turistas			Reducción por mayor temperatura en sitios originales o pérdida de valores de los destinos turísticos		Reducción de turistas por pérdida de infraestructuras
Patrones estacionales de ocupación			Cambios en los patrones de ocupación y flujo de turistas		
Dinámica económica del turismo regional	Pérdidas económicas en cadena por la reducción de turistas	Pérdidas económicas en cadena por la reducción de turistas	Pérdidas económicas en cadena por la reducción de turistas	Pérdidas económicas en cadena por la reducción de turistas	Pérdidas económicas en cadena por la reducción de turistas
Uso del agua		Limitaciones del agua disponible por salinización		Limitaciones del agua disponible por reducción de lluvia	Daños a infraestructuras de manejo y almacén de agua

²⁴ Se aclara que la cifra de número de hoteles es variable por los cambios frecuentes de nombres, hoteles no registrados siquiera en la base de la Secretaría de Estado de Turismo y la continua construcción y/o remodelación o ampliación los hoteles existentes.

Impactos Factores biogeofísicos	Incremento del CO2 atmosférico	Ascenso del nivel del mar	Incremento de la temperatura	Cambios en el patrón de precipitaciones	Incremento de eventos meteorológicos extremos
Uso de los arrecifes coralinos	Reducción de la actividad por pérdida de arrecifes coralinos	Reducción de la actividad por pérdida de arrecifes coralinos	Reducción de la actividad por pérdida de arrecifes coralinos	Reducción de la actividad por pérdida de arrecifes coralinos	Reducción de la actividad por pérdida de arrecifes coralinos
Uso de la playa arenosa	Pérdida de playa por reducción de aporte de material carbonatado	Pérdida de capacidad de carga para uso recreativo	Reducción del tiempo al aire libre por las altas temperaturas		Pérdida de capacidad de carga para uso recreativo

La CEPAL, en el 2004, cuantificó los daños causados por el Huracán Jeanne, y pueden servir de ejemplo de cuanto puede significar el paso de un evento de esta naturaleza sobre la economía turística, en términos de daños a infraestructura. Se reportaron daños en la infraestructura del aeropuerto de Punta Cana y varias de sus instalaciones y equipos de ayuda a la aeronavegación, con daños directos de 15 millones de pesos, e indirectos, por 211 millones de pesos dominicanos.

Finalmente, en el caso de las infraestructuras turísticas, se considera que el incremento de la temperatura implicará un gasto adicional, por concepto de equipos de climatización necesarios para satisfacer a un turismo que viene de altas latitudes y más aún en condiciones de una temperatura creciente.

a) Número de turistas: Las posibles pérdidas, el aumento o reducción del número de turistas que llega a la región de Bávaro y Punta Cana devienen en un indicador clave de la situación económica del turismo regional, pues los mismos constituyen la puerta de entrada del ingreso económico a la región. El número de turistas total y por meses que arriban por el Aeropuerto de Punta Cana muestra el incremento sostenido de pasajeros, durante la última década, para una cifra global actual cercana a un 1,600,000 (Banco Central, 2007), representativa de un 40% del turismo nacional.

Se espera que, por los efectos el cambio climático, especialmente el incremento de la temperatura, tengan un efecto negativo sobre el turismo, y se reduzca el número de turistas en los diferentes destinos, bien sea porque las temperaturas en sus lugares de destino, originalmente más frías, se han elevado o porque los destinos turísticos tradicionales donde el aumento de la temperatura incrementa el riesgo de insolación o quemaduras severas, reduce el tiempo de actividades al aire libre, o ha dañado los ecosistemas tropicales que atraen al visitante.

Sin embargo, al presente, en la región de Bávaro y Punta Cana no existe ninguna tendencia de disminución del número de turistas.

El incremento de eventos meteorológicos extremos tendrá también una influencia notable en el número de turistas, bien sea por sus desplazamientos ante la llegada de tormentas inesperadas o por el temor de los propios turistas de venir en un periodo ciclónico, con alto número de eventos catastróficos.

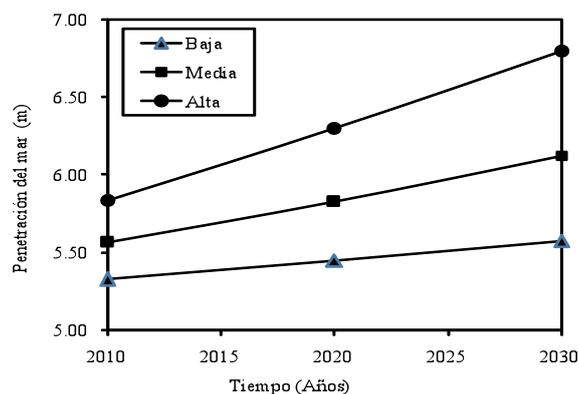


Figura 59. Variaciones estacionales de los turistas que arriban por el Aeropuerto de Punta Cana, de acuerdo con su procedencia, según datos del Banco Central (2007).

b) Los patrones de ocupación: El incremento de la temperatura se asume que tendrá una influencia notable en los patrones de ocupación ya que los mismos están regidos por la estacionalidad térmica. Por la estrecha relación que tiene el factor climático, especialmente la marcha anual de la temperatura, con la llegada de los turistas, pues estos vienen en busca de condiciones climáticas favorables, en relación con las que tienen en su lugar de origen el incremento de la temperatura, debe tener una influencia marcada en el patrón de ocupación.

Resulta prematuro generar conclusiones al respecto, pues estos cambios dependerán tanto de las variaciones de la temperatura en el destino turístico y en la región de origen; pero ya se postula en el Modelo de Hamilton et al. (2005), que el turismo continuará creciendo en el mediano y largo plazos; pero el cambio climático provocará un desvío de los destinos turísticos hacia altas latitudes y altitudes, donde el turismo clásico europeo, amante del sol y la playa, permanecerá más cerca de sus sitios de origen.

El incremento en la intensidad y frecuencia de eventos meteorológicos extremos, también puede tener una influencia negativa en los patrones de ocupación ya que su ocurrencia tiene también un carácter estacional.

c) Uso del agua: El agua es un recurso clave para el desarrollo de cualquier actividad humana, y para el sector turístico tiene una gran demanda, pero la oferta de agua se podría ver reducida, como consecuencia de un cambio del régimen de precipitación que pronostica una reducción de las lluvias, unido a los procesos de salinización de las cuencas por el ascenso del nivel del mar; son impactos del cambio climático, que se harán sentir en zona turística de Bávaro y Punta Cana.

Esto es particularmente importante, pues el Banco Mundial (2004) presenta el caso de la zona Bávaro y Punta Cana, como ejemplo de cómo las políticas turísticas actuales están dirigidas, primordialmente, a captar a más turistas, sin tomar en cuenta la capacidad de carga de la base de recursos naturales existentes.

d) Uso de la playa arenosa: De todos los posibles impactos del cambio de clima que afectan el turismo, ninguno es considerado más importante que la erosión de las playas, producto del ascenso del nivel del mar, por cuanto estas constituyen la principal imagen del turismo tropical. Desde el punto de vista socioeconómico, la pérdida de la playa puede enfocarse como pérdida de espacio recreativo para los turistas.

Ya hemos puntualizado que valorar la pérdida espacial en las playas de Bávaro y Punta Cana resulta, al momento, una tarea difícil, pues no se cuentan con los estudios y los medios necesarios; pero en el caso de la Playa Cabeza de Toro que explicamos en el capítulo anterior donde se estimó que, considerando el máximo ascenso de 6.8 m (Limia 2007), tendríamos un penetración de unos 5 m con un área cubierta bajo el agua de 41,310 m², para el año 2030, equivalente a un 29% de la playa actual que tiene 142,877 m².

El análisis de la capacidad de carga de la playa, expresada en superficie de playa (m²), disponible para turistas, deviene en un parámetro importante, a los efectos de evaluar el impacto futuro del cambio climático sobre el turismo regional, por un ascenso del nivel del mar con su consecuente pérdida de superficie de playa y, por tanto, de espacio de esparcimiento.

En el Cuadro No. 54, a continuación se muestran los cálculos para la capacidad de carga en tres niveles. Para los cuatro hoteles que explotan esta playa (Hotel Natura Park, Hotel Occidental Allegro, Hotel Suncape y Hotel Catalonia Bávaro) con 2083 habitaciones en total, que tienen capacidad para unos 4166 turistas; el espacio es adecuado para una ocupación *moderada a baja*, según la temporada.

Cuadro No. 54. Cálculo de la capacidad de carga de del sector de playa de Cabeza de Toro, para tres criterios de ocupación, considerando la superficie actual, la superficie remanente, después de un incremento del nivel del mar, y la superficie perdida.

Superficie (m ²)		Criterios de ocupación		
		Intenso	Moderado	Bajo
		Superficie/2.5	Superficie/5	Superficie/10
Actual	142877	57150.8	11430.16	1143.016
Remanente	101567	40626.8	8125.36	812.536
Perdida	41310	16524	3304.8	330.48

e) Uso de los arrecifes coralinos: El impacto económico del cambio climático sobre el turismo de buceo contemplativo puede ser devastador, en términos de pérdidas de ingresos, por la cantidad de turistas que dejarían de realizar actividades náuticas y subacuáticas, al desaparecer los paisajes submarinos para el buceo, ya que los arrecifes se verán afectados, directa o indirectamente, por todos los impactos del cambio climático. Como son la acidificación del océano, el incremento de la temperatura y la mayor frecuencia de eventos extremos; los tres impactos serán responsables de una mayor destrucción de los ecosistemas ya debilitados por impactos previos.

3.7.11 Medidas de rectificación y adaptación

La adaptación al cambio climático se ha concebido de dos maneras: a) interviniendo sobre las causas, mitigación de las emisiones; b) interviniendo sobre las consecuencias, que es la adaptación propiamente dicha. A estas dos deberíamos añadir medidas de rectificación para calificar aquéllas, encaminadas a rectificar impactos actuales no atribuibles al cambio climático, sino a otras acciones humanas.

El primer paso para proteger y adaptar la región de Bávaro y Punta Cana es comprender la necesidad de investigación y monitoreo permanente de la situación regional ante el cambio climático, en un esfuerzo coordinado, regionalmente, y financiado por las empresas turísticas y sus concesionarias de buceo, para dar seguimiento a las evidencias sutiles o concretas de este cambio, y, ante todo, resolver serios impactos actuales que, o bien ya son más catastróficos que los cambios que se avecinan y/o están comprometiendo la salud ambiental de la región, para hacer frente a un clima cambiante.

El éxito en la implementación y adopción de un plan de acción, como el propuesto en el presente reporte, y de las medidas de rectificación y adaptación, recomendadas en el mismo está fuertemente relacionado con el nivel de percepción del público, en general, el sector privado y las organizaciones gubernamentales y no gubernamentales pertinentes, sobre los problemas del cambio climático, sus potenciales impactos, los beneficios de las medidas de adaptación y el papel respectivo de cada actor, para asistir en la implementación del plan. Para más detalles, ver Cuadro No. 55.

Cuadro No. 55. Plan de medidas, encaminado a la adaptación al cambio climático en la región de Bávaro y Punta Cana, teniendo como centro la protección del desarrollo turístico.

Plan de medidas	Objetivos generales
Seguimiento y adaptación al cambio climático	Partiendo de que los impactos del cambio climático son una realidad en la región de Bávaro y Punta Cana, y ante la carencia de instituciones que, de manera sistemática investiguen y evalúen dichos cambios, es importante, a nivel local, poner en funcionamiento un mecanismo de generación operativa y actualización de escenarios climáticos regionales que alimente, de forma periódica, el presente plan de rectificación y adaptación, creándose la infraestructura adecuada para dar seguimiento a este fenómeno a favor de la protección de los alcances de la industria turística, y se deriven resultados precisos relacionables con estadísticas turísticas que contengan parámetros más relevantes a los efectos del turismo local.
Protección a la infraestructura turística	Garantizar la implementación de medidas locales de protección a las instalaciones turísticas, especialmente las localizadas cerca de la costa, sobre la base de un conocimiento cabal de cómo afectará el cambio climático a la región.
Manejo del agua	Evaluar, cualitativa y cuantitativamente, la situación actual del recurso en la región, a fin de conocer la necesidad real de buscar nuevas alternativas, ante los pronósticos de reducción regional de las precipitaciones, promoviendo, en cualquier caso, medidas de ahorro intensivas.
Protección a los arrecifes coralinos	Promover la protección de los arrecifes coralinos y su biota asociada, ante los impactos del cambio climático, fomentando acciones de conservación, educación ambiental y divulgaciones de las leyes ambientales que favorezcan su actual integridad ecológica y paisajística.
Protección y rehabilitación de los manglares	Incrementar y conservar la superficie de manglares, no sólo en su valor como especies protegidas, su función protectora de la costa y su contribución al paisaje, sino también y como sumideros de CO ₂ , fomentando acciones que promuevan la recuperación de su integralidad ecológica e hidrológica, a fin de compensar las pérdidas por fragmentación, disección y alteración del balance hídrico y reducir la vulnerabilidad, ante el cambio climático.
Protección de las playas	Por ser las playas el símbolo del turismo local, es imprescindible acometer acciones de ordenamiento costero e investigación que expliquen sobre bases científicas su situación actual y den seguimiento a los impactos del ascenso del nivel del mar, permitiendo tomar medidas realistas ajustadas a los niveles de ascenso y sus tasas.
Protección de la biota costera	Promover la conservación de las especies marinas, especialmente las especies protegidas, a través de acciones de educación ambiental, enfocadas a los impactos el cambio climático y la divulgación de las leyes ambientales.
Regulaciones y cambio climático	Reforzar el marco regulatorio nacional en aquellos aspectos que conciernan a la protección de los recursos costeros y marinos, ante los impactos del cambio climático, considerando que las amenazas a dichos recursos ponen en serio riesgo al país ante los futuros cambios del clima, por lo que constituye un delito ambiental de mayor magnitud.

3.7.11.1 Seguimiento al cambio climático

Implementar en la región un espacio de investigación y seguimiento, por ejemplo, en el Centro de Biodiversidad de Punta Cana, que cuenta con la infraestructura adecuada, para realizar las investigaciones necesarias acerca de los impactos del cambio climático y elaborar una base de datos, confiable y precisa, que permita dar seguimiento a los cambios, a partir de observaciones sistemáticas a nivel local, y lo que es más importante, tomar medidas de adaptación ajustadas a las situaciones locales.

3.7.11.2 Protección de la infraestructura turística

Realizar un balance económico del costo real de las infraestructuras turísticas existentes, por tipos y regiones, de manera que se pueda tener un estimado lo más cercano a la realidad del costo asociado a pérdidas, por el cambio climático. Realizar una cartografía georreferenciada de todas las infraestructuras turísticas, situadas hacia el mar, para estimar sus distancias y evaluar cuantitativamente el riesgo real, a fin de derivar medidas correspondientes de protección.

Evaluar la ubicación actual de las infraestructuras turísticas en relación con el manglar de cuenca, para modificar o corregir acciones que han tornado más vulnerable la región a las inundaciones, producto de la ruptura del balance hidrológico local.

3.7.11.3 Manejo del agua

Realizar una reevaluación de las reservas de agua en los acuíferos regionales y de los procesos de salinización de las cuencas, por el ascenso del nivel del mar, a fin de lograr un panorama actual sobre datos reales que permitan conocer la situación de las reservas de agua, en términos de cantidad y calidad, y tomar medidas realistas, tanto al presente, como proyectar medidas de adaptación convenientes.

Realizar una evaluación objetiva, de alcance regional, de los impactos del cambio climático sobre los recursos hídricos en Bávaro y Punta Cana, mediante una simulación cuantitativa y cualitativa de los escenarios hidrológicos que ofrezca escenarios más precisos sobre los cuales puedan tomar acciones más fundamentadas.

Se debe implementar medidas de ahorro de agua de las que se usan convencionalmente en las instalaciones ecoturísticas que comprenden toda la cadena de uso del agua desde su extracción de los pozos o adquisición, vía acueducto, hasta la distribución y utilización en las instalaciones sanitarias de las habitaciones hoteleras o en los jardines.

3.7.11.4 Protección a los arrecifes coralinos

Realizar un estudio ecológico y paisajístico integral de los actuales sitios de buceo, con snorkel y scuba, a fin de establecer la situación real de los arrecifes sobre bases cuantitativas y promover su uso sostenible.

Este estudio debe contemplar de manera especial; a) la luz de los impactos del cambio climático, la relación de las coberturas coralinas y de algas; b) los fenómenos de blanqueamiento y/o enfermedades; y c) la composición cualitativa y cuantitativa de las comunidades coralinas y otros representantes sésiles como octocoralios y esponjas.

El estudio debe arrojar sitios permanentes de monitoreo que estén enlazados con arrecifes similares en la región del Atlántico y el Caribe, como por ejemplo, siguiendo el modelo de CARICOM.

3.7.11.5 Protección y Rehabilitación de los Manglares

Realizar un estudio minucioso de la actual situación y ubicación de las infraestructuras hoteleras en relación con el manglar de cuenca con dos propósitos básicos. Primero, conocer la situación ecológica del manglar en términos de déficit de agua por enclaustramiento y/o problemas de contaminación por vertimiento de aguas negras, a fin de tomar las medidas que correspondan.

En segundo lugar, detectar dónde se encuentran los puntos que ocasionan retención de agua o desvíos del curso natural del drenaje, provocando problemas comprobados de inundaciones ante eventos meteorológicos extremos, a fin de realizar los arreglos correspondientes.

Realizar paralelamente un estudio ecológico e hidrológico integral del manglar, a todo lo largo de su área de distribución en Bávaro y Punta Cana, con el fin de valorar y proponer nuevas alternativas para mejorar sus condiciones ecológicas y restablecer el flujo transversal de agua.

3.7.11.6 Conservación de las playas

Realizar un estudio integral –geomorfológico, sedimentológico y oceanográfico de la situación de todas las playas de Bávaro a Punta Cana para determinar sus características ambientales de línea-base, como punto de partida de un monitoreo permanente que permita continuar el uso de la playa, garantizando su preservación, sobre la base de sus condiciones naturales particulares ante el ascenso del nivel del mar por el cambio climático.

3.7.11.7 Protección a la biota costera y marina

Establecer las coordinaciones necesarias para impedir el comercio de especies de la flora y la fauna arrecifal, tanto mediante acciones directas con las autoridades de turismo como con la adopción de medidas de educación ambiental a nivel de los turistas, donde se les informe que la compra de estas especies constituye un violación de las leyes nacionales e internacionales, que debilita la integridad de los ecosistemas ante los impactos del cambio climático.

3.7.11.8 Eventos extremos

Cuando se estudia la climatología de la región atlántica y caribeña se advierte que la República Dominicana se encuentra sobre una de las trayectorias preferidas de los ciclones tropicales de la cuenca del Atlántico, de modo que está amenazada anualmente por tormentas tropicales y huracanes. En particular, la posición geográfica de la provincia La Altagracia en el extremo Este del país la ubica en un sitio estratégico ante la entrada de los huracanes y ciclones y dentro de ella nuestra región de estudio de Bávaro a Punta Cana expone directamente más de 45 km de costa a la dirección principal de entrada de estos fenómenos.

Si asumimos, además, los pronósticos asociados al cambio climático, donde se esperan incrementos en la frecuencia e intensidad de los eventos meteorológicos, actuando sobre un mayor nivel del mar, se torna relevante considerar la influencia de los ciclones y huracanes en vistas a una futura evaluación de los impactos del cambio climático sobre el turismo regional.

Se reconoce que el cambio climático tendrá un impacto serio en la industria turística a nivel global, pero especialmente en las pequeñas islas (Jones, 2003), lo cual pone en riesgo los aportes sociales y económicos de este sector. En el caso de la República Dominicana, esta realidad es especialmente relevante en polos turísticos importantes como la región de Bávaro y Punta Cana, Polo Turístico que se ha convertido en uno de los destinos privilegiados en todo el Caribe, donde se encuentran representadas las mejores cadenas hoteleras del mundo. Por ser el clima uno de los factores más relevantes en la selección de un destino por parte de los turistas (Bigano et al., 2006).

Los impactos directos del cambio climático desencadenarán impactos indirectos, secundarios y terciarios, relacionados entre sí, de lo cual comentaremos un ejemplo sólo para ofrecer una idea de la complejidad de las relaciones y el alcance de sus efectos negativos.

La acidificación del océano limitará el crecimiento coralino por su relación con la producción de carbonato de calcio, pero el incremento de la temperatura promoverá fenómenos de blanqueamiento en las colonias coralinas; mientras que la mayor frecuencia de huracanes y ciclones será responsable de una mayor destrucción de este ecosistema, más aún debilitado por impactos previos que han alterado su tasa de crecimiento y la robustez de sus esqueletos.

3.7.12 Regulaciones y cambio climático

Incorporar la temática del cambio climático en la Ley General del Medio Ambiente y los Recursos Naturales (64-00) como un apéndice necesario que regule la protección de los recursos costeros y marinos con un enfoque científico de los potenciales cambios futuros y sus evidencias actuales.

Reforzar todo el marco regulatorio nacional en aquellos aspectos que conciernan a la protección de los recursos costeros y marinos ante los impactos del cambio climático, considerando que las amenazas a dichos recursos ponen en serio riesgo al país ante los futuros cambios del clima, por lo que constituye un delito ambiental de mayor magnitud.

Proponer a la Secretaría de Estado de Medio Ambiente y Recursos Naturales que la creación de Centros de Buceo debe llevar un estudio de impacto ambiental con su correspondiente Plan de Manejo y Adecuación Ambiental.

3.8 Evaluación del impacto, vulnerabilidad y adaptación de la biodiversidad al cambio climático en la República Dominicana

3.8.1 Objetivos

Los objetivos de este reporte consistió en: a) evaluar los impactos, la vulnerabilidad y las posibilidades de adaptación al cambio climático de los distintos elementos de la biodiversidad existentes en el país, basado en la información secundaria disponible, b) definir programa de capacitación hacia la vulnerabilidad y adaptación de la biodiversidad al cambio climático en la República Dominicana.

En este sentido, el trabajo hace énfasis en los principales ecosistemas y especies que podrían ser afectados por el cambio climático, según los escenarios planteados. Con miras a la identificación de posibles medidas de adaptación de la biodiversidad, se evalúa también la composición y estructuración del Sistema Nacional de Áreas Protegidas frente a los posibles efectos del cambio climático. Como parte de la adaptación, el estudio identificó posibles medidas y políticas que tiendan a reducir la vulnerabilidad de la biodiversidad al cambio climático.

3.8.2 Metodología

Para la evaluación de los impactos, la vulnerabilidad y adaptación de la biodiversidad al cambio climático en la República Dominicana se utilizaron: a) Escenarios Climáticos Regionales de América Latina y el Caribe (Hulme & Heard, 1999, SEMARNAT/PNUMA/CITMA, 2006, Conde Álvarez & Saldaña Zorrilla, 2007); b) Escenarios Climáticos Locales (Limia, 2001, Limia Martínez 2007, Herrera Moreno & Betancourt Fernández s/f, Herrera Moreno, 2007); c) UNDP Climate Change Country Profiles: Dominican Republic (McSeeney, New & Lizcano, s/f); d) Líneas Argumentales; y e) Juicio de Expertos.

En dicha evaluación, se analizó el impacto potencial del cambio climático sobre los principales ecosistemas naturales, y las especies o grupos de especies más amenazadas por efecto del cambio climático. Esto sirvió de base para estimar la vulnerabilidad de los mismos.

También, se llevó a cabo un análisis de la efectividad del Sistema Nacional de Áreas Protegidas ante los posibles impactos del cambio climático en los sistemas naturales del país. Luego de contar con los resultados de la evaluación de la vulnerabilidad se identificaron posibles medidas de adaptación, tomando en cuenta también las fuerzas externas vinculadas al cambio climático.

3.8.2.1 Selección de escenarios climáticos

En cuanto a los escenarios desarrollados para República Dominicana se proyecta: a) un aumento de la temperatura tanto del aire como de las aguas del mar; b) un aumento del nivel mar; c) una disminución de la precipitación; y d) posible aumento en la frecuencia e intensidad de fenómenos meteorológicos extremos.

3.8.3 Evaluación de impactos, vulnerabilidad y adaptación

Para la evaluación de los impactos en la biodiversidad se llevó a cabo una amplia compilación y revisión de literatura relevante acerca de los posibles efectos de las variaciones de los componentes del clima sobre la dinámica natural de los ecosistemas y las especies. Entre esta literatura podemos mencionar:

- Cambio climático en América Latina y el Caribe: Impactos, vulnerabilidad y adaptación (Conde Álvarez & Saldaña Zorrilla (2006).
- Cambio climático y biodiversidad (IPCC, 2002).
- Cambio climático y diversidad biológica (Convenio sobre Diversidad Biológica, 2007).
- Global climate change and biodiversity (Green, Harley, Miles, Scharlemann, Watkinson, & Watts, eds. 2003.
- Selvas tropicales y el cambio climático (Granados Castellanos, 2006).
- Potential impacts of climate change on biodiversity in Central America, Mexico, and Dominican Republic (Anderson, et al. 2008).

3.8.4 Impactos y vulnerabilidad de la biodiversidad al cambio climático

3.8.4.1 Ecosistemas costeros y marinos

Anderson et. al. (2008) determinaron, mediante el uso de un modelo geo espacial que integra datos climatológicos y datos de biodiversidad que en el peor de los escenarios (A-2); ya para el año 2020 las costas de la República Dominicana serían impactadas de manera significativa por los efectos del cambio climático.

Por su condición insular, se proyecta que los ecosistemas costeros y marinos de la República Dominicana serán afectados de manera significativa por los cambios climáticos futuros (IPCC, 2007). Uno de estos sistemas son las praderas marinas del país que se localizan en distintos puntos, a lo largo de la costa, cubriendo fondos arenosos de bahías y ensenadas (SEMARENA, 2004).

Si bien no es posible aún indicar con certeza los posibles impactos del previsto aumento de la temperatura del agua del mar sobre las hierbas marinas (SEMARNAT/PNUMA, 2006), es posible que las praderas marinas como ecosistema resulten afectados por daños mecánicos del fuerte oleaje a causa del proyectado aumento del número e intensidad de fenómenos meteorológicos extremos.

3.8.4.1.1 Arrecifes coralinos

Los arrecifes coralinos están considerados como uno de los ecosistemas más vulnerables al cambio climático futuro (IPCC, 2007). En la República Dominicana las mejores representaciones de arrecifes coralinos se localizan en; a) entre Montecristi y Bahía de la Isabela; b) Puerto Plata; c) entre Gaspar Hernández y Cabrera; d) Las Terrenas; e) entre Laguna de Nisibón y Laguna de Bávaro; f) Isla Saona; g) Bahía de Andrés (Boca Chica); Nizao, Bahía de Ocoa, Puerto Viejo- Azua; Barahona, Pedernales (Geraldes y Bonnelly, 1978 & SEMAREA, 2004 a).

Se proyecta que estos ecosistemas serán afectados mayormente por las consecuencias del previsto aumento de la temperatura del agua del mar. Lo que provocará que las algas simbióticas Xoozanthellae abandonen el tejido de los corales, perjudicando así la función reproductiva de los mismos (Oniori, et al, 2001, citado por Lorente et al, 2004).

Otra consecuencia adversa del cambio climático futuro sobre los corales viene dada por la perturbación del proceso de calcificación de los mismos, debido a una mayor acidificación y a un mayor contenido de iones de calcio (Ca²⁺) y carbonato (CO₃) del agua del mar, por causa del aumento del CO₂ que ha de ser absorbido por el océano (IPCC,2007).

3.8.4.1.2 Los manglares

Los ecosistemas de manglares, al igual que los arrecifes coralinos, están considerados como uno de los ecosistemas de mayor productividad, a nivel mundial, (Hamilton & Snedaker, 1984). Es decir, producen una de las mayores cantidades de gramos de carbono, por metro cuadrado por día. En la República Dominicana, los mayores y más representativos bosques de manglares se encuentran en las bahías de Manzanillo, Montecristi, Luperón, Samaná, Macao, Puerto Viejo, Neiba, Maimón, La Gran Laguna, Laguna de Bávaro y Desembocadura de los ríos Soco e Higuamo, (SEMARENA, 2004 a, SEMARENA,2004 b).

Existe divergencia entre autores. Mientras unos consideran que los manglares podrían resistir o adaptarse a un proyectado aumento de temperatura y del nivel del mar a causa del cambio climático; otros consideran que el aumento del nivel del mar podría afectar la zonación de este tipo de bosque, y a las especies de este tipo de ecosistema especializado (Herrera Moreno, 2007) y podría ser la mayor amenaza que tendrá que enfrentar los manglares ante los efectos del cambio climático (McLeod & Van, 2006).

La respuesta dependerá de la tolerancia de cada especie al período, frecuencia y profundidad de inundación, pues se ha demostrado que las especies de mangle poseen diferente tolerancia a cambio en el nivel del mar, a la salinidad y a las tormentas (McLeod & Van, 2006).

3.8.4.1.3 Playas arenosas

En cuanto a las playas arenosas, es muy probable (alta confianza) que los aumentos del nivel del mar proyectados, la variabilidad climática y los eventos extremos afecten las zonas costeras (IPCC, 2007, Conde Álvarez & Saldaña Zorrilla, 2007).

Asimismo, estudios de vulnerabilidad indican que el incremento de 50 cm en el nivel del mar inundaría más del 50% de las playas en el Caribe entre los próximos 50 a 100 años (SEMARNAT/PNUMA, 2006). Este rango de aumento del nivel del mar se corresponde con la proyección para la República Dominicana, según escenarios de moderada y alta sensibilidad (Limia, 2001).

3.8.4.1.4 Humedales y estuarios costeros

Numerosos humedales se localizan en la línea de costa de la República Dominicana, los cuales varían grandemente en extensión, profundidad y temporalidad de las aguas. Estos humedales costeros están conformados mayormente por pantanos y lagunas, y se encuentran distribuidos en las distintas regiones del país.

Se considera que el impacto más adverso sobre los mismos es a causa del futuro cambio climático. Esto se explica por modificaciones en las propiedades químicas de sus aguas, debido al proyectado aumento del nivel del mar y el aumento en la frecuencia e intensidad de fenómenos meteorológicos extremos.

Por definición, los estuarios constituyen un tipo especial de humedales costeros, los cuales se caracterizan por ambientes bajo la convergencia del efecto del agua de mar y el agua dulce de la desembocadura de ríos. En el país existen unos 20 estuarios importantes (SEMARENA 2004).

Similar a lo anterior, se considera que el impacto más adverso del cambio climático vendría dado por posible modificación de las propiedades químicas del agua, a causa del aumento del nivel del mar y el aumento de la frecuencia e intensidad de tormentas y huracanes. Pues se proyecta mayor intrusión de agua del mar en estos ecosistemas (Convenio sobre Diversidad Biológica, 2007), lo que podría afectar la composición de especies y la cadena trófica en estos ambientes.

3.8.4.2 Ecosistemas terrestres

En la República Dominicana, se encuentran 5 grandes tipos y 3 subtipos de bosques. Los tipos están representados por bosques secos, bosques semidecíduos, bosques latifoliados siempre verdes y pinares. Los subtipos son bosques pluviales, bosques nublados y bosques ribereños.

Los bosques secos constituyen ambientes caracterizados por prolongados períodos de sequía y precipitación promedio anual entre 470 y 1000 mm, localizados principalmente en el Procurrente de Barahona, Hoya del Lago Enriquillo, costa sur desde Baní hasta Barahona, y Valle del Cibao entre Santiago y Montecristi (Hager & Zanoni, 1993).

Los ambientes de bosques semidecíduos presentan zonas climáticas con estaciones secas bien diferenciadas; pero de duración variable; durante algunos meses seguidos. En estos ambientes, la precipitación promedio anual varía entre 1000 y 1800 mm, localizándose en la llanura costera entre Macao y San Cristóbal; en la costa este entre Laguna Bávaro y Hoyo Claro; y al pie de las cordilleras, entre formaciones de bosque seco y bosque siempre verde.

Los bosques pluviales representan un subtipo de bosque latifoliado siempre verde y se localizan en zonas relativamente bajas (500 – 600 msnm) que comprende las regiones norte y noreste, entre Puerto Plata y Miches, incluyendo las vertientes norte y noreste de la Cordillera Septentrional, Península de Samaná, Cordillera Oriental y al pie de la parte oriental de la Cordillera Central (cuenca del río Yuna).

Los bosques nublados son también un subtipo de bosque latifoliado siempre verde, y se caracterizan por ocupar zonas montañosas donde es frecuente la condensación de las nubes y donde los vientos cargados de humedad juegan un papel importante en el aporte de agua.

Los manglares, vegetación de ébano, *Didymopanax tremulus* y *Podocarpus* sp son representaciones típicas de los bosques nublados. Los bosques ribereños son también un subtipo de bosque latifoliado siempre verde, y se desarrollan a lo largo de las orillas de ríos, donde la humedad del suelo y del aire es un factor determinante.

Los pinares se encuentran en zonas de montañas, generalmente a partir de 800 msnm en la Cordillera Central, Sierra de Bahoruco y Sierra de Neiba.

Se considera que en términos de los nichos climáticos que los ecosistemas y las especies pueden tolerar, todos los ecosistemas y las especies en el territorio dominicano estarán, para el año 2020, sujetos a condiciones climáticas bien extremas, respecto a las condiciones habituales de su zona tradicional (Anderson, et. al, 2008).

El proyectado aumento de la temperatura del aire y una disminución de la precipitación podrían tener un efecto sinérgico en el riesgo de incendios forestales, lo que a su vez cambiaría en el tiempo la composición de especies de ambientes secos y subhúmedos (Convenio sobre Diversidad Biológica, 2007), lo que equivaldría aquí a los mencionados bosques secos y bosques semidecíduos.

Efecto sinérgico de cambios de temperatura, precipitación y eventos meteorológicos extremos podrían influir de manera directa en el crecimiento de los árboles, la supervivencia de organismos, las épocas de floración y fructificación, y en la destrucción de organismos (Locatelli, 2006). Los posibles cambios en épocas de fructificación

podrían tener consecuencias menores sobre las propias plantas; pero consecuencias severas sobre los animales que dependen de los frutos (Baazzaz, 1998, citado por Locatelli, 2006).

Esto significa que el proyectado cambio climático podría afectar la relación planta-planta y la relación planta-animal, repercutiendo esto en el tiempo en modificaciones de la dinámica natural de los ecosistemas boscosos.

Para estimar los posibles efectos del cambio climático sobre los bosques tropicales se requiere conocimiento acerca de sus mecanismos de adaptación autónoma y de su capacidad de recuperación después de una perturbación (resiliencia).

Actualmente este conocimiento sigue siendo relativamente escaso para los bosques tropicales, aunque sí se ha demostrado que los ecosistemas presentan mayor resiliencia conforme su riqueza de especies sea también mayor (Locatelli, 2006).

Finalmente, cabe resaltar que se espera una mayor incidencia del derribo y destrucción de árboles adultos en los bosques de la República Dominicana, a causa de fenómenos meteorológicos extremos como tormentas y huracanes, lo que podría poner en juego la supervivencia de especies propias de ecosistemas boscosos, relativamente poco perturbados.

3.8.4.3 Especies

Se ha establecido que los regímenes climáticos influyen sobre la distribución de las especies, a través de sus umbrales fisiológicos de tolerancia a la temperatura y la precipitación (Lorente et al, 2004). Es decir, lo que importa a un ser vivo, por ejemplo, es si en su zona varía el régimen de lluvia o las temperaturas estacionales (Asociación ALIHUEN, 2008).

Como procesos ecológicos que se verían afectados por el proyectado cambio climático figuran la productividad, dinámica poblacional, la abundancia y distribución de especies, lo que en conjunto podría ocasionar, en muchos casos, un reensamblaje ecosistémico producto del reemplazo de grupos de flora y fauna por aquellos que resulten favorecidos por las nuevas condiciones climáticas (Lorente et al 2004).

Las especies con rango climático limitado y/o propio de ecosistemas geográficamente restringidos son generalmente las más vulnerables a la extinción, entre las que se encuentran muchas especies montañosas endémicas (IPCC, 2007).

Muchas áreas montañosas poseen especies endémicas que requieren de un hábitat muy específico, lo que podría implicar la desaparición de las mismas, si no consiguen desplazarse a otros ambientes.

Asimismo, especies con baja tasa de dispersión, incluyendo aquellas particulares de hábitats sedentarios no podrían ser capaces de seguir el camino del cambio climático (Thomas, 2003, citado por Green, et al. 2003.).

La tasa de dispersión de especies está estrechamente ligada a la disponibilidad de hábitat, siendo tal disponibilidad y requerimiento de hábitat dependientes de las condiciones climáticas (Thomas, 2003, citado por Green, et al. 2003). Es decir, las especies con baja capacidad de dispersión y rango climático restringido están bajo alto riesgo ante el proyectado cambio climático.

En la República Dominicana, como grupos particulares de especies vulnerables al proyectado cambio climático figuran las tortugas marinas y los anfibios. Se proyecta una erosión severa de las playas, a causa del aumento del nivel del mar y el aumento de la frecuencia e intensidad de tormentas y huracanes, lo que afectaría de manera negativa la disponibilidad de sitios apropiados para el anidamiento de las tortugas.

Asimismo, junto al cocodrilo las tortugas marinas están consideradas como parte de una biota con características fisiológicas particulares, dado que en condiciones naturales, el sexo de sus poblaciones depende de la temperatura ambiental de incubación de sus huevos.

De igual manera, las poblaciones de tortugas marinas se verían afectadas de manera negativa por la posible destrucción y mortandad de los arrecifes coralinos, a causa del aumento de la temperatura del agua del mar y la acción de tormentas y huracanes.

En cuanto a los anfibios, es bien conocido el alto porcentaje (97%) de endemismo para este grupo en la Isla Hispaniola (Grupo Jaragua, 1995, International Resources Group, 2001). Gran parte de estas especies endémicas se localizan en zonas de montañas, ambientes considerados dentro de los más vulnerables al proyectado cambio climático. Más aún, parte de estas especies endémicas de anfibios propias de montañas están consideradas como amenazadas (SEMARENA, 2005).

Entre los esfuerzos de conservación que ha llevado a cabo la República Dominicana cabe destacar la conformación legal de su Sistema Nacional de Áreas protegidas. Actualmente, dicho sistema está integrado por 86 unidades de conservación distribuidas en 10 categorías de manejo, ocupando en su conjunto alrededor del 25 % de su territorio, e incluyendo, además, unos 67,602 km² de superficie marina (SEMARENA, 2007).

Se ha establecido que el aislamiento de hábitats remanentes es una consecuencia de la fragmentación de los ambientes naturales, y que la estrategia de conservación debería poner énfasis en la preservación y manejo de sistemas de hábitats con un patrón espacial que maximice la oportunidad para el desplazamiento e intercambio de los organismos (Bennett, 2004).

3.8.4.4 Identificación de barreras a la protección de especies

A pesar del número relativamente alto de áreas protegidas en el país, se han identificado importantes amenazas y barreras para la conservación efectiva de la biodiversidad que ellas albergan. Según SEMARENA (2005), las principales amenazas y barreras son:

Pérdida y degradación de hábitats importantes dentro de las áreas protegidas debido a: a) la creciente incursión de la agricultura y el pastoreo de ganado dentro de las áreas; b) la expansión de infraestructura turística en las áreas y en sus alrededores de las áreas, c) minería; d) fuegos forestales; e) contaminación terrestre y acuática.

Efectos negativos sobre especies particulares en áreas protegidas como resultado de: a) pesca y caza ilegal, b) la recolección ilegal de flora y fauna; c) la introducción de especies exóticas; d) la presencia de animales depredadores.

3.8.5 Evaluación de impacto, vulnerabilidad y adaptación de la biodiversidad al cambio climático en la República Dominicana

Si tomando en cuenta los efectos del cambio climático, en cuanto a aumento del nivel del mar, aumento de la temperatura del aire, disminución de la precipitación, aumento en la frecuencia e intensidad de fenómenos meteorológicos extremos, la mayor vulnerabilidad de las áreas protegidas del país se presentan en los siguientes cuadros Nos. 56 A y B.

Cuadros No. 56 A y B. Evaluación de Impacto, Vulnerabilidad y Adaptación de la Biodiversidad al Cambio Climático en la República Dominicana.

A. Ambientes costeros-marinos

Áreas Protegidas	Principales recursos que podrían ser afectados por el cambio climático
Parque Nacional Jaragua	Playas, praderas marinas, arrecifes coralinos, manglares, llanos salobres, lagunas, tortugas marinas
Refugio de vida silvestre Manglares de Puerto Viejo	Manglares, dunas
Monumento Natural Dunas de las Calderas	Dunas, manglares
Refugio de Vida silvestre Rio Soco	Estuarios, manglares
Monumento Isla Catalina	Playas
Área Nacional de Recreo Guaraguao punta Capuano	Playas, llanos salobres
Parque Nacional del Este	Playas, arrecifes coralinos, manglares, tortugas marinas
Refugio de Vida Silvestre Lagunas de Bávaro y el Caletón	Manglares
Vía Panorámica Costa Azul	Playas, manglares y dunas
Refugio de Vida Silvestre Lagunas Redonda y Limón	Humedales costeros
Refugio de Vida Silvestre Manglar de la Jina	Humedales costeros, manglares
Parque Nacional Los Haitises	Manglares
Parque Nacional Humedales del Bajo Yuna	Humedales costeros, manglares
Vía Panorámica Carretera Nagua-Sánchez y Nagua-Cabrera	Belleza escénica del paisaje
Refugio de Vida Silvestre la Gran Laguna o de Perucho	Humedales costeros, manglares
Santuarios de Mamíferos Marinos Bancos de la Plata y de la Navidad	Arrecifes coralinos, praderas marinas
Vía Panorámica Mirador del Atlántico	Belleza escénica del paisaje
Monumentos Naturales Cabarete y Goleta	Humerales costeros
Refugio de Vida Silvestre Bahía de Luperón	Manglares, llanos salobres
Santuario de Mamíferos Marinos de Estero Hondo	Manglares, praderas marinas
Parque Nacional Submarino Monte Cristi	Arrecifes coralinos
Refugio de Vida Silvestre Cayos Siete Hermanos	Playas, sitios de anidamiento para aves marinas
Parque Nacional Estero Balsa	Manglares

B. Ambientes de montaña

Áreas Protegidas	Principales Recursos que podrían ser Afectados por el Cambio Climático
Parque Nacional Sierra de Bahoruco	Bosque pluvial, bosque nublado, pinares, anfibios y psitácidos
Parque Nacional Sierra de Neiba	Bosque pluvial, bosque nublado, anfibios y psitácidos
Parque Nacional Armando Bermúdez	Bosque pluvial, bosques ribereños, pinares, anfibios y psitácidos
Parque Nacional José del Carmen Ramírez	Bosque pluvial, bosques ribereños, pinares, anfibios y psitácidos
Parque Nacional Valle Nuevo	Bosque pluvial, bosque nublado, pinares, anfibios y psitácidos
Parque Nacional Nalga de Maco	Bosque pluvial, manglares y anfibios
Reserva Científica Ébano Verde	Bosque pluvial, bosque nublado, anfibios y psitácidos
Reserva Científica Loma Quitaespuela	Bosque pluvial, bosque nublado, anfibios
Reserva Científica Loma Guaconejo	Bosque pluvial
Reserva Científica Loma Barbacoa	Bosque pluvial, bosque nublado, anfibios
Reserva Científica Las Neblinas	Bosque pluvial, bosque nublado, anfibios

3.8.6 Medidas de adaptación

La identificación de medidas y políticas tendentes a reducir la vulnerabilidad requiere previamente un análisis acerca de ¿qué o quién es vulnerable?, ¿a qué es vulnerable? y ¿por qué es vulnerable?

En consecuencia, a continuación se presentan las medidas y políticas consideradas pertinentes para reducir la vulnerabilidad de la biodiversidad al cambio climático:

- Formalizar y poner en práctica una estrategia de sensibilización pública y difusión a nivel nacional sobre los posibles efectos del proyectado cambio climático en los distintos sectores que puedan ser afectados, incluyendo la biodiversidad y sus componentes;
- Reformular o actualizar la estrategia nacional sobre biodiversidad, incorporando lo concerniente al proyectado cambio climático;
- Identificar y poner en práctica actividades y políticas para la conservación y uso sostenible de la biodiversidad que podría contribuir de manera positiva a la adaptación al cambio climático;
- Integrar políticas sobre el cambio climático con políticas de desarrollo nacional que abarcan los ámbitos económico, social y ambiental;
- Fortalecer y poner en práctica, de forma permanente, la estrategia nacional de prevención y control de incendios forestales;
- Llevar a cabo una adecuada estimación o evaluación económica de los bienes y servicios de los principales ecosistemas que puedan ser afectados por el proyectado cambio climático, con énfasis en los ecosistemas costero-marinos;

- Llevar a cabo estudios básicos de biología y comportamiento de especies de mayor vulnerabilidad al proyectado cambio climático, incluyendo estudios de poblaciones y especies invasoras;
- Establecer una red de vigilancia y evaluación del impacto del cambio climático en los sitios de anidamiento de las tortugas marinas, por lo menos en las principales playas de anidamiento del país;
- Continuar con el programa de incubación de huevos y posterior liberación de tortugas marinas;
- En el marco del actual proceso de revisión y adecuación de la Ley Sectorial de Áreas Protegidas, reestructurar la red de espacios naturales protegidos para que, en la medida de lo posible, permita la conectividad de hábitats, especies, comunidades y procesos ecológicos (enlace de paisaje) y la continuidad de gradientes altitudinales, así como la ampliación y/o el establecimiento de nuevas áreas destinadas a reducir los impactos del cambio climático en la biodiversidad;
- Aminorar y/o eliminar las amenazas y barreras que imposibilitan un manejo efectivo del Sistema Nacional de Áreas Protegidas, como forma de protección de una mayor cantidad de grupos genéticos, de los cuales podrían surgir en el tiempo nuevos genotipos capaces de adaptarse al proyectado cambio climático;
- Identificar, adoptar o desarrollar un apropiado sistema de indicadores biológicos de los impactos del cambio climático, con definición de medidas y un sistema de vigilancia y alerta temprana.

3.8.7 Programa de Capacitación

3.8.7.1 Definición de Programa de Capacitación

- Para la definición del programa de capacitación hacia la vulnerabilidad y las medidas de adaptación de la biodiversidad ante el cambio climático se llevó a cabo lo siguiente:
- Identificación de acciones necesarias de capacitación, conforme los resultados de la vulnerabilidad y adaptación;
- Revisión de la documentación existente acerca de líneas, programas o estrategias de capacitación en el ámbito ambiental, a fin de constatar posibles congruencias de acciones y evitar así duplicidad de esfuerzos;
- Proponer acciones complementarias y congruentes de capacitación, teniendo en cuenta el carácter transversal de lo relativo al cambio climático;
- Validación y/o adecuación de las acciones propuestas, a través de opiniones de informantes calificados, previamente seleccionados.
- Dentro de las medidas de adaptación para reducir la vulnerabilidad de la biodiversidad ante el proyectado cambio climático figuran dos aspectos vinculados con la capacitación:
 - a) Educación; y
 - b) Sensibilización pública.

Para abordar ambos aspectos se considera necesaria la estructuración de un programa de capacitación, integrado por un componente de educación y un componente de sensibilización pública.

3.8.7.1.1 Componente de educación

Para el componente de educación se propone adaptar y seguir, en la medida de lo posible, el enfoque de la guía educativa “Aprendiendo a Luchar contra la Desertificación: Kit pedagógico contra la desertificación, guía educativa para el maestro” (UNESCO / UNCCD, s/f). La referida guía está orientada a maestros de los últimos 4 años de primaria, para lo cual sería oportuno llevar a cabo los arreglos de lugar entre la Secretaría de Estado de Medio Ambiente y Recursos Naturales y la Secretaría de Estado de Educación, a fin de desarrollar el referido componente de educación, a nivel de escuela primaria.

Entre otros, como posibles temas que se han de tratar se sugieren los siguientes:

- ¿Qué es la biodiversidad?
- Situación actual de la biodiversidad, a nivel mundial y a nivel nacional.
- Cambio climático y sus repercusiones en la biodiversidad.
- Presentación de posibles soluciones.
- Tomar conciencia del problema.

3.8.7.1.2 Componente de sensibilización pública

Para este componente se sugiere aprovechar la amplia red de medios de comunicación a nivel nacional para hacer llegar a la conciencia pública los posibles efectos del proyectado cambio climático en la biodiversidad representada en el país, así como la presentación de posibles soluciones. Dicha sensibilización podría llevarse a cabo a través de una campaña permanente vía periódicos, televisión y radio. El diseño del material a presentar debería ser elaborado por personal especializado en estrategias de difusión.

3.9 Evaluación del impacto de los cambios climáticos sobre la agricultura en República Dominicana

3.9.1 Antecedentes

La realización de estudios de evaluación de impactos del cambio climático sobre cualquier sector de la actividad social generalmente necesita de una visión anticipada sobre cuál será el clima futuro que se espera para la región de estudio (Parry y Carter, 1998). La confección de una visión del clima futuro es usualmente denominada como la construcción de uno o más escenarios de cambio climático y resulta, en verdad, un proceso bastante complicado que requiere de herramientas, a veces muy sofisticada, al tiempo que un proceso adicional de criterios expertos.

Para lograr los objetivos de este estudio, resultó necesario realizar una segunda evaluación del impacto potencial del cambio climático sobre la agricultura dominicana que permitió revisar, ampliar y completar la primera evaluación de tales impactos, realizada por Rivero (2001). Para este trabajo, los escenarios de cambio climático utilizados han sido contrarios al primer se basó, en gran medida, sobre los escenarios de cambio climático, elaborados por Limia (2001). También, se dispuso de metodologías, modelos y bases de datos más modernas y actuales que las utilizadas en la evaluación anterior ya referida, por lo que esta evaluación resultó totalmente independiente de la anterior y considerablemente más voluminosa.

Los datos climáticos del clima actual de referencia (1961 – 90), para la creación de un conjunto de escenarios de cambio climático fueron tomados de las estaciones meteorológicas dominicanas. Todos los softwares empleados en este Informe de Consultoría para la determinación indirecta de variables, no medidas en las estaciones, índices climáticos, parámetros del balance hídrico, balance hídrico por el método de Budyko – Sellers, índices de aridez, modelo de Chikugo y modelo biofísico AEZM son originales del autor, y no fueron creados para los fines de esta consultoría.

En todo el estudio que procede a continuación la naturaleza del mismo estará limitada por la información-base necesaria para su realización y por la tecnología que puede ser utilizada con este fin. Es por estas razones que los escenarios que se han de discutir en los epígrafes siguientes deben calificarse como preliminares.

3.9.2 Materiales y métodos

La base de datos climáticos para la región de estudio fue tomada como representada, por el método estadístico del vecino más cercano, como aquella correspondiente a las estaciones meteorológicas de República Dominicana, según fue reportada por primera vez por la FAO (1985). Información análoga pudo también ser obtenida del sistema New_LocCLim Ver.I de la FAO (Gommes et al., 2004). Esta base de datos será considerada como el clima de referencia representativo del período 1961 – 90 para la región en cuestión. Los valores obtenidos en todos los casos fueron contrastados con la importantísima base de datos que nos fuera proporcionada por la Oficina Nacional de Meteorología de República Dominicana, tanto en formato digital como la publicada por dicha institución en forma de Atlas (Akatsu et al., 2004).

Los cuatro escenarios de cambios en los valores mensuales de las temperaturas y las precipitaciones para tres períodos diferentes de 30 años, a lo largo del siglo XXI, centrados en 2020, 2050 y 2080, fueron tomados de los modelos del clima global HadCM3 y ECHAM4, empleando dos diferentes escenarios de emisión de gases de efecto invernadero (SRES A1 - ASF y SRES B1 - MESSAGE).

Sin embargo, tales valores de cambio no fueron tomados directamente de las salidas de dichos modelos sino a través del proceso incorporado al sistema ampliamente conocido como MAGICC / SCENGEN²⁵, habiéndose utilizado en este caso la versión 4.1 del mismo (Wigley, 2003).

Esta colección de escenarios conduce en todos los casos a un incremento de las temperaturas y a un decrecimiento de las precipitaciones anuales.

Para nuestro caso, se utilizaron los escenarios de emisión de gases de efecto invernadero, conocidos como A1 - ASF, representante de un mundo globalizado e insostenible, y B1 - TME como representativo de un mundo globalizado y sostenible. En las corridas del MAGICC, se utilizó una sensibilidad climática (media) de 2.6 grados Celsius.

Los resultados alcanzados, o sea, los escenarios de cambio climático futuros en todas las combinaciones, pueden apreciarse en las figuras 60 y 61. Tratar de describir tal volumen de información en este informe resulta una tarea colosal, por lo que se ha sido lo más explícito posible en los pies de figuras correspondientes. Una tabla de valores para todas las combinaciones queda como testimonio numérico disponible como datos de entrada para los modelos de evaluación de impacto.

Dado que el sistema MAGICC / SCENGEN sólo puede proporcionarnos conjuntos de datos de temperaturas y precipitaciones mensuales y anuales; mientras que los modelos biofísicos de impacto requieren de una mayor diversidad de variables de entrada, fueron creados escenarios de Bultot con estos valores, asumiendo que, durante el presente siglo, la humedad relativa del aire, la velocidad del viento y el número de días con lluvias que no experimentarían cambios tan radicales que modificasen apreciablemente los resultados de las modelaciones de cultivo. Los valores futuros esperados de la radiación solar global fueron adoptados como constantes e iguales a las del clima actual, lo que no significa, en absoluto, que el balance de radiación no varíe, a lo largo del tiempo, pues sí lo hace la tensión de saturación del vapor de agua y las temperaturas.

²⁵ Se dispone de una nueva versión del sistema MAGICC / SCENGEN elaborada por Wigley (2008), la 5.3. Sin embargo, esta versión fue liberada en septiembre del 2008 y, por lo tanto, no pudo ser utilizada en el presente informe.

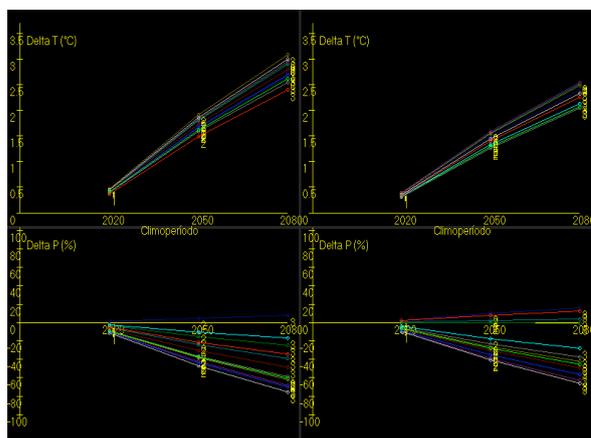


Figura 60. Escenarios de cambio climático para el escenario de emisión SRES A1-ASF y el modelo de circulación HadCM3. Los meses aparecen como colores. La mitad izquierda corresponde a la celda más occidental para República Dominicana, es decir, al oeste de los 70 W, y la derecha, para la celda oriental, el este de los 70 W. Delta T es el cambio de temperatura respecto al período de referencia 1961-1990; mientras Delta P es el cambio porcentual, tomando como base la precipitación del período de referencia.

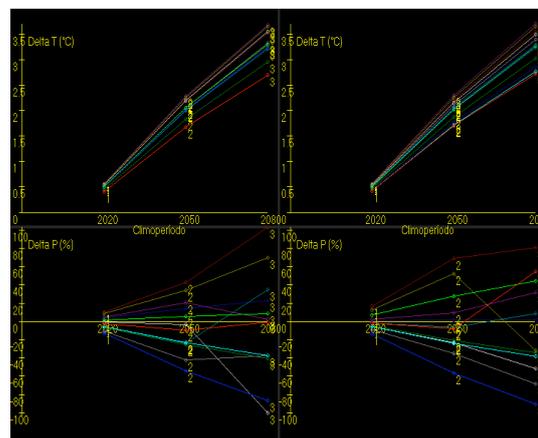


Figura 61. Escenarios de cambio climático para el escenario de emisión SRES A1-ASF y el modelo de circulación ECHAM4. Los meses aparecen como colores. La mitad izquierda corresponde a la celda más occidental para República Dominicana, es decir, al oeste de los 70 W, y la derecha, para la celda oriental, el este de los 70 W. Delta T es el cambio de temperatura respecto al período de referencia 1961-1990; mientras Delta P es el cambio porcentual, tomando como base la precipitación, del período de referencia. La apariencia imperfecta del conjunto de curvas no se debe a un artefacto informático, sino a la variabilidad intermensual del cambio de precipitación según el ECHAM4.

3.9.2.1 Modelos de índices climáticos

Los modelos basados en índices climáticos y que han sido utilizados en la presente evaluación son los siguientes:

- **El modelo de Lieth** (Colinvaux, 1993)
- **El modelo de Chikugo** (Uchijima, 1985; Gommès et al., 2007)

El modelo de Lieth introduce fórmulas bien conocidas, para estimar la productividad primaria neta (**PPN**) de los ecosistemas, empleando el concepto de que esta puede estar limitada por las temperaturas o por las precipitaciones. Estas fórmulas se describen, a continuación, y han sido descritas como el Modelo Miami por Grieser et al. (2006):

$$NPPT = 3000 / [1 + \exp (1.315 - 0.119 * T)]$$

$$NPPP = 3000 * [1 - \exp (- 0.000664 * P)]$$

$$NPP = \text{mínimo de } (NPPT, NPPP) \text{ en gramos de materia seca / m}^2\text{- año}$$

Donde **T** y **P** representan la temperatura media anual y el total anual de las precipitaciones. De hecho, estas formulaciones son las empleadas para calcular la **PPN** en el sistema New_LocCLim referenciado en el Capítulo I.

El modelo de Chikugo (Uchijima, 1985) y también discutido por Gommès et al. (2007), estima la **PPN** a través del índice radiactivo de aridez de Budyko, según la expresión:

$$NPP = 0.29 * R_0 \exp (- 0.216 * B^2)$$

Con **PPN** en gramos / m² / año, **R₀** medido en Kcal / cm² y el índice de Budyko (**B**), calculado en sus unidades originales

Para estudiar la evolución de los tenores de aridez en diversas regiones de República Dominicana, se hizo uso del índice radiactivo de aridez del PNUMA (**K**) calculado como:

$$K = P / E_0$$

Donde **P** es la precipitación anual y **E₀** la evapotranspiración anual en milímetros.

La clasificación utilizada para este índice fue la siguiente, que no necesariamente tiene que coincidir con otras reportadas en la literatura:

- K** < 0.05 Híper árida
- 0.05 <= **K** < 0.20 Árida
- 0.20 <= **K** < 0.50 Semiárida
- 0.50 <= **K** < 0.65 Subhúmedo seco
- 0.65 <= **K** < 0.85 Subhúmedo
- 0.85 <= **K** < 1.15 Húmedo
- K** > 1.15 Híper húmedo

3.9.2.2 Modelos biofísicos utilizados

La interpretación de los resultados obtenidos de un modelo biofísico de cultivo resulta casi imposible, si este es utilizado como un software análogo a una “caja negra” sin comprender cómo y qué es lo que el modelo está calculando. De hecho, esta resultó una de las motivaciones principales que condujo a la escritura del manual de conocimientos básicos, metodologías y herramientas para la evaluación del impacto del cambio climático sobre la agricultura de Rivero (2008 b).

Resulta imprescindible, entonces, explicar los diferentes tipos de rendimientos agrícolas que pueden ser calculados por los modelos biofísicos utilizados en el presente informe. Esta descripción sigue a continuación:

Rendimientos potenciales son aquellos que pueden obtenerse para un cultivo libre de plagas y enfermedades con todas sus necesidades de agua y nutrientes satisfechas, estando sólo limitados por la genética del cultivo, la radiación solar global disponible y las temperaturas del medio ambiente.

Rendimientos potenciales de regadío son aquellos alcanzables por un cultivo, libre de plagas y enfermedades y con todos los nutrientes requeridos. Rendimientos potenciales de secano (temporal) son aquellos alcanzables por un cultivo, libre de plagas y enfermedades y con todos los nutrientes requeridos, cuyas necesidades de agua deben ser satisfechas por el régimen de precipitaciones existente.

El concepto de rendimiento real en un sistema agrícola conduce a una definición general del concepto de eficiencia tecnológica (**EFF**). Definiremos **EFF**, según la expresión,

$$EFF = \text{Rendimiento Real} / \text{Rendimiento Potencial}$$

Este término puede ser expresado tanto en porcentajes como en fracciones de la unidad. El rendimiento potencial utilizado puede ser cualquiera de los ya definidos.

La importancia del concepto de eficiencia tecnológica es palpable si especificamos que la eficiencia de la producción de papa en las zonas más productoras del mundo (Holanda y el Estado de Washington), y en el Reino Unido, no sobrepasa los valores de 0.45 – 0.50 (Beukema y Zaag, 1990).

3.9.2.3 El modelo de las zonas agroecológicas de la FAO (AEZM)

El Modelo de las Zonas Agroecológicas de la FAO (**AEZM**) ha continuado evolucionando continuamente desde sus variantes iniciales (Oldeman y Frere, 1982) hasta sus versiones actuales (Fischer et al., 2000). Este modelo es estático, pues no necesariamente simula el desarrollo fenológico ni el aumento diario en peso de los órganos de la planta sino que simula el ciclo de cultivo como un todo. El **AEZM** es capaz de estimar los rendimientos potenciales de un cultivo; mientras que, acoplado con un modelo de balance hídrico, es capaz de simular también los rendimientos de regadío y secano. Sin pretender exponer aquí los algoritmos de este modelo, que, por otra parte, están descritos en Oldeman y Frere (1982), Fischer et al. (2000) y Rivero (2008 b), este modelo estima la biomasa neta potencial final de un cultivo por la expresión:

$$B_n = 0.36 N b_{gm} / (1 + 0.25 Ct N)$$

Para calcular el rendimiento final del cultivo el modelo **AEZM** necesita realizar correcciones por el valor máximo del índice de área foliar (**LAI**) máxima, alcanzada, y el índice de cosecha (**HI**). La existencia y definición de tales parámetros permite al modelo simular la producción agrícola de bajos insumos (valores bajos de **LAI** y **HI**) de la producción agrícola de altos insumos (valores elevados de **LAI** y **HI**).

El rendimiento potencial final calculado (Y_p) se deriva entonces de las expresiones,

$$B_n(LAI) = C(LAI) B_n, Y_p = HI * B_n(LAI)$$

Los rendimientos de regadío y secano (**Y**) pueden derivarse de la clásica expresión de Doorenbos y Kassam (1988):

$$(1 - (Y / Y_p)) = k_y ((1 - (E_c / E_{pc}))$$

Donde E_{pc} es la evapotranspiración potencial del cultivo durante el ciclo de desarrollo y E_c es la evapotranspiración real del cultivo derivada del balance hídrico.

Este modelo no toma en cuenta explícitamente el efecto de fertilización por dióxido de carbono. Sin embargo, esta corrección podría introducirse del mismo modo que lo hace el modelo CENTURY (Parton et al., 1992) por la fórmula:

$$B_n(CO2) = B_n (1 + \beta \ln (C2 / C1))$$

Donde β es un parámetro en el rango de 0.0 a 0.7 que depende del ciclo fotosintético del cultivo; mientras que $C1$ y $C2$ son las concentraciones históricas y futuras del dióxido de carbono en la atmósfera. A partir de aquí, los pasos siguientes no cambian.

3.9.2.4 Los Modelos de la Serie WOFOST

Los modelos de la serie WOFOST son probablemente los más documentados en la literatura de referencia, especialmente su versión 4.1 (Diepen et al., 1988; Rivero, 2008 b) y la versión 7.1.2 (Rivero Z., 2008). Los principios teóricos que fundamentan su forma de simular los procesos fenológicos, el crecimiento y el desarrollo de los cultivos han sido dados en llamar como la Escuela de Wageningen.

Este modelo es capaz de simular rendimientos potenciales, limitados por agua y limitados por nutrientes para no menos de 22 cultivos diferentes. Sin embargo, y dado su carácter altamente interactivo, el modelo puede ser modificado a voluntad para simular otros cultivos no incluidos originalmente, si el usuario dispone de los parámetros que caracterizan la respuesta de su cultivo a las condiciones ambientales, capaces de ser reflejadas por el modelo.

El WCC 1.7, controlando las simulaciones del WOFOST 7.1.2 (corrido más de 18720 veces), fue la herramienta básica de simulación de cultivos; utilizada en el presente estudio. Los resultados obtenidos con el mismo serán discutidos en los capítulos que presentan los impactos agrícolas del cambio climático en República Dominicana para los cultivos de interés, excepto el frijol y el plátano.

Este último no pudo ser estudiado ni siquiera con el modelo AEZM por no disponerse de una serie de rendimientos reales en kilogramos por hectárea., a lo que hay que añadir que el plátano es cultivado de tantas maneras diferentes que la comunidad científica internacional aún no ha creado un modelo biofísico específico para este cultivo.

3.9.2.4.1 Calibración del WOFOST 7.1.2

El caso del arroz fue el más difícil, pues la diversidad entre los ficheros fue muy alta, incluyendo distintas cantidades de pares ordenados que definen las funciones. Se trató de diferencias demasiado grandes para ser consideradas integralmente en el tiempo disponible, por lo que se escogieron criterios sencillos: una temperatura base constante y lo más alta posible, que arrojaron como candidato ideal al fichero que describe la variedad HYV-IR8, para la cual existe una calibración desde el WOFOST 4.1, realizada por Van Heemst en 1988, y sobre cuyo uso existe una gran experiencia acumulada en evaluaciones de impacto y servicios agrometeorológicos (Rivero et al., 2005 a y b).

En el modelo WOFOST 7.1.2, se consideraron sólo dos fases fenológicas, y el desarrollo fenológico se define por el índice de desarrollo fenológico DVS, que a su vez es gobernado por la temperatura efectiva DTSUM y las sumas de temperaturas efectivas para floración y maduración TSUM1 y TSUM2, respectivamente (Rivero Z., 2008):

$$DVR = DVRED \frac{DTSUM}{TSUM1} \quad (\text{De emergencia a floración, } 0 \leq DVS < 1) \quad DVS = \sum_{\text{día= día emergencia}}^{\text{día "actual"}} DVR$$

$$DVR = DVRED \frac{DTSUM}{TSUM1} \quad (\text{De floración a madurez, } 0 \leq DVS < 2); y$$

Donde **DVRED** ejerce la influencia de la fotoperiodicidad, pero que no es tomada en cuenta en las calibraciones originales de ninguna de las especies contempladas en el estudio.

La temperatura efectiva, a su vez, se calcula como función de la temperatura media diaria, coincidiendo en algunos casos con la fórmula clásica (McMaster y Wilhelm, 1997; Rivero, 2008) basada en una temperatura-base constante, o donde ésta se hace ligeramente variable entre límites de temperaturas ordinarios.

La calibración fue realizada modificando los valores de TSUM1 y TSUM2 de manera tal que las duraciones de las fases fenológicas en la simulación del cultivo con una fecha de emergencia apropiada (cercana a la fecha de siembra real) y en las condiciones climáticas de la estación de San Juan de la Maguana coincidieran con las reportadas para las variedades dominicanas.

Como quiera que las duraciones de las fases fueron determinadas como rangos, al igual que el momento de la siembra debía inferirse de la ubicación temporal típica de las dos grandes épocas de siembra en el año, las duraciones escogidas y las fechas de emergencia se escogieron teniendo en cuenta la rotación habitual de los cultivos (frijol – boniato - arroz).

Para la yuca hubo que aplicar un marco diferente.

Debido a la extensión de un año de las variedades tradicionales, la relativa no deducibilidad de su época de siembra, y a las características del fichero molde, se realizó una estadística basada en la emergencia, a lo largo del año, en el día central de cada uno de los doce meses.

Por otra parte, variedades introducidas recientemente no llegan al año en su ciclo, por lo que la necesidad de cambiar las fechas de siembra se hacía mayor.

Cuando solo se disponía de los datos del ciclo completo, las calibraciones se realizaban primero obteniendo la suma de temperaturas efectivas total $TSUM_{total\ final}$ en el ciclo reportado y descomponiéndola proporcionalmente a $TSUM1$ y $TSUM2$ en los ficheros molde:

$$TSUM1_{final} = TSUM_{total\ final} \frac{TSUM1_{molde}}{TSUM1_{molde} + TSUM2_{molde}}, y$$

$$TSUM2_{final} = TSUM_{total\ final} \frac{TSUM2_{molde}}{TSUM1_{molde} + TSUM2_{molde}}$$

En cambio, cuando se disponía de las duraciones de las dos fases, se calcularon $TSUM1$ y $TSUM2$ directamente, a partir de las duraciones y de las temperaturas efectivas de los meses en que se ubicaban.

En todas las sumas de temperaturas efectivas calculadas de los datos climatológicos se ponderó el efecto de la temperatura efectiva media diaria mensual Tem_{mes} según el número de días dentro del mes en que efectivamente transcurría la fase contemplada del ciclo.

Por ejemplo, si un ciclo de cultivo completo comenzaba el 15 de mayo y era de 90 días, $TSUM_{total\ final}$ se calculaba como:

$$TSUM_{total\ final} = (31 - (15 - 1)) Tem_{mayo} + 30 Tem_{junio} + 31 Tem_{julio} + 12 Tem_{agosto}$$

Pero la yuca molde estaba calibrada de manera que la duración del ciclo, independientemente de la temperatura y cualquier otra circunstancia, alcanzara $DVS = 2$ a los 365 días, es decir, un año, a través de un ingenioso artificio.

Todas las comprobaciones arrojaron resultados excelentes, coincidiendo con exactitud o con diferencia de un día las duraciones simuladas con las reportadas. Los detalles técnicos de la calibración obtenida se muestran en la Cuadro No. 57.

Cuadro 56. Procedencia y calibración de los parámetros de cultivo para las variedades seleccionadas para simulaciones con WOFOST 7.1.2. **Tef** es la función de temperatura efectiva contra temperatura, que se calcula como una función que consiste en la interpolación lineal entre los pares ordenados y que se muestra en el caso de la yuca por haber sido modificada.

El primer número del par representa la temperatura media diaria; el segundo, la temperatura efectiva. Se presenta tal como aparece en los ficheros, descontando la posición vertical, comentarios, y caracteres decimales innecesarios.

Cuadro No. 57. Procedencia y calibración de los parámetros de cultivo para las variedades seleccionadas para simulaciones con WOFOST 7.1.2.

Especies	Variedades	Floración		TSUM1	Tef=f (...)	Tef=f (...)	TSUM1	Molde
		Maduración		TSUM2			TSUM2	
Yuca	Machetazo Bilil Sanjuanera	Flor.		772	0, 0, 10, 0, 30, 20, 45, 20	0., 1, 35, 1, 45, 1	50	CASSAVA.W41
		Mad.	365	4632			350	
	Mocanita	Flor.		405				
		Mad.	190	2411				
	Americanita	Flor.		434				
		Mad.	205	2601				
Batata	-----	Flor.		484	TSUM1	TSUM1	416	SWPOTATO. W41
		Mad.	143 3	1672	TSUM2	TSUM2	1436	
Papa	-----	Flor.		182	TSUM1	TSUM1	200	POT704.CAB
		Mad.	88	1640	TSUM2	TSUM2	1800	
Arroz	Prosequisa-4	Flor.	90	1205	TSUM1	TSUM1	800	RICEHY_8
		Mad.	160	815	TSUM2	TSUM2	465	
	Prosequisa-5	Flor.	70	965	TSUM1			
		Mad.	145	873	TSUM2			
	Juma-67	Flor.	90	1205	TSUM1			
		Mad.	160	815	TSUM2			
	Yocajú	Flor.	90	1205	TSUM1			
		Mad.	125	401	TSUM2			
	Crystal-100	Flor.	60	837	TSUM1			
		Mad.	105	544	TSUM2			
	Esmeralda-1	Flor.	90	1205	TSUM1			
		Mad.	160	815	TSUM2			

3.9.3 Impactos sobre cultivos básicos

Para esta fase del trabajo, se prepararon 390 ficheros climáticos de entrada del formato I para el WOFOST 7.1.2, que contenían los escenarios climáticos generados e información geográfica de las 30 estaciones meteorológicas consideradas en el estudio.

Se calibraron, además, once ficheros de cultivo para ser utilizados en las simulaciones. Haciéndose 18720 corridas automatizadas, que representan 30 estaciones, 13 escenarios climáticos, con los escenarios de emisión A1-ASF y B1-TMessage, los modelos de circulación general HadCM3 y ECHAM4, y los climoperiodos 2020, 2050, y 2080), cuatro cultivos y 12 meses de emergencia.

Inicialmente se intentó incluir las once variedades para las que se contaba con calibraciones y los quince tipos de suelo que incluye el modelo; pero, finalmente fue imprescindible reducir el número de ficheros de cultivo a un fichero por especie y usar un solo tipo de suelo: M02.AWC. Los ficheros de cultivos finalmente utilizados representan la yuca tradicional dominicana, la batata, la papa, y el arroz Prosequisa-5.

El nivel de producción escogido fue el tercero, con un rendimiento potencial, limitado por agua, y limitado por nutrientes. Con la fecha de emergencia como el día mediano dentro de cada mes, pues, todos los cultivos utilizados germinarían dentro del mes al menos si se sembraran en sus inicios. El ciclo de cultivo simulando fue hasta la maduración en todos los casos.

3.9.4 Análisis de los resultados de las simulaciones del modelo WOFOST 7.1.2 para el clima futuro

Se obtuvieron los escenarios de rendimientos potenciales, rendimientos limitados por agua, y rendimientos limitados por nutrientes. La mayor parte de los análisis que se presentaron tomaron a San Juan de la Maguana como ejemplo, por tratarse de una de las regiones agrícolas del país de mayor importancia en la actualidad y resultar más conveniente el concentrar la aplicación de diversas metodologías de evaluación de impactos en una localidad determinada en vez de introducir factores adicionales que complicarían su intercomparación como enfoques metodológicos.

3.9.4.1 Rendimientos potenciales

Los rendimientos potenciales disminuyen progresivamente, a lo largo del siglo, para todos los escenarios GHG y modelos GCM considerados y, por ende, para todo el rango de incertidumbre tenido en cuenta. Sin embargo, estas disminuciones generalmente son poco violentas, si se comparan con lo que ocurre para los rendimientos limitados por agua. Ambas afirmaciones están en correspondencia con muchos estudios realizados anteriormente en el Caribe (Rivero et al., 1999).

A pesar de la gran diversidad topográfica de la República Dominicana, que implica un cambio importante en el impacto del cambio climático sobre los cultivos, debido a las diferencias de temperaturas que implican los efectos negativos sobre el rendimiento potencial de la productividad agrícola se manifiestan en todas las localidades consideradas. De estos resultados puede inferirse que, aunque tanto la variabilidad espacial de la producción como la temporal, a lo largo del siglo, resulten notables para condiciones apropiadas de regadío, son fuertemente independientes.

Los rendimientos potenciales se afectan de manera similar en los escenarios derivados del ECHAM4 que, en los derivados del HadCM3, debido a que los cambios de temperatura que simulan son semejantes entre sí.

3.9.4.2 Rendimientos limitados por agua

Los rendimientos limitados por agua sufrirán un impacto mayor que los potenciales y generalmente muy notable. El rendimiento de secano se ve afectado por las mismas causas climáticas que el potencial; en este caso, el aumento de temperatura y el acortamiento del ciclo de cultivo, así como por la escasez de agua.

En los experimentos llevados a cabo se consideró siempre el efecto del exceso de agua sobre la oxigenación de las plantas; pero el efecto del estrés hídrico fue mucho más importante, a pesar de que debido a las técnicas de elaboración de escenarios de clima futuro y a los escenarios de emisión y modelos de circulación para los que se elaboraron, cabía esperar una cierta compensación por disminución del tiempo en que hubiera déficit de oxígeno en las raíces.

El nivel de afectación no tiene una tendencia generalizada respecto a la altura. Sin embargo, para el clima actual hay una correlación notable toda vez que el rango de alturas considerado, rara vez sobrepasa los quinientos metros. La

dispersión de los rendimientos futuros no tiene una tendencia funcional; pero para rendimientos por encima de los 4500 kg/ha aparece una fuerte correlación. Combinando la información de las tres series, es posible deducir que existe en la parte elevada de la República una considerable coexistencia de regiones húmedas y regiones propensas a la aridez.

Al transcurrir el siglo, según el escenario severo, las zonas que hoy son relativamente áridas se tornarían improductivas; mientras que las húmedas, debido a sus circunstancias pluviométricas particulares y al efecto de la altura sobre la temperatura, continuarían en la condición de buena productividad.

En la mayoría de los cultivos considerados, los rendimientos de secano, según el escenario SRES A1-ASF, caerán a la mitad de su valor actual entre el 2020 y el 2050; mientras que hacia el 2080, la productividad será mucho menor, llegando a desaparecer para algunos cultivos en San Juan de la Maguana.

3.9.4.3 Efectos sobre los diferentes cultivos

El impacto negativo del cambio climático se ejercerá en distintas proporciones para los diferentes cultivos; pero en el caso de los cultivos de secano y según (A1-ASF; HadCM3) estos efectos serán mayores que las diferencias entre cultivares. Para los escenarios suaves la diversidad entre los cultivos, cobra mayor relevancia y constituye un factor más influyente, llegando a ser comparable en el caso del arroz (Fig. 62).

La influencia de la diversidad sobre el impacto que reciben los cultivos es prácticamente indistinguible en el caso de los rendimientos potenciales (Figs. 62 y 63), tanto en los escenarios moderados como en los severos. Esto obedece a la circunstancia particular de que todos estos cultivos, escogidos entre los más importantes de la canasta básica dominicana, son de ciclo fotosintético C_3 .

La yuca de secano se ve más afectada hacia el 2020 que los demás cultivos, lo que responde al hecho de que su ciclo de cultivo es muy largo, y que las disminuciones de lluvia, aun moderadas para ese clima período cobrarán más importancia en los meses alejados de la siembra, donde en la actualidad ya los valores de la humedad de la tierra suelen estar mucho más cerca del punto crítico.

En cambio, para el 2050, resiste mejor las condiciones que el arroz y la batata, debido probablemente a que la lluvia se hace escasa también en la época habitualmente húmeda, lo que afecta de manera más específica a los cultivos de ciclo corto considerados.

3.9.4.3.1 Evolución futura de la distribución de los rendimientos de secano según la fecha de siembra

La época en que se siembran los diferentes cultivos en el país podría necesitar modificarse en el futuro. En San Juan de la Maguana, la distribución desde febrero hasta agosto, del rendimiento de secano del arroz, según la fecha de siembra, es relativamente suave (Fig. 64), lo que en la práctica agrícola habitual les permite flexibilidad, para lograr una rotación de cultivos razonable.

Sin embargo, según el escenario climático severo, ya para el 2020 esta suavidad comienza a perderse, pues el máximo se reafirma y, de hecho, pasa de agosto a julio.

En el clima período 2050 la suavidad desaparece, quedándose sólo el máximo por encima del 90 % de su propio valor, que ocurre en julio, y apareciendo un máximo local notable en marzo. Entre 2066 y 2095 el panorama cambia por completo, el único máximo aparece en septiembre, la distribución a su alrededor se torna completamente abrupta y la siembra en el mes óptimo de pocas décadas, antes se volvería inútil, sin alcanzarse siquiera la formación de granos en los cinco primeros meses del año.

La fecha óptima de siembra de secano depende también del tipo de suelo que haya en el lugar, según sus características hidrofísicas. El efecto de la variabilidad de los suelos no pudo incluirse en este estudio, debido a la limitación del tiempo de uso de recursos computacionales.

3.9.5 Medidas de adaptación concebibles, a partir de estos experimentos

Aparentemente existen en el país grandes reservas de tierra aptas para el cultivo de renglones diversos, incluyendo los de la canasta básica, por lo que el simple aumento del área destinada a la agricultura se vislumbra como una medida de adaptación posible, siempre que no cree demasiados inconvenientes ecológicos.

En toda planificación de medidas de adaptación al impacto del cambio climático a nivel de país deben tenerse bien presentes un grupo de aspectos. Algunas medidas tienen un alcance de largo plazo, ya sea por la duración posible o segura de sus efectos como, además, por el lapso necesario para que brinden frutos.

Las medidas, a corto plazo, generalmente no implican un riesgo tan grande, si se toman por separado; pero su inocuidad y su efectividad dependen de la capacidad del país de actuar en breve plazo de manera acertada. El efecto acumulado de la eficiencia en el uso de estas medidas podría ser comparable al de las de largo plazo.

La regionalización de cultivos, de acuerdo no sólo con las características de los suelos y del clima actual, sino de las tendencias y grado de certidumbre del cambio climático, en curso, y su impacto esperado sobre los rendimientos de secano, aflora en este estudio como una medida de adaptación razonable, que más probablemente resulte necesario realizar una o más veces durante el siglo, involucrando el cambio de uso de la tierra de regiones extensas.

Cuadro No. 58. Coeficientes de variación interanual del rendimiento de secano para cada mes de siembra del arroz en San Juan de la Maguana, HadCM3 y SRES A1-ASF. Los valores en negrita corresponden a los meses en los que se supera el 80 % del máximo anual y los de color rojo corresponden al máximo.

Mes	Climoperíodo			
	1975	2020	2050	2080
Enero	30	36	48	400
Febrero	14	16	22	500
Marzo	11	15	20	800
Abril	8	15	22	300
Mayo	8	12	23	350
Junio	3	8	21	354
Julio	1	3	14	265
Agosto	4	9	19	101
Septiembre	20	21	19	84
Octubre	31	35	47	49
Noviembre	73	84	66	82
Diciembre	76	87	91	250

El cambio de las fechas de siembra en los momentos oportunos del porvenir tiene posibilidades notables de llegar a ser necesario. Para su realización se debe planificar cuidadosamente cómo combinar las mejores fechas para cada cultivo con la práctica establecida y razonable de la rotación de cultivos.

El uso más extenso del riego y los fertilizantes es quizá la medida más obvia que se puede sugerir. Sin embargo, si el clima evoluciona como en el escenario severo, la disponibilidad de recursos hídricos se hará menor, aunque un aumento de la variabilidad pluviométrica, pernicioso para la agricultura de secano, podría elevar la capacidad almacenada media de los reservorios, aunque los niveles de lluvia anual decrezcan. La implementación o perfeccionamiento de mecanismos científicos-técnicos para desarrollar y operar servicios como el pronóstico de riego, pronóstico de cosecha, sugerencia oportuna de cambios fugaces de manejo agrícola ante situaciones imprevistas, con un flujo eficiente de información interna, es una medida bastante concreta de frutos, potencialmente muy buenos, que ayuden a un tiempo a utilizar ciertos recursos de manera óptima, beneficiando la producción agrícola en muchos episodios reiterados en el tiempo a corto plazo y ayudando a conservar el medio ambiente a largo plazo.

La creación o extensión de zonas de explotación agrícola, hacia tierras altas, aplanadas y húmedas luce como un recurso plausible de implementación, a mediano y largo plazo para adaptarse al cambio climático. Agramonte (comunicación personal, 2008) recomendó esta medida en Camagüey con una finalidad diferente: la de prevenir desastres agrícolas por inundaciones. Esta amenaza se cierne también sobre la República Dominicana, y tiene grandes posibilidades de incrementarse durante el siglo.

Como medida de adaptarse al cambio de comportamiento de la actividad ciclónica, asociado al cambio climático, lo principal es afinar los métodos de pronóstico, garantizar la operatividad del servicio meteorológico en este sentido, y mantener siempre listas las instituciones estatales y la población para llevar a cabo las medidas de defensa civil que se conocen en la actualidad, en este caso dirigida a la protección de los recursos agrícolas. La actividad ciclónica es de por sí errática, su climatología está en cambio dinámico, y no se cuenta en el mundo con modelos capaces de predecirlas a largo plazo.

El desarrollo científico-técnico de la meteorología es una inversión razonable a largo plazo para contar siempre con la capacidad de asimilar dichas medidas y avances en la predictabilidad, a medida que aparezca la posibilidad.

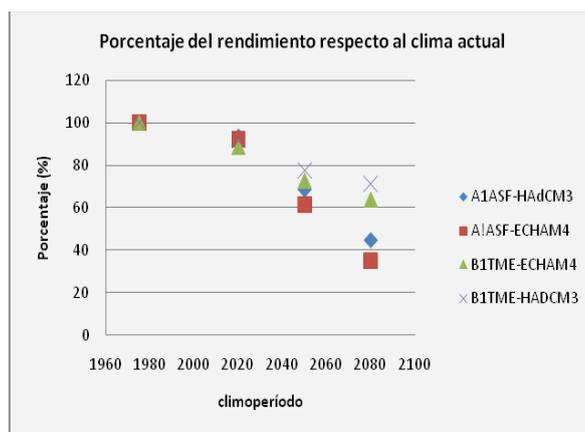


Figura 62. Rendimiento potencial de la papa sembrada, alrededor del mes de diciembre, en San Juan de la Maguana, expresado como porcentaje del rendimiento potencial del clima de referencia, para todo el rango de incertidumbre que contienen los escenarios de cambio climático.

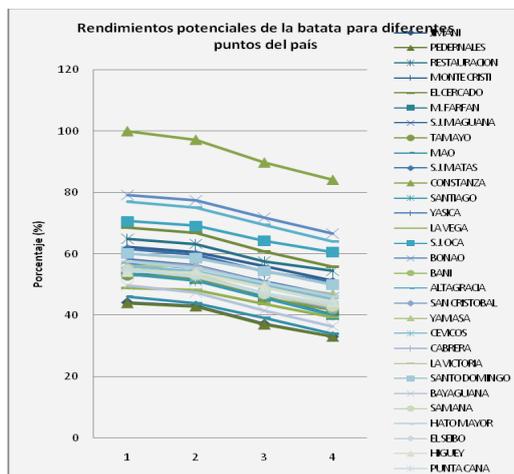


Figura 63. Rendimiento potencial de la batata sembrada, alrededor del mes de mayo, en todas las localidades simuladas, expresada como porcentaje del rendimiento potencial máximo (entre las localidades) del clima de referencia, para el escenario GHG A IASF y Modelo CGM HadCM3.

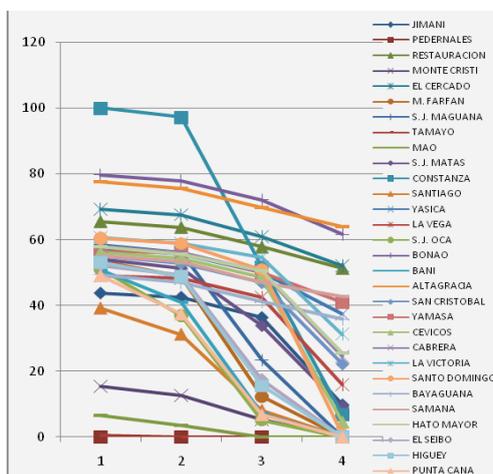


Figura 64. Rendimiento de secano de la batata sembrada, alrededor del mes de mayo, en todas las localidades simuladas, expresada como porcentaje del rendimiento potencial máximo (entre las localidades) del clima de referencia, para el escenario GHG A IASF y Modelo CGM HadCM3.

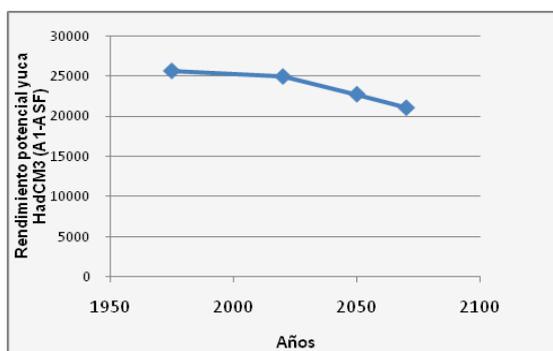


Figura 65. San Juan de la Maguana. Rendimientos potenciales de yuca, para siembra de mayo, según el clima generado por el Modelo HadCM3 con escenario de emisión de gases AI – ASF

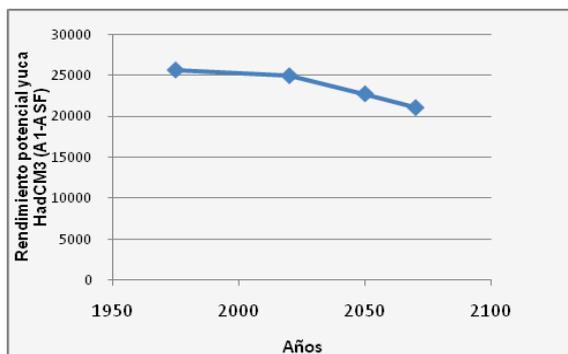


Figura 66. San Juan de la Maguana. Rendimientos de secano para la yuca, en siembra de mayo, según el clima generado por el Modelo HadCM3, con escenario de emisión de gases A1 – ASF

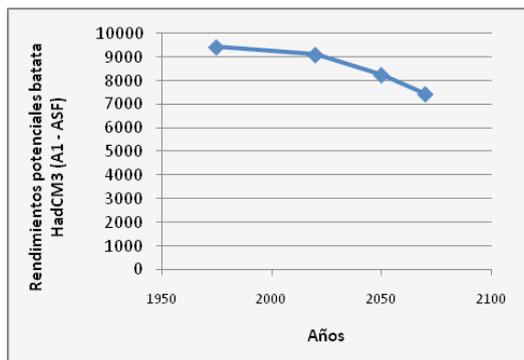


Figura 67. San Juan de la Maguana. Rendimientos potenciales de batata, para siembra de mayo, según el clima generado por el Modelo HadCM3, con escenario de emisión de gases A1 – ASF

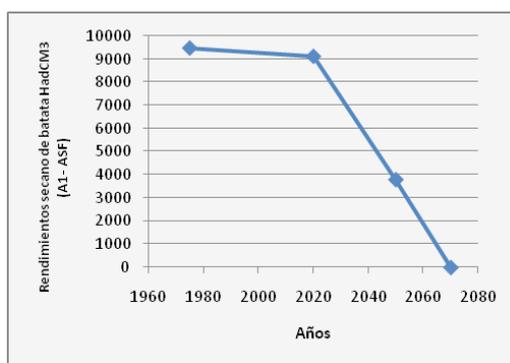


Figura 68. San Juan de la Maguana. Rendimientos de secano para la batata, en siembra de mayo, según el clima generado por el Modelo HadCM3, con escenario de emisión de gases A1 – ASF

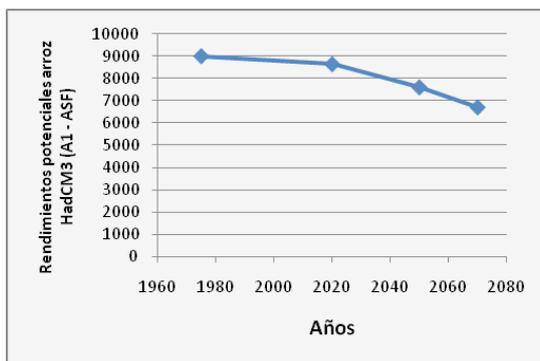


Figura 69. San Juan de la Maguana. Rendimientos potenciales de arroz, para siembra de mayo, según el clima generado por el Modelo HadCM3, con escenario de emisión de gases AI – ASF

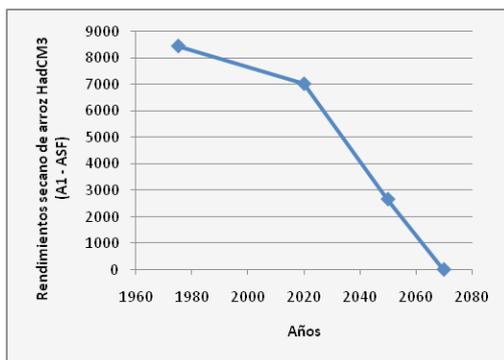


Figura 70. San Juan de la Maguana. Rendimientos de secano de arroz, para siembra de mayo, según el clima generado por el Modelo HadCM3, con escenario de emisión de gases AI – ASF

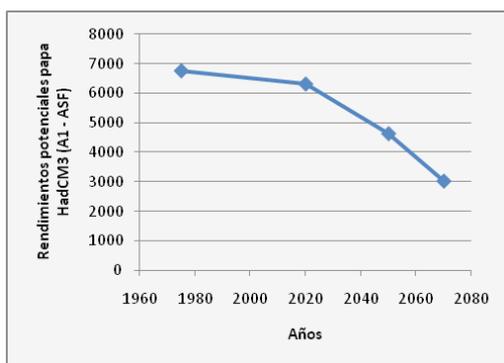


Figura 71. San Juan de la Maguana. Rendimientos potenciales de papa, para siembra de diciembre, según el clima generado por el Modelo HadCM3, con escenario de emisión de gases AI – ASF

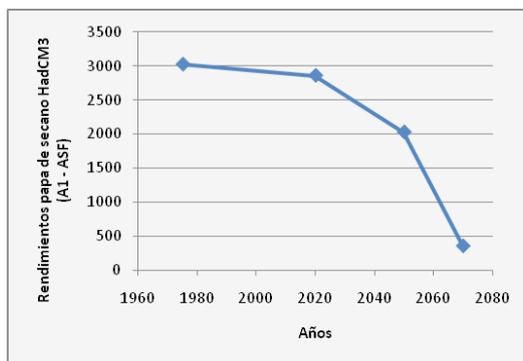


Figura 72. San Juan de la Maguana. Rendimientos de secano de papa, para siembra de diciembre, según el clima generado por el Modelo HadCM3, con escenario de emisión de gases AI –ASF

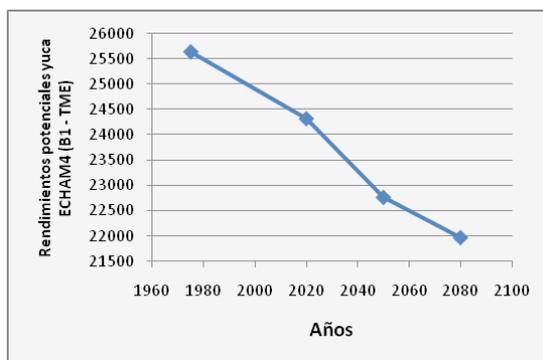


Figura 73. San Juan de la Maguana. Rendimientos potenciales de la yuca sembrada en mayo, con el clima del ECHAM4 en el escenario de emisión BI –TME

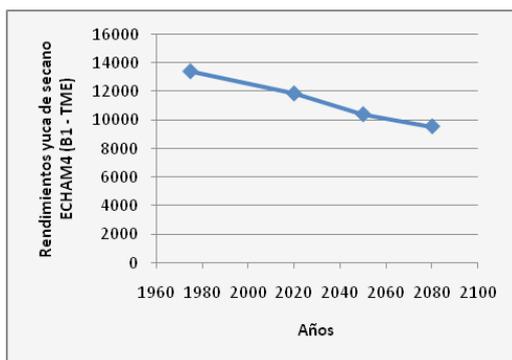


Figura 74. San Juan de la Maguana. Rendimientos de secano de la yuca sembrada en mayo, con el clima del ECHAM4 en el escenario de emisión BI –TME

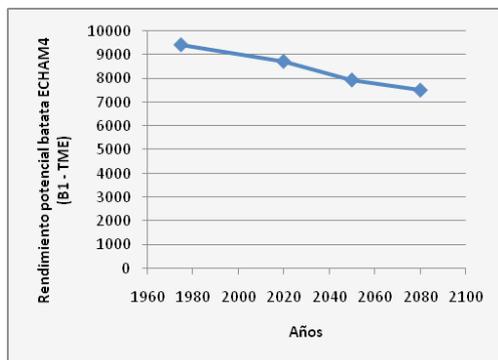


Figura 75. San Juan de la Maguana. Rendimientos potenciales de la batata sembrada en mayo, con el clima del ECHAM4 en el escenario de emisión BI –TME

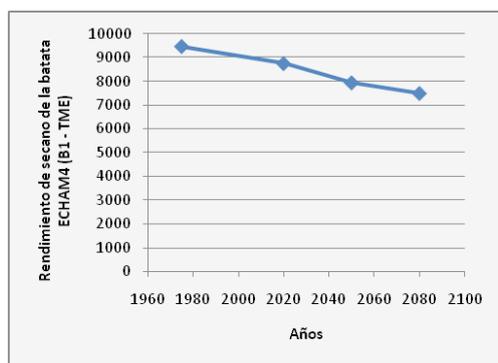


Figura 76. San Juan de la Maguana. Rendimientos de secano de la batata sembrada en mayo, con el clima del ECHAM4 en el escenario de emisión BI –TME

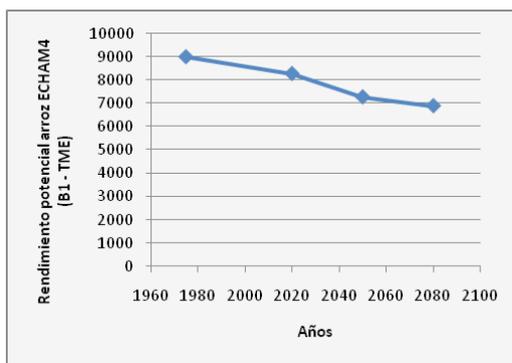


Figura 77. San Juan de la Maguana. Rendimientos potenciales del arroz sembrado en mayo, con el clima del ECHAM4 en el escenario de emisión BI –TME

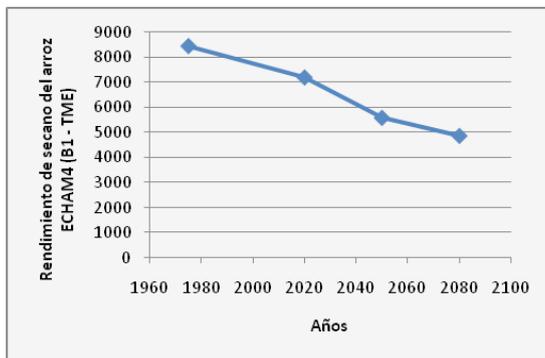


Figura 78. San Juan de la Maguana. Rendimientos de secano del arroz sembrado en mayo, con el clima del ECHAM4 en el escenario de emisión BI – TME

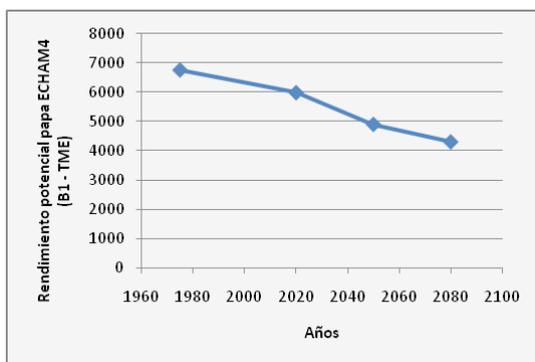


Figura 79. San Juan de la Maguana. Rendimientos potenciales de la papa sembrada en diciembre, con el clima del ECHAM4 en el escenario de emisión BI – TME

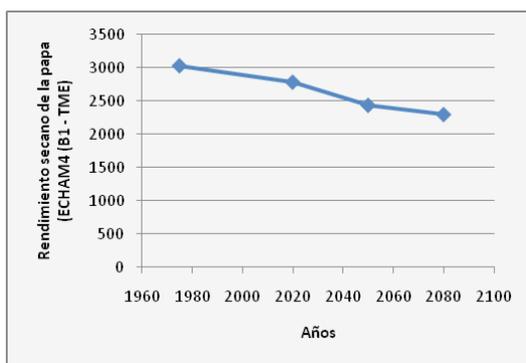


Figura 80. San Juan de la Maguana. Rendimientos de secano de la papa sembrada en diciembre, con el clima del ECHAM4 en el escenario de emisión BI – TME

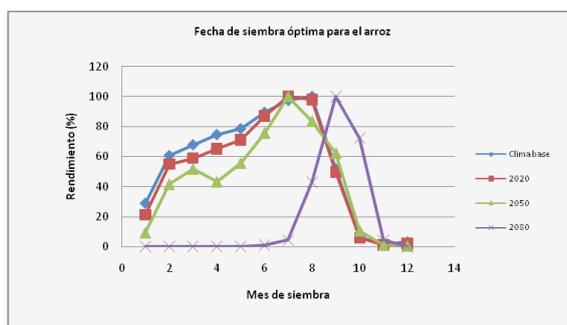


Figura 81. Rendimientos final de secano, expresados como porcentajes del máximo anual, del arroz Prosequisa-5, sembrado los doce meses del año en San Juan de la Maguana, según el escenario climático severo. Los valores absolutos son extremadamente diferentes para el clima período 2080.

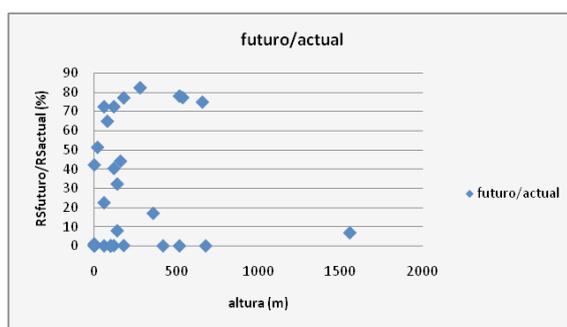


Figura 82. Dependencia de la tolerancia del rendimiento de secano de la batata al cambio climático con respecto a la altura con mayo como mes de siembra. Los rendimientos futuros corresponden al escenario severo

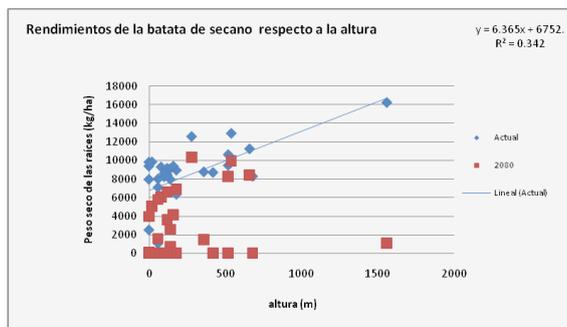


Figura 83. Dependencia del rendimiento de secano de la batata sembrada en mayo, con respecto a la altura. Los rendimientos futuros corresponden al escenario severo.

3.9.6. Impacto sobre el cultivo del frijol

El frijol común (*Phaseolus vulgaris*), es tratado independientemente porque el mismo no es simulado por las versiones originales de los modelos WOFOST 4.1 y WOFOST 7.1.2 (Heemst, 1988; Diepen et al, 1988). Los modelos más conocidos para este cultivo provienen del conocido Modelo BEANGRO 1.0 creado por Hoogenboom, y cuyas diversas versiones han sido incorporadas a los sistemas de la Serie DSSAT (Tsuji et al., 1994); para ser corridas con un conjunto de variables climáticas diarias que, en el contexto de una evaluación de impacto de cambio climático, deberían ser representativas de un período completo de 30 años; y adaptando el Modelo de las Zonas Agroecológicas de la FAO (AEZM).

Según la información aportada por la Secretaría de la Agricultura en República Dominicana, muchas variedades de frijol tienen un ciclo de cultivo de 75 - 90 días, y poseen un rendimiento promedio en materia húmeda que oscila entre los 617 – 804 Kg de materia húmeda por hectárea. Para lo cual se utilizó un ciclo de 90 días con rendimientos reales de 700 Kg / ha como promedio, y se introdujo las variantes de manejo de bajos (BI), medios (MI) y altos (AI) insumos fueron introducidas en las simulaciones en el clima actual, antes de ser utilizados en los escenarios del clima futuro. Todos los análisis posteriores han sido hechos tomando la localidad de San Juan de la Maguana.

El cálculo de los rendimientos potenciales fue realizado por la metodología estándar del Modelo AEZM. Sin embargo, el cálculo de los rendimientos de secano (temporal) fue realizado acoplado un balance hídrico de Budyko – Sellers (Sellers, 1965; Rivero, 2008) corregido. Una vez obtenidos los rendimientos potenciales en materia húmeda, éstos fueron utilizados para estimar los rendimientos de secano, según la conocida ecuación de Doorenbos y Kassam (1979):

$$\text{Rendimiento Real} = (1 - K_y (1 - (E / E_0))) * \text{Rendimiento Potencial}$$

Donde E / E_0 es el índice ecológico de aridez de Rivero et al. (1996) y K_y es un índice de tolerancia a la escasez de agua en el suelo, que oscila entre 0.8 y 1.2 para la generalidad de los cultivos.

3.9.6.1 El cultivo del frijol en el clima de referencia

El análisis de las simulaciones, correspondientes a bajos insumos (Figs. 84 y 85), indica que:

- El rendimiento potencial tiene muy poca variación estacional y, por lo tanto, se puede sembrar frijol, en cualquier mes del año, si se cumplen las condiciones requeridas de todas las necesidades de agua y nutrientes, satisfechas con un cultivo libre de plagas y enfermedades. Los rendimientos no están limitados por temperaturas y radiación solar;
- Los rendimientos de secano poseen una estacionalidad elevada con dos períodos de siembra muy favorables en Abril – Junio y en Agosto – Noviembre.
- Las eficiencias tecnológicas de producción, relativas a los rendimientos potenciales, son muy estables y oscilan alrededor del 45 – 50 %.
- Las eficiencias tecnológicas con relación a los rendimientos de secano son superiores a la unidad durante todos los meses de siembra. Esto es irracional y lleva a la conclusión de que estos rendimientos reales no son obtenidos en condiciones de secano ni con bajos insumos.

El análisis de las simulaciones, correspondientes a altos insumos (Figs. 86 y 87), indica que:

- El rendimiento potencial tiene muy poca variación estacional y, por lo tanto, se puede sembrar frijol durante cualquier mes del año si se cumplen las condiciones requeridas de todas las necesidades de agua y nutrientes satisfechas con un cultivo libre de plagas y enfermedades. Los rendimientos no están limitados por temperaturas y radiación solar.
- Sin embargo, sí existe una evidente limitación en los rendimientos potenciales, a causa de diferentes niveles de insumo los rendimientos potenciales de altos insumos son prácticamente el doble que los obtenibles con bajos insumos.
- Las épocas más favorables para la siembra no poseen una diferencia considerable, a causa del nivel de insumo.
- Las eficiencias tecnológicas de producción, relativas a los rendimientos potenciales, son muy estables pero muy bajas pues oscilan ahora alrededor de 20 – 25 %.
- Las eficiencias tecnológicas con relación a los rendimientos de secano son ahora superiores a la unidad solo en el trimestre Enero – Marzo; mientras que se estabilizan alrededor del 50% desde mayo hasta noviembre. Ésta, por lo tanto debe ser entendida como la temporada de siembra del frijol en condiciones de secano para la República Dominicana.

Lo aquí discutido no implica, en absoluto, que no puedan alcanzarse rendimientos muy elevados del frijol en otras épocas del año, si éste se cultiva en condiciones de altos insumos con regadío óptimo.

3.9.7 Los climas del futuro

Bajo los escenarios de cambios climáticos elegidos, se producirá ineludiblemente un impacto sobre el rendimiento de los cultivos en República Dominicana. En el presente acápite, realizaremos una evaluación de estos impactos, haciendo énfasis en el futuro más cercano y, por lo tanto, más perentorio, para servir de guía a los agricultores y tomadores de decisiones. Tales impactos serán diferentes en los cuatro escenarios de cambio climático disponible.

3.9.7.1 Los climas del HadCM3 y el ECHAM4, con el escenario AI – ASF

Los rendimientos potenciales del frijol, según el Modelo HadCM3 en el escenario de emisión AI – ASF, pueden llegar a ser más elevados en el 2020 que en el clima de referencia, debido a que el cultivo puede beneficiarse de un incremento ligero de las temperaturas. Sin embargo, al avanzar el presente siglo, las temperaturas seguirán subiendo y la curva de respuesta fotosintética entrará en su rama descendente. Por esta causa, tales rendimientos decrecerán, a partir de cierto momento hasta finales de siglo (Fig. 88). Para el caso del modelo de clima global ECHAM4 pasa algo similar en el futuro cercano pero luego ocurre un decrecimiento aún más notable de los rendimientos potenciales. En ambos casos, este decrecimiento de los rendimientos es más notable durante el período Agosto – Noviembre, aunque en el ECHAM4 este proceso es visible ya desde Marzo – Abril.

Los rendimientos de secano del frijol según el HadCM3 en este escenario reflejan más fuertemente los impactos del cambio climático hacia un clima más árido, especialmente en el período lluvioso en las épocas principales de siembra. El proceso de decrecimiento continúa a lo largo del presente siglo. Obsérvese que noviembre es el mes menos afectado de la temporada de siembra y va progresivamente convirtiéndose en el mes de siembra con mayores rendimientos.

Para el caso del ECHAM4 la situación es bien interesante pues en este modelo los rendimientos de secano son muy afectados hacia la mitad de la estación lluviosa en Julio – Agosto, avanzando las circunstancias hasta darse el caso que hacia la segunda mitad del siglo la temporada de mejores fechas de siembra estará claramente dividida en dos con una primera estación alrededor del mes de Mayo y otra alrededor del mes de Noviembre (Figs. 89 y 90). No obstante esto, la generalidad de los rendimientos del frijol en condiciones de secano decrecerá durante el presente siglo y además las campañas de siembra se modificarán complicando el proceso agrícola de producción.

3.9.7.2 Los climas del HadCM3 y el ECHAM4, con el escenario BI – TME

Los resultados para el frijol en estos dos casos son semejantes en forma a los discutidos con el escenario AI – ASF, exceptuando que en el escenario BI – TME, más benévolo que el escenario AI – ASF, los impactos son menos notables que en el caso anterior (Figs. 91 y 92).

En los capítulos que están dedicados a analizar los diversos impactos del cambio climático sobre la agricultura no se discuten opciones de adaptación a los mismos ya que las opciones de adaptación serán discutidas, en su integridad, en un capítulo totalmente dedicado a este aspecto.

Sin embargo, resaltamos aquí algo que tiene que ver no con la adaptación al cambio climático sino con la mitigación del mismo.

Si la comunidad internacional de naciones y la voluntad política de esta hace posible que el futuro de la humanidad se desarrolle según un escenario menos dañino como el BI – TME, y no según un escenario incontrolable como el AI – ASF, los impactos negativos del cambio climático serán mucho menos notables, haciéndose mucho más fácil y menos costosa las políticas y estrategias de adaptación al mismo.

Se reitera acá que la mayoría de las conclusiones y resultados obtenidos en el análisis del frijol común son extensibles a la mayoría de los cultivos C3 de clima cálido y, especialmente, a las leguminosas en general (soya, gandul, maní y otras) ya que su comportamiento ante las variables climáticas principales y sus altas tasas de respiración de mantenimiento causadas por su elevado contenido proteico, condiciona, en gran medida, sus respuestas al medio ambiente climático (Rivero et al., 1999).

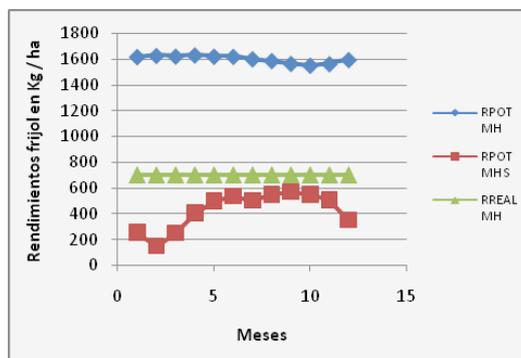


Figura 84. Rendimientos potenciales, potenciales de secano y reales para el frijol de bajos insumos en el clima de referencia 1961 – 90

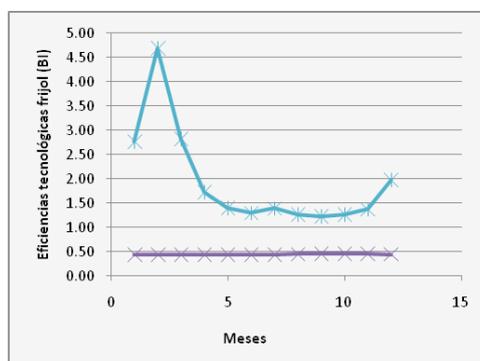


Figura 85. Eficiencias tecnológicas del cultivo del frijol de bajos insumos con relación a los rendimientos potenciales (violeta) y de secano (azul).

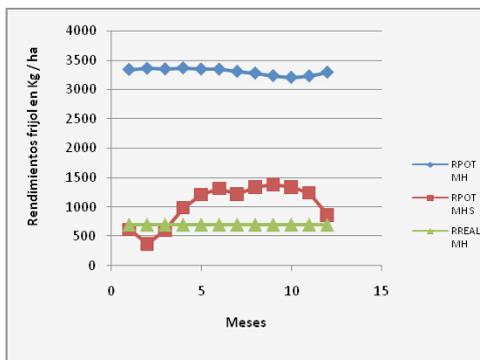


Figura 86. Rendimientos potenciales, potenciales de secano y reales para el frijol de altos insumos en el clima de referencia 1961 – 90

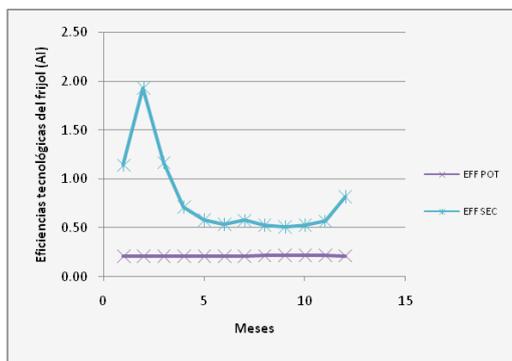


Figura 87. Eficiencias tecnológicas del cultivo del frijol de altos insumos con relación a los rendimientos potenciales (violeta) y de secano (azul).

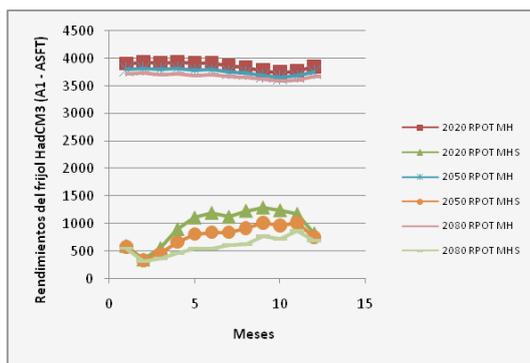


Figura 88. Rendimientos potenciales y de secano del frijol común para el 2020, 2050 y 2080, según el modelo de clima global HadCM3 y el escenario de emisión A1-ASF.

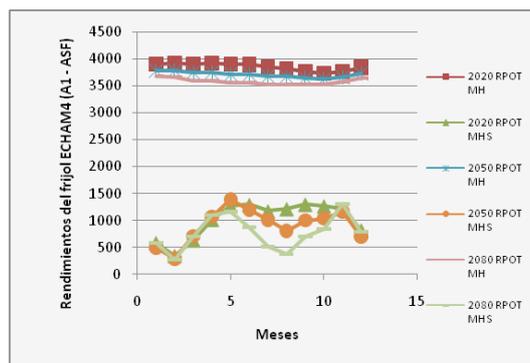


Figura 89. Rendimientos potenciales y de secano del frijol común para el 2020, 2050 y 2080 según el modelo de clima global ECHAM4 y el escenario de emisión A1-ASF.

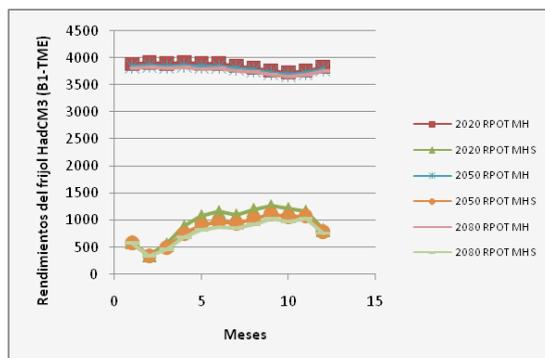


Figura 90. Rendimientos potenciales y de secano del frijol común para el 2020, 2050 y 2080, según el modelo de clima global HadCM3 y el escenario de emisión BI-TME.

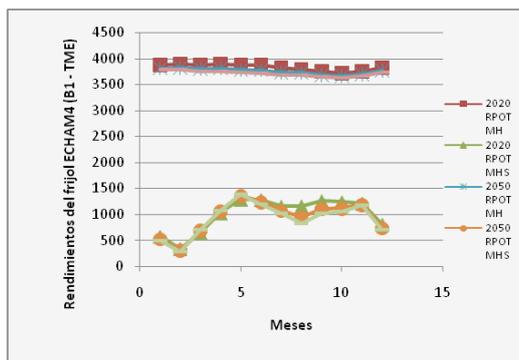


Figura 91. Rendimientos potenciales y de secano del frijol común para el 2020, 2050 y 2080, según el modelo de clima global ECHAM4 y el escenario de emisión BI-TME.

3.9.8 Aridez y productividad primaria neta

Evolución de los tenores de aridez y la productividad primaria neta de los paisajes dominicanos, empleando para ello dos índices climáticos complejos.

El primero de ellos será el índice de aridez del PNUMA (**K**) dado por:

$$K = P / E_0$$

Mientras que el segundo será el índice radiactivo de aridez de Budyko (**B**) dado por:

$$B = 10 * R_0 / (0.59 * P)$$

Donde: P – Precipitación anual en milímetros

E_0 – Evapotranspiración anual en milímetros

R_0 – Balance de radiación anual en Kilocalorías / cm^2

El primero será utilizado para caracterizar la aridez del paisaje, mientras que el segundo será utilizado para calcular la productividad primaria neta (PPN) de los ecosistemas, mediante el denominado modelo de Chikugo dado por la expresión (Uchijima, 1985):

$$PPN = 0.29 * R_0 \exp(-0.216 * B^2)$$

Donde **PPN** queda en las unidades de gramos de materia seca por metro cuadrado.

Esta evaluación fue realizada para todas las estaciones meteorológicas dominicanas disponibles y en todos los escenarios de cambio climático elegidos. Sin embargo, y para fines de ilustración, solo presentaremos aquí los resultados obtenidos con el modelo HadCM3 en el escenario de emisión de gases de efecto invernadero AI – ASF (figuras 92 y 93).

3.9.9 Análisis y discusión de los resultados

La aridez de los paisajes dominicanos se evidencia en el comportamiento espacial del índice K tal y como puede observarse en la Figura 92. En esta imagen, pueden observarse claramente regiones del país con valores de K inferiores a 0.65, característicos de climas subhúmedos secos y aún más áridos. Según los convenios y normas internacionales (CCD, 1995), tales regiones deben caracterizarse como de climas favorables para el desarrollo de procesos de desertificación, ocasionada por causas naturales (fluctuaciones y cambios climáticos) o antrópicas (sistemas no sostenibles de producción agrícola).

La evolución de los tenores de aridez de los paisajes dominicanos en el escenario de cambio climático de base está ejemplificada claramente en las figuras 92 y 93. Dos cuñas de climas subhúmedos secos y más áridos aún avanzan desde el norte y Noroeste y desde el Sur y suroeste en las inmediaciones de la frontera con Haití. En el 2080 toda una ancha franja de norte a sur en la porción oriental de la República Dominicana tendrá climas subhúmedos secos y semiáridos. Sequías cada vez más frecuentes, duraderas e intensas, caracterizarán la región mencionada (SEMARNA, 2008).

Al mismo tiempo, otra área de climas subhúmedos secos y más áridos aún, se extenderá desde el este del país, de Punta Cana hacia el oeste. Sin embargo, ambas amplias regiones no llegarán a encontrarse, durante el siglo XXI, debido, básicamente, a la influencia favorable de las cadenas montañosas.

Una evolución paralela a la del índice de aridez del PNUMA es sufrida por la productividad primaria neta de los ecosistemas (PPN). Esto no es nada sorprendente porque esta productividad es calculada en el modelo de Chikugo sobre la base de otro índice de aridez que emula al comportamiento de K. Estos resultados serían los mismos, si se hubiera utilizado el índice de aridez y el potencial hidrobiotérmico de Riábchikov (Riábchikov, 1975; Rivero et al., 1999). La productividad primaria neta de los ecosistemas y el rendimiento agrícola de los cultivos de secano están indisolublemente ligados al valor climático de los índices de aridez.

En las zonas más áridas la productividad primaria neta; llegará a hacerse despreciable, y la producción agrícola deberá ser renovada por completo o introducir técnicas de riego, si es que el potencial hídrico de las regiones afectadas no decae tanto que limite seriamente las fuentes de abasto para agua de regadío (Rivero, 2001).

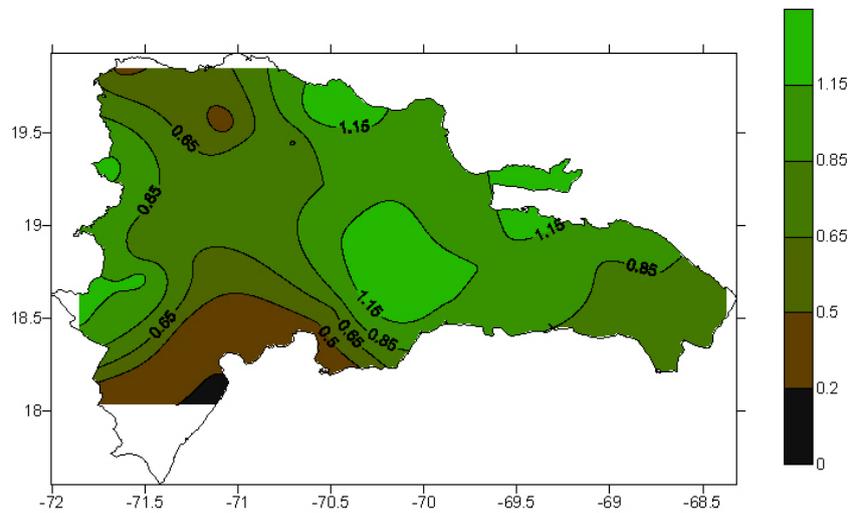


Figura 92. Valores del índice de aridez del PNUMA (K) para República Dominicana en el clima actual.

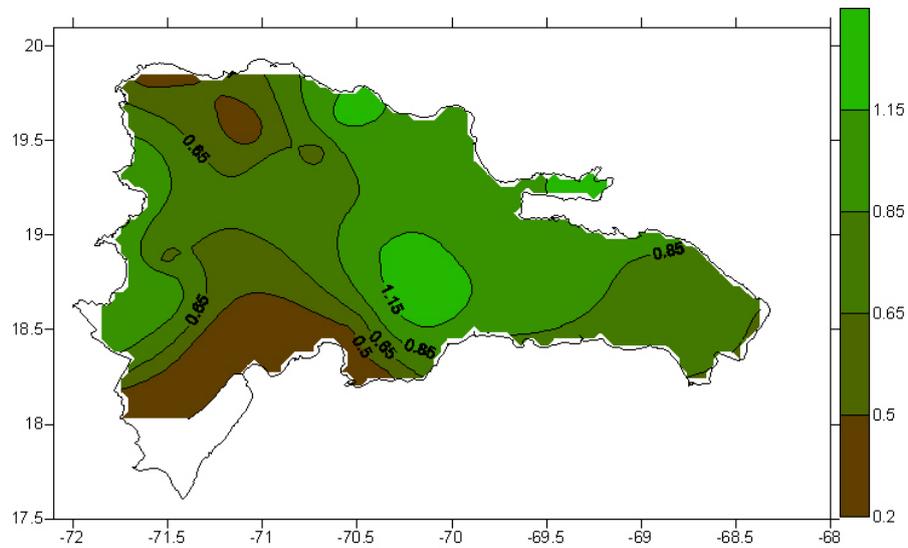


Figura 93. Valores del índice de aridez del PNUMA (K) para República Dominicana en el 2020, según el modelo de clima global HadCM3 en el escenario de emisión AI –ASF

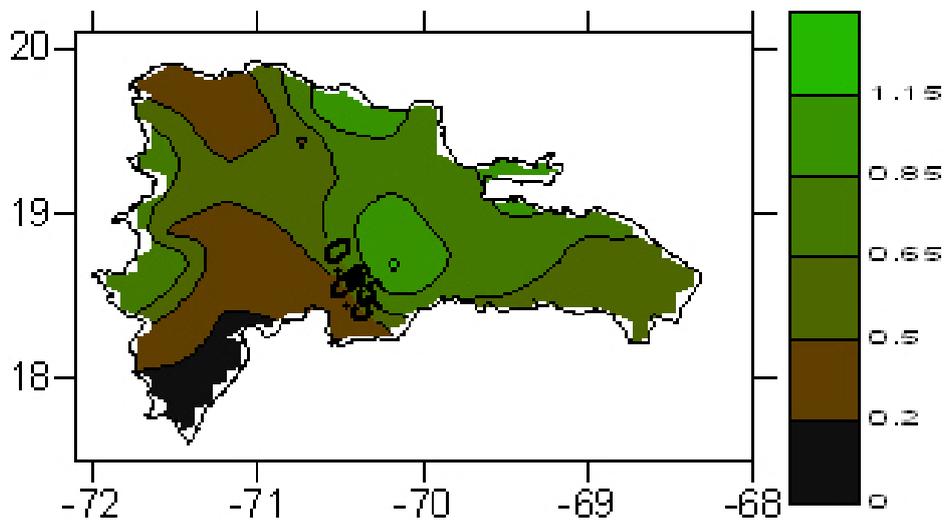


Figura 94. Valores del índice de aridez del PNUMA (K) para República Dominicana en el 2050, según el modelo de clima global HadCM3 en el escenario de emisión A1 – ASF

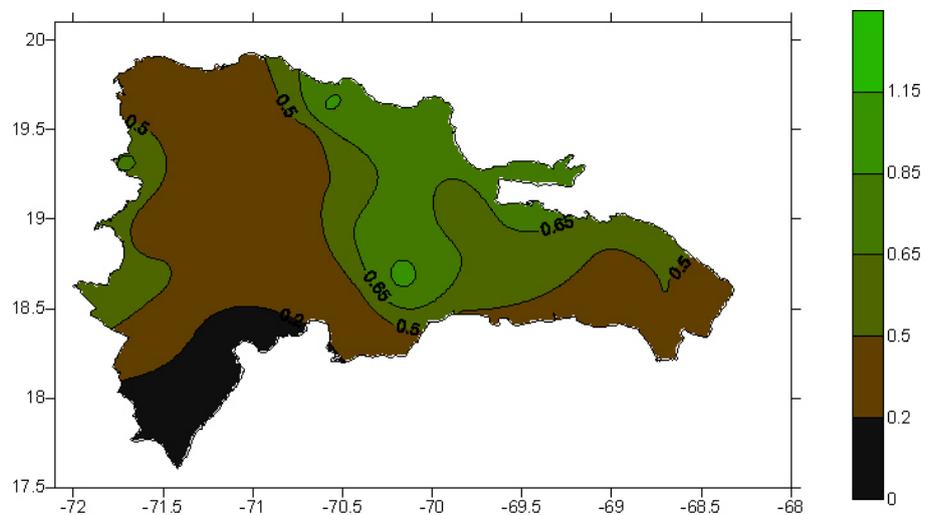


Figura 95. Valores del índice de aridez del PNUMA (K) para República Dominicana en el 2080, según el modelo de clima global HadCM3 en el escenario de emisión A1 – ASF

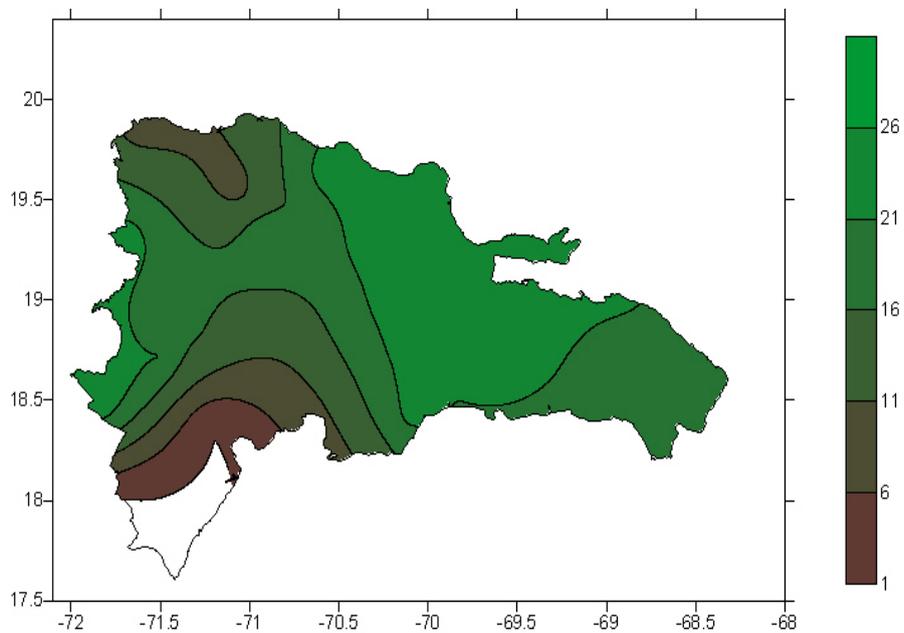


Figura 96. Valores de la productividad primaria neta de los ecosistemas en el clima actual (PPN en gramos / m²) para República Dominicana, según el modelo de Chikugo.

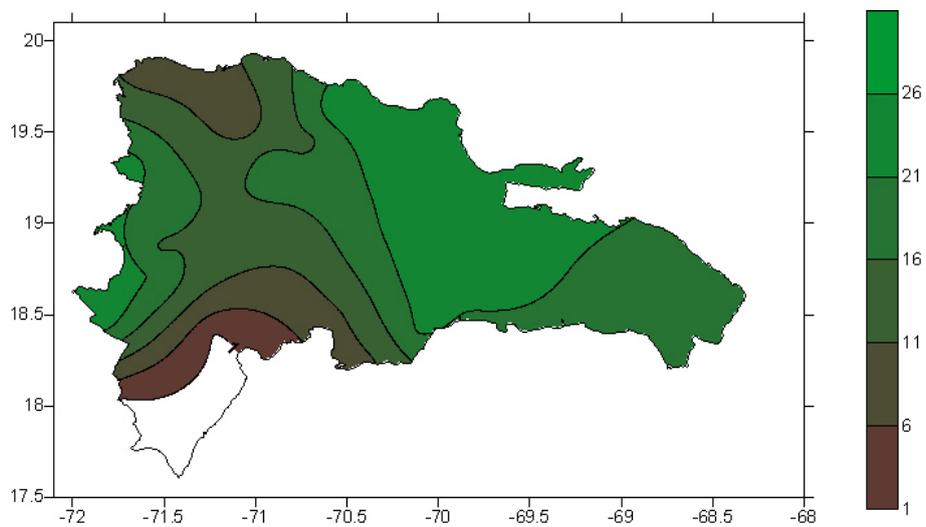


Figura 97. Valores de la productividad primaria neta de los ecosistemas en el 2020 (PPN en gramos / m²) para República Dominicana, según el modelo de Chikugo, correspondiente al clima del HadCM3 en el escenario de emisión A1 – ASF.

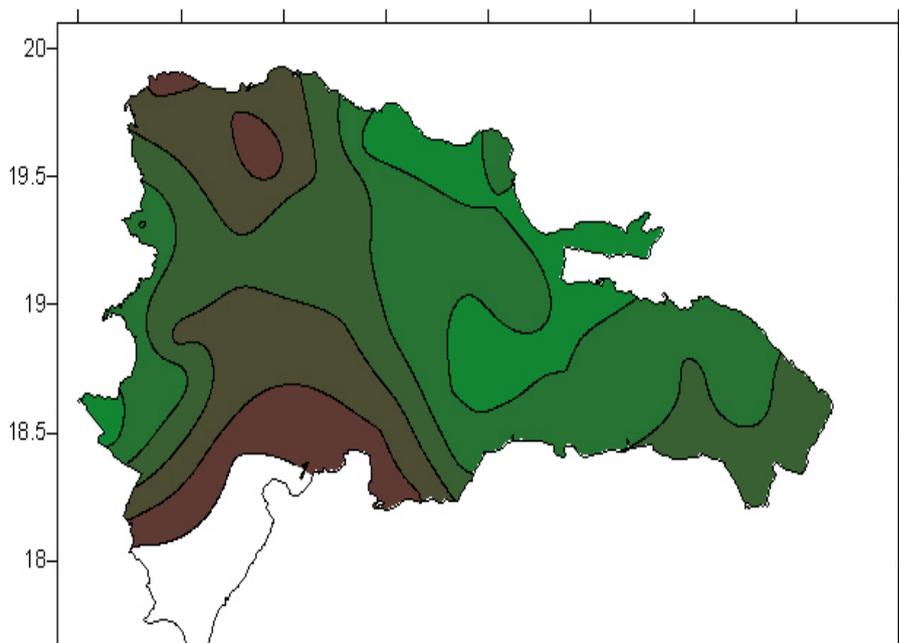


Figura 98. Valores de la productividad primaria neta de los ecosistemas en el 2050 (PPN en gramos / m²) para República Dominicana, según el modelo de Chikugo correspondiente al clima del HadCM3 en el escenario de emisión A1 – ASF.

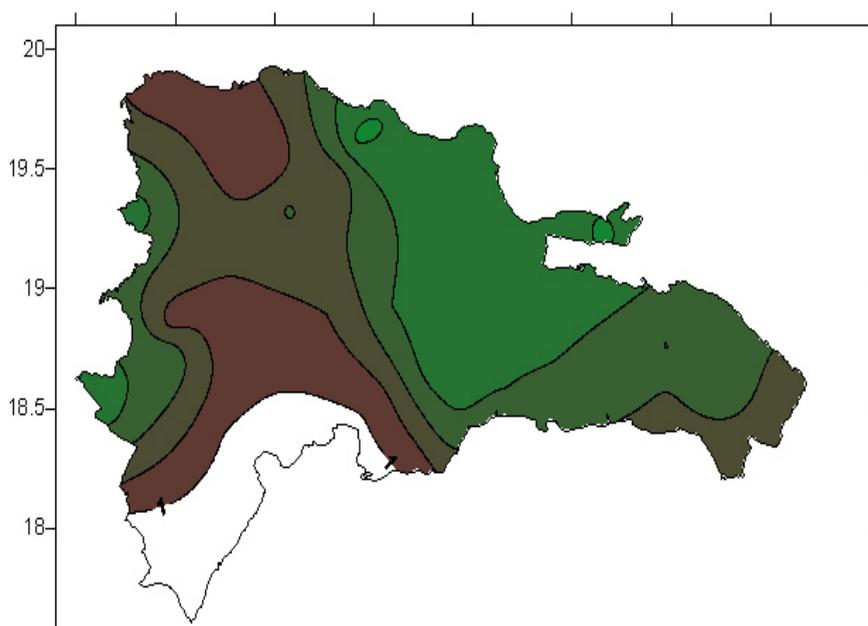


Figura 99. Valores de la productividad primaria neta de los ecosistemas en el 2080 (PPN en gramos / m²) para República Dominicana, según el modelo de Chikugo, correspondiente al clima del HadCM3 en el escenario de emisión A1 – ASF.

3.9.10 Medidas y políticas de adaptación a los impactos negativos del cambio climático en el sector agrícola en la República Dominicana.

3.9.10.1 Rendimientos agrícolas

El análisis de medidas de adaptación en el sector agrícola, especialmente de aquellas de mayor alcance, porque conciernen a la reducción de algunas producciones, al aumento de otras o afectan a importantes renglones de exportación e importación, debe tomar en cuenta el complejo marco de la actual globalización de la economía mundial.

Después del 11 de septiembre de 2001, esta circunstancia ha venido a ser aún más complicada, pues la gran pujanza de la globalización en la década de los 90 estuvo favorecida quizá por un cierto prestigio transitorio del neoliberalismo, unido a una relativa estabilidad de la política internacional. Sin embargo, este importante aspecto no pudo ser analizado en el estrecho marco de la presente evaluación, lo que limitará el espectro de posibles medidas de adaptación a consideraciones de índole tecnológica, relativas a la producción agrícola.

Otro factor que conformó el estudio de las medidas de adaptación consiste en que toda medida de adaptación al cambio climático en cualquier país tomará en cuenta un complejo campo de elementos de decisión de carácter político y social que no pueden ser evaluadas con criterios puramente económicos.

En particular, la adopción de medidas que plantean reorganizaciones de tipo neoliberal, como las sugeridas en algunas de las guías elaboradas para la realización de este tipo de estudio (Benioff et. al., 1996), consistentes, por ejemplo, en una reducción del tamaño del sector agrícola en la economía interna, la redistribución de la fuerza laboral en otros sectores y la adquisición de los productos alimentarios; dejados de producir en el mercado mundial, y la reducción del papel estatal en la agricultura y el dejar la producción de alimentos en manos de los productores particulares, no serán analizadas en la presente evaluación de impacto.

El problema de la adaptación al cambio climático reside, además, en determinar qué es aquello a lo que es necesario adaptarse. Resulta evidente, a partir del análisis de los impactos biofísicos encontrados, que estos difieren considerablemente dependiendo de si el efecto de fertilización por CO₂ llega o no a hacerse efectivo, a escala de producción agrícola.

En el caso de que el impacto directo del CO₂ no se produzca, nuestros resultados indican que el rendimiento de todos los cultivos estudiados será afectado en el futuro. Sin embargo, de producirse tal impacto, unos cultivos serían afectados, en menor medida que en el caso anterior, y otros no.

Las medidas de adaptación que serán discutidas aquí van dirigidas, en primer lugar, a aquellos cultivos cuyos rendimientos serán afectados en cualquier caso, pero poseen la generalidad suficiente para ser aplicables a todos ellos.

- En sentido general, las medidas de adaptación propuestas conciernen a los aspectos siguientes,
- Las ciencias del clima en la producción agrícola;
- Regionalización de cultivos;
- Introducción de variedades resistentes a condiciones climáticas desfavorables;
- Perfeccionamiento de la tecnología y disciplina tecnológica de la producción agrícola;
- Redistribución de las áreas de siembra entre diferentes cultivos;
- Nuevas técnicas de producción agrícola, y
- Formación de nuevos hábitos alimentarios.

3.9.10.2 Elevación del papel de las ciencias del clima en la producción agrícola

La agricultura se ha estado desarrollando durante los últimos decenios, en el contexto de un clima en evolución, el que se ha caracterizado por una elevación progresiva de las temperaturas y una reducción de las precipitaciones ,acompañada de una redistribución estacional de éstas.

Esto se ha visto agravado por el aumento de la frecuencia de episodios climáticos extremos, tales como temperaturas anormalmente altas en el invierno, eventos de sequías sin análogos históricos conocidos y lluvias intensas. Un ejemplo notable de estas tendencias lo aporta el aumento de afectaciones por huracanes intensos durante los últimos años.

Sin embargo, el papel jugado por las ciencias del clima en la actividad cotidiana de la producción agrícola es aún poco significativo, pudiendo decirse que el monitoreo del clima, la sequía meteorológica (Lapinel et. al., 1993) y la agrícola (Rivero, 1999), y los pronósticos climáticos, a mediano plazo, no poseen una amplia distribución ni son suficientemente considerados por las empresas de producción y los agricultores en la planificación y realización operacional de las campañas de cultivo.

La adaptación de la agricultura a la variabilidad del clima y a los cambios climáticos debe pasar indefectiblemente por una revalorización del papel de las ciencias conexas en la producción de alimentos y al establecimiento de un sistema de monitoreo, vigilancia y predicción del clima cuyos productos sean eficientemente utilizados por la agricultura para la toma de decisiones, a corto, mediano y largo plazos.

Simultáneamente, esto debe ser acompañado de la intensificación de los esfuerzos en el campo de las ciencias del clima por obtener productos con la capacidad de guiar las acciones agrícolas, tanto para aprovechar las circunstancias favorables como para disminuir los posibles impactos negativos de eventos climáticos extremos.

3.9.10.3 Regionalización de cultivos

En las condiciones cambiantes del clima actual, no puede asegurarse que lo que se cultiva, cómo y cuándo se cultiva, se haga tomando en cuenta las condiciones climáticas específicas de la localidad en que se realiza la actividad productiva. Una regionalización de cultivos, que incluyese las particularidades climáticas actuales y perspectivas de las diferentes regiones del país, constituiría una medida de gran provecho, aun en ausencia de los cambios climáticos esperados. Como es natural, tal regionalización tendría que ser seguida por las acciones concretas que adaptasen el sistema agrícola actual a estas condiciones.

Desde luego, no podría haber una regionalización de cultivos más provechosa que la actual, si se desconocen otros aspectos como la localización y características de los suelos, el relieve, la red hidráulica, la infraestructura socioeconómica del país, entre otros, que sí han sido tomados en cuenta, en mayor medida, para la distribución actual de los cultivos. Por consiguiente, para alcanzar una nueva y mejor variante de dicha distribución, es necesario integrar (y no sustituir) los factores climáticos a los otros factores utilizados hasta ahora para ello.

Sólo en el marco de tales estudios, podrían ser evaluadas y decididas, medidas de adaptación de índole radical consistentes en trasladar áreas de cultivo de una región a otra o sustituirlos por otros mejores adaptados a las condiciones climáticas imperantes.

En la presente evaluación de impacto, se demostró profusamente el hecho de que, en el transcurso del siglo XXI, la distribución geográfica de los rendimientos sufrirá importantes variaciones para la mayoría de los cultivos. Teniendo en cuenta sólo el factor climático, se determinó que para muchos cultivos, la productividad disminuiría. Esto apoya la idea de que la necesidad de modificar la regionalización de los cultivos, a lo largo del tiempo, en República Dominicana, mientras progresa el cambio climático, no es sólo una hipótesis de trabajo, sino una necesidad imperiosa.

Este tipo de medida de adaptación constituye una de las opciones disponibles para los cultivos C_3 de clima templado, como la papa y el tomate, pues cultivares, usualmente poco tolerantes a las altas temperaturas y a la escasez de agua, deben, en ocasiones, ser cultivados en condiciones especiales como en hidropónicos o protegidos de la radiación solar directa.

Dentro del concepto de regionalización agrícola, hemos incluido también el problema de la adaptación de los calendarios de cultivo y del cambio de las tradicionales fechas de siembra. En este sentido, debe analizarse que las tradicionales fechas de siembra no necesariamente fueron seleccionadas, tomando en cuenta las particularidades del clima actual, o de cada región del país, y la especificidad de las modernas técnicas de cultivo.

El empleo sistemático de los modelos de cultivo permite confirmar el conocido hecho de que cada cultivar posee un período de siembra óptimo para el cual sus rendimientos potenciales, de regadío o de secano son máximos. Si este período de siembra óptimo variase, a lo largo de los años, como podría suceder dentro de un proceso de cambio climático, una medida simple de adaptación consistiría en cambiar la fecha de siembra, a medida que este cambio progrese.

En la actualidad, y dada la existencia de modelos biofísicos de cultivo como el WOFOST y los incluidos en el sistema DSSAT, el estudio de las fechas de siembra con relación a las variables climáticas y agroclimáticas, resulta mucho más rápido, flexible y menos costoso que con las tradicionales técnicas de experimentación agrícola de campo.

En esta evaluación, se incluyó un análisis detallado desde el punto de vista de las posibles épocas de siembra para la mayoría de los cultivos. De todos modos, los resultados obtenidos desde el punto de vista climático, esto debe interpretarse como que el cambio climático esperado mantendrá la secuencia normal de las estaciones, en lo concerniente a las temperaturas, y no transformará, por ejemplo, el invierno en primavera, aunque en escenarios descritos por el modelo HadCM3 la estación lluviosa se reduciría de longitud, corriéndose hacia el segundo semestre; mientras que en los creados con el ECHAM4, la estación lluviosa se partiría en dos con un período seco interestival apreciable.

Los rendimientos de regadío experimentarán decrecimientos similares a los potenciales; pero en las simulaciones realizadas resulta ahora posible definir si las necesidades de agua de regadío variarán de forma tal que un cambio de fecha de siembra haga menos onerosa, desde el punto de vista de los volúmenes de agua que usados para regar, la obtención de rendimientos adecuados.

Las simulaciones realizadas demuestran que, en el caso de los rendimientos de secano, el cambio de la fecha de siembra sí constituye una opción de adaptación clara al cambio climático. Esto sucede porque, a diferencia del régimen de temperaturas, el cambio climático estudiado sí conlleva una redistribución de las lluvias a lo largo del año.

3.9.10.4 Selección e introducción de variedades

La introducción continua en la producción agrícola de nuevos cultivares, con potencial de rendimientos superiores, más resistentes a determinadas plagas y enfermedades o que poseen alguna otra propiedad deseable, es un hecho común y establecido en la práctica.

En el caso que nos corresponde, se trata específicamente de la busca, selección e introducción de cultivares, adaptados a temperaturas superiores a las actuales y tolerantes a la sequía. Sin embargo, debemos entender que, en muchos casos, estos nuevos cultivares enfrentarán temperaturas superiores a las que nunca hayan experimentado sus antecesores, y que tendrán que hacerlo en un medio donde la concentración atmosférica del CO_2 será diferente a la actual.

Recientemente, la comunidad científica internacional ha llegado a la conclusión de que la adaptación al cambio climático pasa por la obtención de nuevos cultivares que posean una o más de las características siguientes:

- Resistencia a las altas temperaturas;
- Resistencia a niveles elevados de estrés hídrico; y
- Resistencia a niveles elevados de humedad en el suelo e inundaciones.

Este consenso ha conducido a tres tipos de esfuerzos colectivos de gran amplitud internacional:

- Elaborar modelos de cultivo, capaces de simular éstos, a partir de su genoma, para así identificar los procesos genéticos claves que controlan las características deseadas para ellos;
- Estudiar intensamente las reservas de variedades industriales e indígenas, para identificar los cruzamientos o hibridaciones que pudieren potenciar estas características en la progenie, obteniendo así nuevas variedades por técnicas tradicionales;
- Crear nuevas variedades de cultivo con estas características, a partir de la ingeniería genética. Los casos más actuales son los intentos de lograr variedades de papa y arroz con ciclo fotosintético C4, que serían automáticamente más productivas en climas secos y en condiciones de secano.

En Cuba, ha sido demostrado que los cultivares usuales de cultivos como la papa y el tomate, que durante mucho tiempo se han estado seleccionando en países desarrollados de climas templados, no poseen un comportamiento adecuado en nuestro verano, y deben ser cultivados en condiciones especiales de hidropónicos o protegidos contra la radiación solar directa.

La comprensión de las causas que han motivado esto ha permitido a nuestros investigadores, especialmente en el Instituto de Investigaciones Hortícolas “Liliana Dimitrova”, la obtención de nuevas variedades de tomate con buenos resultados durante el verano cubano.

Pero no hay garantías de que la selección de variedades resistentes a la sequía y a las altas temperaturas, por métodos tradicionales, pueda ser viable para cultivos como la papa, pues simplemente el potencial genético puede no estar presente en las variedades conocidas. De hecho, los autores no conocen cultivares de papa, capaces de dar rendimientos decorosos en el verano cubano - dominicano actual, y mucho menos para el que se espera en el siglo XXI.

Para el caso específico de los cultivos de ciclo corto y hábito determinado, para los cuales la reducción de la duración de su ciclo es un factor importante en la caída de los rendimientos con el alza de las temperaturas, la búsqueda de cultivares en los cuales este fenómeno fuese menos notable podría constituir una opción de adaptación.

3.9.10.5 Perfeccionamiento de la tecnología y disciplina tecnológica de la producción agrícola

En general, los rendimientos reales obtenidos en la producción distan mucho de los rendimientos potenciales, de regadío y de secano, que se obtienen a partir de los modelos de cultivo y en las áreas experimentales de las estaciones de investigación agrícola. Esto constituye un reflejo de que las condiciones ideales que se simulan en los modelos, o se obtienen mediante un riguroso control en los centros de investigación, no se alcanzan en la labor de producción a gran escala.

Una de las tecnologías más utilizadas para elevar los rendimientos agrícolas es la que corresponde a la aplicación del riego; sin embargo, el peligro de degradación de los suelos por el riego es siempre elevado y habría que aplicar metodologías de riego sostenibles.

En el futuro, las técnicas de riego que se han de utilizar tendrán que tener una alta eficiencia en el uso del agua, dado que el potencial hídrico del país está amenazado por los cambios climáticos esperados.

En relación con el riego, resulta de interés evaluar lo que hemos llamado eficacia de éste, y que para los fines de esta evaluación hemos definido como:

$$E_f = \frac{RR - RS}{VAR}$$

Donde,

RR = Rendimiento de regadío

RS = Rendimiento de secano

VAR = Volumen de agua de riego

Análisis realizados con esta expresión, demuestran que las ganancias en rendimientos, obtenidas por la aplicación del riego, no es la misma para todas las épocas de siembra. Estudios de este tipo, combinado con el de los rendimientos en sí mismos, permitirán la toma de decisiones sobre el uso de esta tecnología como medida de adaptación viable. Sin embargo, el problema de la obtención de rendimientos reales más cercanos a los potenciales de un cultivo dado, no solo es de la tecnología empleada, la que puede corresponderse a altos, mediados o bajos niveles de insumo, sino a la disciplina tecnológica que se alcance en su aplicación. Una misma tecnología puede conducir a resultados diferentes en los rendimientos finales, dependiendo del nivel de disciplina tecnológica que se logre.

El conocido problema del aumento en la frecuencia de episodios lluviosos intensos, durante el período seco del año, causa problemas en los suelos arenosos, fácilmente erosionables y en las pendientes de valores incluso bajos, donde hay cultivos que no protegen el suelo de la erosión. En estos casos, habrán de adoptarse medidas, para evitar la depauperación de estas importantes áreas, y esto no es más que un reflejo del actual cambio climático en progreso.

Una elevación sistemática y eficiente de la disciplina tecnológica en la producción agrícola podría lograr el hecho aparentemente contradictorio de aumentar los rendimientos reales de los cultivos, a pesar de la disminución progresiva de sus rendimientos potenciales, de regadío y de secano a consecuencia de los cambios climáticos.

Es por eso que los autores consideran que una necesaria y efectiva medida de adaptación consiste en la elevación de la disciplina tecnológica en la agricultura, y que para esto, el país debe desplegar un programa de acciones destinadas a aumentar la comprensión de este hecho y a establecer los mecanismos que sean necesarios para garantizar una elevada disciplina tecnológica en la actividad agrícola.

Esta consideración es visible de la propia definición de eficiencia tecnológica que viene dada por:

EFF = Rendimientos reales / Rendimientos potenciales

Rendimientos reales = EFF * Rendimientos potenciales

Queda claro que aunque los rendimientos potenciales declinen los rendimientos reales puedan aumentar, si elevare la eficiencia tecnológica de la producción agrícola.

3.9.10.6 Redistribución de las áreas de siembra entre diferentes cultivos

La redistribución de las áreas de siembra entre diferentes cultivos no es solo una medida de adaptación al cambio climático sino que es, en muchas ocasiones, el resultado de impactos indirectos (integrados), provenientes de impactos directos en otros sectores, provenientes del cambio climático y de otros factores no relacionados con éste (disminución de la demanda y caída de los precios del mercado internacional, alto costo de la tecnología y los insumos necesarios, etc.).

Uno de los casos más dramáticos recientes es la inmediata y drástica disminución de las áreas de siembra de caña de azúcar en muchos países del área. Esta circunstancia, no debida al cambio climático, ha liberado considerables áreas de tierras que ahora han quedado disponibles para otros usos agrícolas, ganaderos y forestales.

Existe otro caso de interés en lo correspondiente al arroz, y en este caso la situación posee dos matices diferentes. El primero de ellos radica en la alta necesidad de agua de este cultivo combinada con la competencia por el uso del agua con la acuicultura y el déficit de precipitaciones y agua embalsada acumulado en los últimos años, lo que ha dejado a este cultivo sin la posibilidad de cubrir sus áreas de siembra planificada durante varios años seguidos.

Este es un impacto indirecto (falta de agua de riego), proveniente de un impacto directo del cambio climático sobre los recursos hídricos, combinado con un impacto de otro tipo, proveniente de un sector de la economía.

El segundo matiz proviene del hecho de que una cantidad considerable de tierras cultivables queda improductiva, durante gran parte del año, debido a que el arroz es un cultivo de ciclo corto que se cultiva en condiciones de anegamiento y cuyos rendimientos decrecen durante la época más cálida del año. Un sistema adecuado de rotación de cultivos podría permitir una mayor producción de alimentos, a partir de esas áreas, empleando cultivos menos exigentes en lo relativo al consumo de agua.

Una parte considerable de la tradicional producción y consumo de alimentos está asociada a cultivos que son grandes consumidores de agua y que son grandemente afectados en su rendimiento por la escasez de ésta. En particular, han de señalarse la papa, el plátano y el arroz de aniego.

Resulta necesario el replantearse si resulta conveniente a la luz del cambio climático el estimular la producción de estos renglones alimenticios, al menos con las técnicas usuales. Una reducción de área combinada con una relocalización de estos cultivos y cambios en la tecnología de producción podría ser beneficiosa en las condiciones del cambio climático. Sin embargo, modificaciones considerables en la producción y consumo de estos renglones agrícolas tendría necesariamente que hacerse de modo combinado con cambios en los hábitos alimentarios de la población.

3.9.10.7 Nuevas técnicas de producción agrícola.

Para cada cultivo importante, existe toda una tradición y sistematización en lo relativo a su técnica de producción. Por lo general, estas técnicas de producción se desarrollaron y establecieron en condiciones climáticas diferentes a las actuales y muy diferentes a las esperadas, a lo largo del siglo XXI. Es necesario, por lo tanto, revisar todas las tecnologías de producción agrícola en uso a la luz del cambio climático y readaptarlas a un clima más cálido y más seco. En muchos casos, podría ser altamente favorable el importar tecnologías de producción (tradicionales o no), procedentes de áreas geográficas más áridas que las nuestras.

En todos los casos deben establecerse estrategias y políticas agrícolas que estimulen el desarrollo de tecnologías de producción que eleven la proporción de producción útil con relación al consumo de agua o que, en suma, disminuyan la cantidad de agua necesaria para producir una cantidad unitaria de alimento. Algunas de estas tecnologías ya se están introduciendo y otras han sido alguna que otra vez analizadas sin que se hayan extendido de modo considerable. Entre tales tecnologías, podemos mencionar las casas de cultivo, los hidropónicos y los organopónicos.

Otra tecnología que es necesario explorar es la de cultivos múltiples, que tiene la ventaja de que en la misma parcela se desarrolla más de un cultivo en forma que se reduce la competencia entre ambos y un cultivo crea a otro condiciones microclimáticas más favorables para su desarrollo. La lógica de este sistema es similar a la de la técnica de reforestación sucesional, y una de las variantes más interesantes desde el punto de vista ecológico es aquella en que un cultivo C_3 se desarrolla a la sombra de un cultivo C_4 que está mejor adaptado a altos niveles de radiación solar y temperatura y que es más eficiente en el uso del agua (Baldy y Stigter, 1993).

El proceso de adaptación a un clima más cálido y seco abarca todos los aspectos de la producción agrícola. Por lo tanto, deben introducirse y explorarse todas aquellas tecnologías que permitan ahorrar agua y evitar las pérdidas innecesarias de ésta a través de:

- Sistemas de riego localizado más eficientes;
- Metodologías de preparación de tierras y laboreo agrícola que ayuden a la mejor infiltración y a la disminución de pérdidas de agua del suelo por evaporación y escorrentía;
- Protección del suelo con métodos artificiales (mallas, láminas de polietileno y otros) o naturales (restos de la cosecha anterior u otros);
- Mejoramiento de suelos;
- Eliminación de la competencia de las malas hierbas; y
- Establecimiento de sistemas eficientes de rotación de cultivos que aprovechen la humedad residual o episodios menores de precipitación en el calendario agrícola.

3.9.10.8 Formación de nuevos hábitos alimentarios.

La introducción de nuevos cultivos y variedades de cultivo más resistentes a la escasez de agua y a las sequías no tendría éxito, si no se produce una campaña educacional y un cambio en los hábitos alimentarios de la población.

Un programa de hábitos alimentarios que tenga en cuenta estos aspectos no parece existir ni siquiera en lo concerniente a la producción animal y a la producción de alimentación suplementaria para el ganado vacuno.

Una medida de adaptación posible a las nuevas condiciones climáticas esperadas consistiría en un reanálisis del espectro de renglones de producción agrícola típicos de zonas más áridas, de su posible papel en la alimentación humana y animal y de la creación de nuevos hábitos alimentarios en la población. Entre tales cultivos, podrían estar el sorgo, el mijo, el amaranto y el caupí, por citar algunos.

Ya fuera de la esfera de la producción agrícola, tales programas tendrían que extenderse para incluir cambios en los hábitos de consumo de agua de la población y de todos los sectores de la economía con inclusión de la esfera de producción de alimentos.

3.9.10.9 Plagas y enfermedades agrícolas

La adaptación a nuevas condiciones en lo relativo a la lucha integrada contra las plagas y enfermedades de los cultivos agrícolas, exige el continuar y perfeccionar los sistemas de monitoreo de los agentes nocivos y sus enemigos naturales en los agroecosistemas, con el objetivo de detectar las nuevas relaciones que se establecerán entre sus componentes con vistas a ajustar las medidas que permitan el manejo adecuado de la situación.

Parte ineludible de esta estrategia es la realización de estudios encaminados a la búsqueda de nuevas cepas de entomopatógenos capaces de conservar su viabilidad y virulencia ante las variaciones que sobrevendrán con el cambio climático.

Los calendarios de siembra y cultivo deberán ser redefinidos con el objetivo de mitigar en lo posible la agresividad de las plagas y profundizar en la selección de las variedades y cultivares que se han de utilizar, en dependencia de su ciclo de cultivo, características de resistencia, y otros factores relevantes.

Debe preverse en los planes y estrategias de adaptación, la posible introducción de nuevas plagas como consecuencia de su adaptación a las nuevas condiciones climáticas, y las medidas que deben ser adoptadas para su detección temprana.

3.9.11 Actividad ganadera

La ganadería es una de las actividades de producción de alimentos más complejas para ser analizada desde el punto de vista del impacto de los cambios climáticos y la adaptación a éstos. El problema radica en que la producción de carne y leche se ve afectada por la disponibilidad de alimentos para el ganado, por la disponibilidad de agua para consumo directo de las reses y para otros usos de las tecnologías empleadas y por las condiciones de salud y confort de los animales. Todos estos aspectos serán objeto de impacto por el cambio climático en progreso.

Fueron, de hecho, los efectos deletéreos de la sequía y la falta de agua y alimentos las principales causas que impulsaron la creación de los sistemas cubanos de vigilancia de la sequía meteorológica (Lapinel et al., 1993) y de alerta temprana de la sequía agrícola estrenada en la sequía invernal del 1995 – 96 (Rivero et al., 1996; Rivero, 1999) y los primeros estudios del potencial eólico, disponible para la operación de molinos de viento, con fines de extracción de agua de fuentes subterráneas y la creación de estrategias de lucha contra la desertificación.

Tales sistemas de vigilancia y alerta temprana aún no han sido implantados en República Dominicana aunque las instituciones correspondientes en ambos países se encuentran en la mejor disposición, para llevar a cabo esta tarea que, pudiéramos decir, solo requeriría de pequeñas inversiones y gastos en asesoría científica y adaptación de softwares cubanos, no comerciales.

3.9.12 Consideraciones generales

La tarea de adaptación al impacto de los cambios climáticos es de una extrema complejidad e involucra todos los factores políticos, económicos y sociales, tanto en el plano interno como en el ámbito mundial. Así ha sido reconocido por todas las agencias internacionales del sistema de Naciones Unidas y por los gobiernos representados en ella. El modo de enfrentar el complejo y muy costoso problema de la adaptación ha estado en polémica constante desde la Cumbre de Río de Janeiro en 1992 y su análisis y estudio ha conllevado costos y esfuerzos considerables a todos los involucrados. Recientemente, fue culminado un primer proyecto regional (Centro América, México y Cuba, pero que llegó a incluir a República Dominicana) de adaptación.

No resulta posible resolver la adaptación al cambio climático en el marco de un proyecto limitado y a plazo fijo. La adaptación no es tecnológica ni sectorial solamente, sino que pasa por todas las esferas de la actividad social, incluyendo la conciencia y la percepción de los seres humanos que la constituyen. Por lo tanto, consideramos incluir este epígrafe de consideraciones generales para indicar los pasos que deberían realizarse para garantizar que la temática de la adaptación al cambio climático deje de ser un tema académico para una élite reducida y se convierta en el objeto de análisis y acciones de la actividad social. Para ayudar a ello hacemos las siguientes recomendaciones finales,

1. Realizar las acciones necesarias desde la dirección central del Estado, para lograr que los problemas del cambio climático y la adaptación a éstos sean incluidos en todos los proyectos y proyecciones de desarrollo futuro que se lleven a cabo en el país. Las autoridades involucradas deben llevar al convencimiento de todos los órganos de planificación y dirección social que resulta ya inadmisibles y erróneos el planificar y tomar decisiones sobre la base de que el clima, en el futuro, va a permanecer estable y cerca de los valores tradicionales.

2. Fomentar la formación de capacidades en la Oficina Nacional de Meteorología, tanto en lo referente al equipamiento tecnológico como en la formación posgrado de los profesionales. Solo así podrá esta institución en el futuro para jugar el importantísimo papel que el cambio climático exigirá de ella para apoyar efectivamente la producción de alimentos en República Dominicana.

4

MITIGACIÓN

Actividades de Mitigación Realizadas En Republica Dominicana.

4.1 Actividades de mitigación realizadas en distintos sectores

4.1.1 Mitigación sector Energía

La producción de energía eléctrica, pieza clave para el crecimiento económico continuado del país que en la actualidad, depende de combustibles importados. En total, la R.D. consume más de 7.4 Mtep² (54.32 millones de barriles equivalentes de petróleo, (Mbep) de energía por año, con 2.05 Mtep (15.05 Mbep) que apoyan la generación de energía. Según datos el consumo de combustible, por renglón, es de 29 por ciento de crudo; 22 por ciento de fuel oil (FO); 22 por ciento de diesel (GO); 12 por ciento de gasolinas motor y de aviación (GS), según datos del año 2001.

Cuadro No. 59. Energía generada neta (GWh)

	Ene.	Feb.	Mar.	Abr.	May.	Jun.	Jul.	Ago.	Sep.	Oct.	Nov.	Dic.	Totales
2000	732.4	682.3	776.0	750.6	798.1	802.1	776.7	783.0	835.2	850.6	832.3	903.0	9,522.3
2001	813.7	718.6	803.8	769.7	839.1	811.1	823.8	764.8	747.0	808.0	706.2	808.0	9,413.6
2002	827.9	742.2	791.7	798.3	845.2	828.1	857.5	877.7	832.5	921.3	885.3	901.1	10,108.7
2003	879.8	802.0	909.1	878.0	939.2	897.0	885.0	900.3	863.0	875.8	733.5	833.7	10,396.4
2004	796.7	610.4	847.0	846.1	908.1	680.4	598.3	698.3	661.7	746.0	692.8	782.2	8,867.9
2005	725.6	674.2	786.0	800.4	850.1	868.9	891.2	889.8	865.3	829.2	815.6	827.0	9,823.4
2006	793.8	744.4	867.9	871.5	951.9	932.0	946.8	978.1	926.1	932.0	879.0	886.0	10,709.3

Fuente: Organismo Coordinador del SENI

4.1.2 El sector industrial

El sector industrial en la República Dominicana incluye ingenios azucareros, otras industrias alimentarias, procesadoras de tabaco, textiles y cuero, productos químicos y plásticos, cemento y cerámicas, "zonas francas" (zonas de producción sin gravámenes fiscales, generalmente para exportación), y una cantidad de pequeñas y variadas fábricas. Anualmente, el sector consume 7.34 Mbep, por año, aproximadamente un 35% en forma de electricidad (4.070 GWh/año). Cemento y cerámica (27%); otras industrias alimentarias (24%); y zonas francas (24%) son los mayores consumidores industriales de electricidad en el país.

4.1.3 Sector residencial

Según el BENRD, el consumo de energía eléctrica de los hogares dominicanos está cerca de los 9 Mbep, por año. Más del 20% de esta cantidad es consumida por hogares urbanos en forma de electricidad (3,652 GWh). La mitad de la energía suministrada a los hogares urbanos se utiliza para cocinar; mientras que el 26% se utiliza para enfriar, el 7% para refrigeración, y el 6% para iluminación.

El balance energético también incluye datos agregados de energía para edificios, que incluyen edificios comerciales, oficinas de gobierno y el sector de servicios. En el año 2001, el consumo en este sector fue de 1.72 Mbep, donde los hoteles representaron un 43% del total; mientras que el consumo en restaurantes fue aproximadamente del 11%. Este sector consumió 2,093 GWh de electricidad--75% del total de su consumo de energía. También se usan diesel (0.3 Mbep); y GLP (0.15 Mbep).

4.1.4 Transporte

Es este el sector de mayor consumo de combustibles en la República Dominicana (15.56 Mbep). La gasolina representa un 50% del uso total (7.56 Mbep); mientras que el diesel representa aproximadamente un 25% (4.04 Mbep). El combustible para aviación (19%); y el GLP (6%) son los otros combustibles consumidos por el sector. En el año 2001, se tenían cerca de 1.6 millones de vehículos matriculados en la República Dominicana. Más de la mitad eran motocicletas, y cerca del 25% correspondía a automóviles. El parque vehicular se aumentó siete veces entre el año 1995 y el año 2000, aumentando la contaminación del aire y la congestión de tránsito en la capital de la nación, Santo Domingo (Figura 100).

Participación capacidad instalada-MW por tecnología

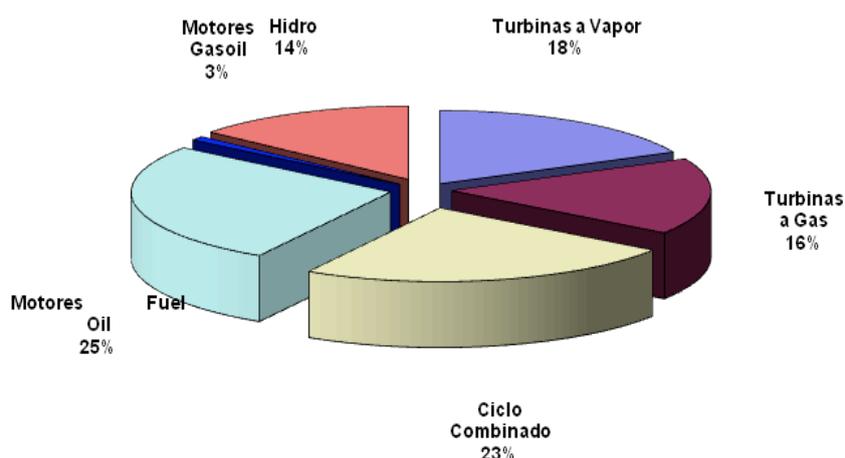


Figura 100. Estrategia de eficiencia energética para la República Dominicana.

4.1.4.1 Mitigación sector Transporte.

En general, existen cuatro formas como se podrán utilizar inversiones en el sector transporte para reducir las emisiones de gases de efecto invernadero. Las inversiones podrían ser dirigidas a cambiar la demanda de transporte, mediante la asistencia a las autoridades públicas en establecer zonificación de mayor densidad y uso mixto.

Podrían hacerse inversiones que promuevan entre las personas el cambio de forma de transporte, especialmente del transporte utilizando su vehículo personal que se ha de usar el transporte colectivo público.

Las inversiones podrían dirigirse a cambios en los vehículos al promover el uso de vehículos con uso de combustible más eficiente. Finalmente podrían hacerse inversiones que resulten en un cambio en el uso de combustibles con menos carbono-intensivos por parte de los vehículos en circulación.

Las inversiones que resulten en una conversión hacia combustibles de menor emisión es probable que sean las más apropiadas para oportunidades MDL en el sector transporte. Establecer parámetros de referencia y adicionalidad basados en el tipo de combustible debería ser relativamente sencillo, si no se esperan conversiones de combustible en caso de continuar con el escenario existente.

A la vez, sin embargo, la provisión de combustible para vehículos es altamente dependiente de una infraestructura existente y que requiere de gran capital. En adición, la República Dominicana no tiene acceso inmediato a gas natural. Por este motivo, es poco probable que grandes inversiones MDL para iniciativas de conversión de combustible puedan ser realizadas en el país.

Se espera que reduzca el volumen enorme de vehículos que circulan en las calles de la ciudad; por lo tanto, se reducen, significativamente, las emisiones de GEI, asociadas con el transporte urbano.

Se discute, en la actualidad, un proyecto de ley, para promover el uso de combustible de mezcla de etanol. Existe una Comisión Técnica Interinstitucional para el desarrollo de las regulaciones correspondientes. La Secretaría de Industria y Comercio y el Instituto Nacional del Azúcar (INAZUCAR) son las entidades coordinadoras²⁶.

Una empresa privada dominicana, Soleil Vert Energías Renovables, está construyendo una refinería de biodiesel que tendrá una capacidad de producción de 5,000 a 7,500 galones de biodiesel al día, cuyo inicio de operaciones está programado, para mayo 2005.

En el proceso, se pretende utilizar de 1.5 a 2 millones de galones de aceite vegetal usado. Según los promotores del proyecto, no se precisa de adaptación, para que los vehículos regulares puedan utilizar este combustible. Aunque esta tecnología no ha sido probada comercialmente, podría abrir oportunidades para su replicación en el futuro cercano como proyectos MDL potenciales.

Las principales barreras para el desarrollo de proyectos MDL, en este sector, incluyen la ausencia de un sistema de control de emisiones que satisfaga los estándares internacionales y provea datos exactos, ausencia de estadísticas y datos confiables sobre el número de vehículos registrados y su mantenimiento, y la existencia de distintas instituciones de gestión y regulación.

Dado las preocupaciones de la región sobre las limitaciones de espacio disponible, las preocupaciones sobre salud pública y las consecuencias económicas de la completa dependencia en importaciones de combustibles fósiles, los gobiernos regionales han identificado el transporte como un sector importante para potenciales inversiones relacionadas con el MDL.

No obstante, a pesar del deseo de mostrar el sector transporte como un sector práctico para inversiones y reducción de emisiones, a través del MDL, las oportunidades en este sector son limitadas.

4.2 Cambio de uso de suelo y cobertura forestal en el Parque Nacional Los Haitises 1988 – 2006.

4.2.1 Antecedentes

La primera decisión del Gobierno dominicano de proteger la zona de Los Haitises, data del 1968, cuando con la Ley No. 244-1968 se constituye la reserva forestal de 208 km² de la zona vedada Los Haitises. Sucesivamente, en 1974, con la Ley No. 67-1974, dicha reserva se convierte en parque nacional, sin que cambien sus límites.

Luego de su creación en 1974, el Parque Nacional Los Haitises ha experimentado varias modificaciones, que han incluido entre sus límites sitios de elevado valor de la naturaleza, ubicados principalmente en la parte costera. A partir de los años 90, se empezó a prever una zona de amortiguamiento en los entornos del Parque. La Ley 202-04, actualmente vigente, no menciona ninguna área de amortiguamiento para el Parque.

²⁶ Comisión Nacional de Energía, 2004. Plan Energético Nacional 2004-2015. Julio 2004.

Los límites del Parque han cambiado en varias ocasiones y todavía no se ha logrado un reconocimiento definitivo de los mismos. En el Cuadro, se presenta un resumen de los cambios ocurridos en la extensión del Parque Nacional Los Haitises desde el 1976. Aunque en el transcurso del tiempo se hayan venido tomando medidas para reducir la presión antrópica sobre el Parque Los Haitises, las talas de árboles en la zona de amortiguamiento del Parque siguen ocurriendo (Castillo, 2007).

El estudio tuvo como objetivo proporcionar una línea base sobre el cambio de uso de suelo y cobertura forestal ocurridos en un período de cerca 20 años (1988- 2006) en el territorio del Parque Nacional de Los Haitises, Nordeste de República Dominicana, el cual se caracteriza por grandes problemas de conflictos en el uso de la tierra. Y llevado a cabo a través del análisis de imágenes satelitales LANDSAT ETM+ de diciembre 1988 y marzo 2006 respectivamente, soportada por chequeos de campo en el territorio del Parque y su entorno y utilizando cuatro categorías de cobertura del suelo: manglar, bosque, cultivo y matorral.

4.2.2 Caracterización del área de estudio

4.2.2.1 Caracterización geográfica, física y de vegetación

El Parque Nacional Los Haitises, ubicado en el noreste de la República Dominicana, cubre un área alrededor de 631 km², delimitada por las coordenadas UTM 21 15320 396225 y 2085720 459800, según lo establecido por la Ley Sectorial de Áreas Protegidas No. 202-2004, que fija sus límites definitivos (Figura 101). De acuerdo con la misma Ley, es uno de los 17 parques nacionales del Sistema Nacional de Áreas Protegidas.

Su territorio incluye cinco provincias: Duarte, Sánchez Ramírez, Samaná, Monte Plata, y Hato Mayor. Desde el punto de vista geológico, la región de Los Haitises, que ocupa un área de alrededor de 1,200 km², es un “horst” tectónico, constituido por rocas calizas miocénicas.

Esto produce formaciones kársticas tropicales entre las más extensas de República Dominicana, caracterizadas por colinas, cuevas (Pegán-Perdomo, 1976; AA.VV., 1994; Cámara Artiga et al., 1995), acantilados y grandes depresiones rellenas de arcillas, separadas por colinas largas y estrechas que localmente toman el nombre de mogotes (Zanoni et al., 1990).

Coherentemente con sus características litológicas y geomorfológicas, los suelos del territorio de Los Haitises pertenecen principalmente a dos grupos, correspondiendo a las dos grandes tipologías de sustratos que se encuentran en la zona. Por un lado, hay suelos calizos, que se desarrollan en las áreas del macizo kárstico de Los Haitises, y por otro hay suelos de varia naturaleza que presentan una serie edáfica muy bien diferenciada, que se desarrollan sobre los materiales aluviales del Bajo Yuna. La conformación orográfica del área hace que los vientos Alisios húmedos descarguen grandes cantidades de lluvia en la zona, que cuenta con elevados aportes de precipitación: la precipitación-promedio anual es alrededor de 2,000 mm.

La lluvia es bien distribuida en el año, aunque se considere una estación con precipitación menos abundante entre enero y marzo, cuando se cuenta con una precipitación promedio de 100 mm por mes (datos ONAMET). La temperatura promedio anual es alrededor de 26 °C. La vegetación del Parque Nacional Los Haitises se clasifica como “bosque húmedo subtropical” (Zanoni et al. 1990). En el área, se encuentran diferentes tipos de formaciones vegetales, cada uno adaptado a la cuota, topografía y naturaleza específicas del sitio (AA.VV., 1991; Hager y Zanoni, 1993):

- El bosque semideciduo;
- Las asociaciones rupícolas costeras, con características de adaptación a los perfiles rocosos de las costas;
- La vegetación de los acantilados;
- La vegetación de los cayos; y

- Los manglares.

A esta diversidad florística corresponde una gran diversidad especies de animales en peligro de extinción, como la cotorra, la jutía, el solenodonte, la jicotea y el manatí. Además, de un total de 270 especies de aves identificadas en el país, en el territorio del Parque se encuentran 110, lo que indica que el Parque sirve de hábitat a un poco más del 40% de las aves del país.

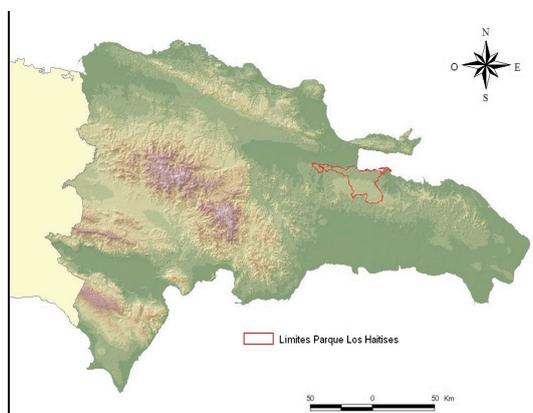


Figura 101- Límites del área del Parque Nacional Los Haitises (Ley 202-04).

4.2.3 Metodología

4.2.3.1 El estudio se realizó en dos etapas principales

La primera, parte del trabajo fue dedicada a la recolección del material bibliográfico, relativo a los estudios ya producido sobre el área del Parque Nacional Los Haitises. En el Anexo A se reporta la lista de los principales estudios disponibles.

En una segunda fase, se analizaron imágenes satelitales LANDSAT 7 ETM+ de dos periodos diferentes, respectivamente 12 de diciembre de 1988 y 1 de marzo de 2006, relativas al área del Parque (ver Anexo B). La selección de las imágenes fue guiada por los siguientes criterios:

- Posibilidad de hacer comparaciones con el estudio de cambio de uso de suelo, realizado entre el 1984 y el 1989;
- Escasa presencia de nubes en el área de interés; y
- Uso de imágenes que pudieran ser comparables, en términos de desarrollo de la cobertura vegetal.

Las imágenes seleccionadas cumplen con los tres requisitos mencionados arriba. En especial, con relación al último punto, se decidió comparar una imagen del mes de marzo (2006) con una del mes de diciembre (1988), perteneciendo ambos meses a la estación menos lluviosa.

El porcentaje de no data presentes en las dos imágenes utilizadas se sitúa alrededor del 20%. En el caso de la imagen del 1988, esto se debe a la presencia de nubes en el área. En la imagen del 2006, la superficie cubierta por nubes es bastante reducida (alrededor del 10% de la superficie del Parque), pero la imagen está afectada por errores ligados a un sensor que en los satélites LANDSAT 7 no está funcionando desde 2003.

En efecto, a partir del 31 de mayo de 2003, el satélite está funcionando en modalidad SLC-off, que quiere decir sin el Scan Line Corrector, el cual corregía las distorsiones ligadas al movimiento del Landsat 7.

Debido a la falta de operación de dicho corrector, las imágenes recolectadas están afectadas por líneas en zig-zag, en las cuales se duplican datos. Dicho error afecta, en particular las zonas externas de la imagen, mientras que resulta reducido en la porción central de la misma, donde el Landsat 7 ETM+ todavía logra adquirir datos con calidad muy parecida a la de las imágenes anteriores al 2003.

La decisión de usar dicha imagen fue tomada sobre la base de dos consideraciones:

- La imagen de marzo 2006 está casi libre de nubes, lo cual constituye una excepción para el área del Parque, que se presenta en la mayoría de los casos con cielo cubierto. En efecto, en el Periodo 2003-2006, la imagen seleccionada es entre las pocas con baja cobertura de nubes;
- La zona del Parque ocupa la porción central de la imagen satelital, así que el número de pixels con errores es reducido.

La comparación de las dos imágenes permitió reconstruir una línea de base, profundizable con estudios futuros, para analizar los cambios de uso de suelo ocurrido en la zona en un periodo de 18 años. Para el análisis se utilizó el software ERDAS (versión 8.5).

Primero se realizó una clasificación no supervisada de las dos imágenes, que permitió obtener dos mapas de uso de suelo, para los años 1988 y 2006, respetivamente.

Dichos mapas representaron un primer intento de clasificación del área de estudio, que fue discutido en fase de planificación de los chequeos de campo, necesarios para realizar una clasificación supervisada.

Se realizaron visitas de campo, para constatar in situ el estado de la vegetación, para lo cual se recorrieron dentro del Parque y en su entorno, alrededor de 45 km. La ubicación de los puntos de investigación está mostrada en la Figura del Anexo C.

La clasificación supervisada, llevada a cabo a través de ERDAS, fue acompañada por un paralelo análisis visual de las imágenes satelitales, lo cual ha permitido completar las informaciones recolectadas durante los chequeos de campo. Se operaron varias clasificaciones supervisadas, en las cuales se aportaron, a través de un proceso iterativo, correcciones a los resultados obtenidos, basadas en el análisis visual, hasta llegar a un mapa final para cada año investigado.

Para llevar a cabo la clasificación de estas imágenes satelitales, se utilizaron categorías extremadamente generales, pero que permitieran lograr el objetivo de evaluar en particular la situación de la superficie boscosa del territorio del Parque. Las categorías usadas fueron cuatro: A) Bosque, B) Matorral, C) Cultivo, D) Manglar.

La decisión de usar categorías generales responde también a las limitaciones que impone un análisis basado exclusivamente en imágenes satelitales LANDSAT 7 ETM+, las cuales presentan una banda espectral limitada, sólo siete canales, y una resolución de 30 m². En el Cuadro No. 60, se presenta el cambio de uso y cobertura de suelo observado para las cuatro categorías utilizadas en la clasificación.

Cuadro No. 60. Uso y cobertura de suelo en 1988 y 2006 y variaciones relativas.

Categorías	1988			2006		% de variación (B)	Diferencias entre 2006 y 1988 (km ²)
	km2	km2 corregidos (A)	%	km2	%		
Manglar	15	16	3%	8	1%	-50%	-8
Cultivo	114	115	22%	120	21%	4%	5
Bosque	77	78	15%	262	46%	235%	184
Matorral	309	310	60%	177	31%	-43%	-133

Notas

A. La corrección fue aportada para compensar el mayor número de datos faltantes en 1988. El número de kilómetros de cada categoría de uso de suelo fue corregido, suponiendo que el porcentaje de cobertura de las clases analizadas en las zonas con datos faltantes sea el mismo encontrado en las áreas sin nubes. El factor de proporcionalidad usado, para que los datos de 1988 fueran comparables con los de 2006, a la extensión total analizada en 2006 fue obtenido, dividiendo la extensión total analizable en 2006 (579 km²) por aquella de 1988 (515 km²).

B. El porcentaje de variación relativa de cada categoría está calculado como diferencia porcentual entre la superficie cubierta en 2006 y 1988 reportada a la superficie cubierta en 1988: $(S_{2006} - S_{1988}) / S_{1988}$

El análisis tanto de los mapas como del Cuadro 4a evidencia que en los dieciocho años del período investigado hubo una recuperación del bosque, que ahora representa la cobertura principal en el área este-nordeste y en gran parte de la porción central del Parque.

La superficie cubierta por los manglares se ha reducido, aunque el porcentaje de reducción deba ser considerado inferior al 50% que aparece en el Cuadro de arriba, debido a que la imagen satelital de 2006 presenta datos faltantes propios en la zona nordeste, que en realidad, está ocupada por vegetación de este tipo. De todos modos, una parte de la reducción identificada puede considerarse efectiva, no tanto en la zona nordeste, sino en el área del Bajo Yuna incluida en los límites del Parque. El fenómeno puede atribuirse, en parte, a la aumentada presión antrópica en dicha área, luego de la reducción de la superficie del área protegida decretada por la Ley 202-04 actualmente en vigor.

En el Período 1988-2006, hubo contemporáneamente una disminución de la superficie, cubierta por matorral, que ha pasado de 310 a 177 km², y un incremento, aunque muy reducido, de la superficie agrícola. Este último puede explicarse por un lado con el porcentaje de datos faltantes en la imagen de 1988, muchos de los cuales se concentran en la porción central del brazo noroeste del Parque, donde presumiblemente había presencia de abundante explotación agrícola.

Pero, por otro lado, si se toma en cuenta la porción más occidental del Parque y se hace una comparación entre los dos años investigados, es evidente un incremento considerable del área bajo cultivo registrada en 2006. Esto deja suponer que parte del incremento identificado sea efectivo y esté ligado a una migración de la actividad agrícola hacia los territorios occidentales del Parque Los Haitises. Figuras 102 y 103.

La reducción del matorral, en gran porcentaje, depende de su transformación en una vegetación de estadio evolutivo más avanzado, como explicaría el aumento ocurrido en la superficie boscosa (centro y este-nordeste del Parque), y, en mínima parte, de su reducción, en algunas áreas, a terreno agrícola (principalmente región oeste).

Finalmente, el análisis de las imágenes satelitales permite destacar un elemento no estrictamente vinculado al uso del suelo en el territorio del Parque, sino a lo presente en la cuenca del río Yuna que, de manera indirecta, afecta también el área protegida. Comparando la foto satelital de 2006 con la de 1988, es evidente el incremento de la cantidad de sedimento que llega en las aguas de la Bahía de Samaná, transportado por el río Yuna. Esto se evidencia como un problema muy serio, no sólo porque indica un empeoramiento de la erosión del suelo en la cuenca del río Yuna, sino también que, reduciendo la transparencia de las aguas marinas, determina impactos negativos considerables sobre la vegetación marina de la Bahía.

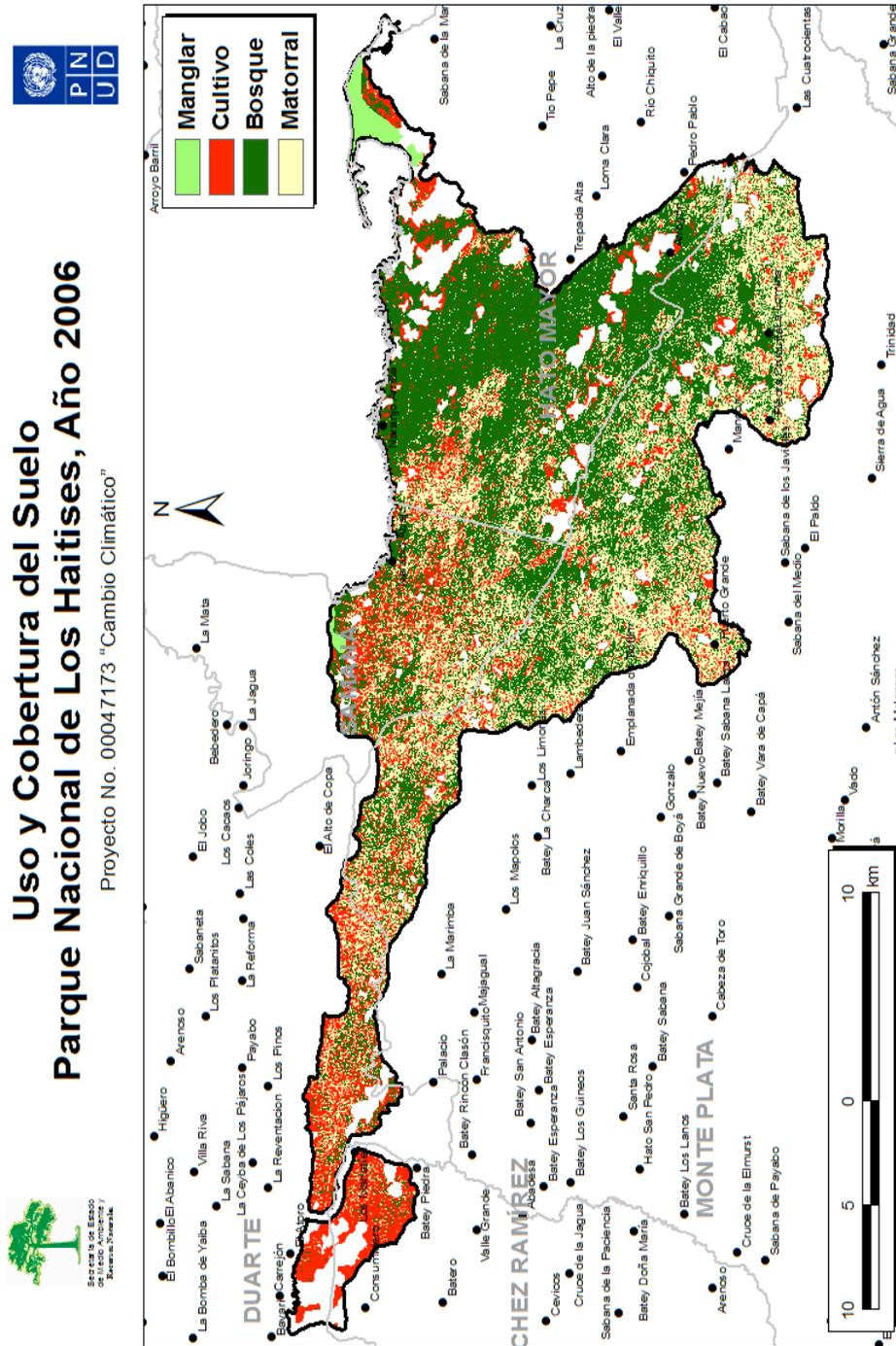


Figura 103. Disminución de la superficie cubierta por matorral período 1988-2006, contemporáneamente con la superficie agrícola.

Figura 103. Disminución de la superficie cubierta por matorral período 1988-2006, contemporáneamente con la superficie agrícola. 4.2.4 Conclusiones y Recomendaciones

4.2.4 Conclusiones y Recomendaciones

El Parque Nacional Los Haitises se enmarca muy bien en este tipo de discusión, y es el área protegida con los mayores conflictos sobre el uso del suelo. Su historia está caracterizada por episodios de continuos desalojos de personas del área del Parque, las cuales se han convertido en “refugiados medioambientales” (Geisler 2001; Geisler, 2003).

Los resultados del análisis han evidenciado una recuperación de la cobertura boscosa en áreas que en el pasado, resultaban abundantemente interesadas por actividades agrícolas. Esto testimonia que las acciones de conservación y protección, llevadas a cabo, a partir del desalojo de 1992, han logrado, en parte, algunos de los efectos esperados, o sea, una reducción de la presión antrópica en muchas áreas.

Por otro lado, se evidencia una mayor concentración de la actividad agrícola en la zona oeste del Parque. Esto induce a pensar en una migración de la presión antrópica. El territorio occidental del Parque parece hoy más vulnerable que en el pasado, sobre todo, por tener una proporción de perímetro/área muy alta y contemporáneamente por estar rodeado por asentamientos humanos.

Finalmente, cabe subrayar el impacto producido por la carretera Santo Domingo–Samaná, actualmente en construcción. Dicha obra, además de cruzar el territorio del Parque, por la porción más estrecha, que se corresponde con el brazo occidental, al noroeste de La Marimba, y que afecta, directamente, el sistema kárstico de los mogotes del área, producirá, a mediano y largo plazos, la ulterior concentración de los asentamientos antrópicos y el incremento del tráfico en la zona.

En este sentido, para lograr el objetivo de la conservación de un área con un valor de la naturaleza tan elevado; pero también para garantizar una reducción de los conflictos que actualmente siguen caracterizando al Parque Nacional Los Haitises, será muy importante desarrollar una política de manejo del área del Parque, a fin de que sea más efectiva y participativa. El esfuerzo mayor deberá dirigirse hacia la región occidental, donde la situación actual no sólo no deja prever, en el mediano plazo, una recuperación de la vegetación potencial, sino que también hace considerar muy probable la hipótesis de una ulterior degradación del territorio.

Con los años, ha aumentado la cantidad de sedimento que llega a la Bahía de Samaná. Esto obliga a tomar medidas urgentes para la planificación de las actividades territoriales, a escala regional, que tengan como objetivo la conservación de la calidad de los suelos y, por ende, de los ambientes marinos receptores. Es necesario que se desarrolle una modalidad de intervención de tipo holístico, que parta del considerar y tratar el territorio como un sistema complejo y no simplemente un conjunto de componentes separados. Bajo dicha perspectiva, para una eficaz planificación, que tenga como objetivo el desarrollo sostenible de la comunidad humana, es necesario enfocarse en las relaciones, a diferentes escalas, que se producen entre los diversos elementos y agregados de elementos, que proponen acciones, al nivel más adecuado y oportuno, según el principio de subsidiariedad.

En resumen, los resultados del estudio destacan la importancia de seguir investigando el tema del uso del suelo en el área del Parque Nacional Los Haitises, con miras a lograr una mayor profundización de los detalles no alcanzables con esta investigación de base. En especial, sería importante favorecer técnicas de análisis cruzadas, que puedan basarse en uso de fotos aéreas, imágenes satelitales con mejor resolución espectral y, sobre todo, una actividad extensa de levantamiento de campo. Conjuntamente con el análisis del contexto y de las características de uso de suelo, debería llevarse a cabo un atento análisis socio- económico del área donde surge el Parque, de manera que se pueda bien interpretar el tipo de estructura observada en el paisaje y dirigir sucesivamente las acciones de planificación para el ordenamiento del territorio.

5

PROGRAMAS QUE COMPRENDEN MEDIDAS PARA MITIGAR EL CAMBIO CLIMÁTICO

5.1 Introducción

En concordancia con los artículos 4.1 y 12.1 la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre Cambio Climático insta los países tanto del Anexo I como a los del Anexo I a desarrollar medidas nacionales y regionales que desemboquen en la mitigación del cambio climático, debido principalmente a causas antropogénicas. En el caso de la República Dominicana, tales medidas han sido orientadas a reducir el incremento de emisiones de gases de efecto invernadero en el sector energético nacional, al uso de las energías renovables, los biocombustibles, la reforestación y en un futuro, la implementación de proyectos de Reducción de Emisiones por Deforestación y Degradación (REDD).

De forma detallada, presentamos los programas y medidas, que son de utilidad de acuerdo con los sectores específicos, que facilitan la mitigación del cambio climático, y a fin de avanzar en el mandato de la Convención, en los últimos años el país ha realizado un importante esfuerzo, a través de estudios, aprobación de proyectos públicos y privados y la promulgación de la Ley de Energías Renovables en el 2007.

Los recursos financieros para la realización de estudios han provenido del Fondo para el Medio Ambiente Mundial (GEF) por sus siglas en inglés, con fondos del Estado Dominicano y el sector privado. La Oficina Nacional de cambio Climático (ONCC), a través de la Subsecretaría de Gestión Ambiental, de la Secretaría de Estado de Medio Ambiente y Recursos Naturales, la cual desde su creación el año 2000, ha estado involucrada en el proceso de los estudios y elaboración de documentos técnicos. Estos estudios son:

5.2 Estudio de mitigación de gases de efecto invernadero originados por la quema de combustibles y emisiones fugitivas

Se trata de un informe cuya principal virtud es sintetizar los hallazgos de excelentes trabajos realizados en vinculación a la potencial evolución futura del sistema energético de República Dominicana. Los resultados de la primera *comunicación nacional* ante la Convención Marco de Cambio Climático, los minuciosos estudios sobre las posibilidades de las fuentes nuevas y renovables de energía y el uso racional de la energía, y otros diagnósticos que existen en el país.

Los trabajos de inmejorable calidad conceptual, realizados por Fundación Bariloche, Humberto Rodríguez y Odón de Buen R., constituyen los elementos básicos que nutren este informe y permiten extraer las conclusiones que de ellos se derivan.

5.2.1 Objetivo y contenido del Informe

Los objetivos planteados en el estudio implicaban desarrollar un relevamiento (sobre la base de información secundaria) de la situación sobre las emisiones de GEI, vinculadas a la quema de combustibles y las acciones desarrolladas en los últimos años (incluyendo programas, Proyectos relevantes y todo otro tipo de iniciativa) en República Dominicana que hayan resultado, real o potencialmente efectivas en mitigar las emisiones de GEI, reduciendo la quema de combustibles.

A tal fin, las actividades se concentraron en la recopilación, revisión y análisis de los antecedentes pertinentes, es decir, relacionados con acciones o propuestas orientadas a la mitigación de emisiones de GEI, vinculadas a quema de combustibles (Energía); sintetizar la información disponible; describir las principales lecciones y conclusiones y estimar cuales son los sectores, acciones o medidas que ofrecen las mejores oportunidades para la mitigación de GEI.

En este estudio, se tiene la oportunidad de ampliar el alcance previsto, originalmente vinculado, exclusivamente, a una presentación descriptiva, brindando la oportunidad de incorporar estimaciones sobre el potencial de mitigación y, para algunos casos seleccionados, incluir la estimación de costos asociados.

5.3 Metodología usada

La metodología descansó en el análisis de documentación existente y la síntesis de los aspectos de la misma que eran relevantes a los efectos de la presentación de opciones de mitigación de GEI en el sector Energía.

En este sentido, merece destacarse que, si bien no hubo un extenso número de documentos disponibles, la calidad y profundidad de los trabajos consultados facilitaron la tarea y proveyeron de una amplia, nutrida y válida información para el cumplimiento de los objetivos de este informe.

Entre ellos podemos citar a) La primera comunicación nacional; b) Diagnóstico y definición de líneas estratégicas del sub-sector *fuentes de energía nuevas y Renovables* (FENR), c) Diagnóstico y definición de líneas estratégicas sobre el *uso racional de energía* (URE) en República Dominicana; d) Prospectiva de demanda de energía; y Análisis de las características actuales del consumo de energía.

5.4 Costos de Implementación de un Programa de mitigación de gases de efecto invernadero (GEI)

El concepto de costo de mitigación o costo incremental de mitigación está asociado a beneficios globales orientados, en este caso concretos, a la reducción de emisiones de GEI. Se trata de un concepto complejo, no de fácil aplicación, el no simplificar su tratamiento puede implicar una subestimación de los costos de mitigación.

En la literatura económica, los costos completos de una propuesta suelen denominarse costos de oportunidad, esto es el valor de los desarrollos que hubiesen tenido lugar con los recursos destinados al proyecto en estudio.

En nuestro caso, estas consideraciones son necesarias para aclarar que los datos y costos tomados o estimados sobre la base de los ejemplos considerados son parciales y limitados, y no deben interpretarse como costos de mitigación ya que no incluyen la totalidad de los conceptos necesarios para calificarlos como tales.

En esencia, en la totalidad de los ejemplos, se trata de costos directos completos o brutos asociados exclusivamente a la tecnología, evaluados y calculados desde una óptica financiera.

Un ejemplo eólico: Parque Eólico Guzmancitos ⁽¹⁾.

Se considera un parque eólico de 49.5 MW que se va a desarrollar en la región de Guzmancitos en la provincia Puerto Plata al noroeste del país. Incluye 30 aerogeneradores de 1.65 MW. El factor de capacidad de 37% y una generación anual de 162.4 GWh. Los costos están formados por los costos de inversión, los de operación, anuales, y los costos de reemplazo, durante la vida útil supuesta ⁽²⁾ (**Cuadro No. 61**).

1 De acuerdo con la información contenida en Rodríguez M., H. op.cit. Los detalles técnicos y económicos del emprendimiento pueden encontrarse en tal informe.

2 No se han considerado exactamente todos los rubros por diferencia de criterio.

Cuadro No. 61. Costo del parque eólico Guzmancitos

Costos detallados		Parques de 50 MW	Costos Totales (US\$)
Estudios previos		5 US\$/Kw	250.000
Inversión	Turbinas	1100 US\$/Kw	55.000.000
	Obras civiles	150 US\$/Kw	7.500.000
	Logística	45 US\$/Kw	2.250.000
	Equipamiento eléctrico	50 US\$/Kw	2.500.000
	Honorarios	80 US\$/Kw	4.000.000
	Subestación + Interconexión	108 US\$/Kw	5.375.000
	Distancia a la red	9,5 Km	
	Subestación e interconexión	3.000.000 US\$	
	Interconexión a la red	250.000 US\$/Km	
Anuales	O&M (% inversión total)	2%/AÑO	1.532.500
	Arrendamiento	0,2%/año	153.250
Re-inversiones	Tren de potencia	US\$ 2.000.000 (10 años)	
	Aspas	US\$ 2.000.000 (15 años)	

El cálculo de los costos de generación por Kwh y de los costos de mitigación por tonelada de CO₂ evitados, requiere la transformación de los datos anteriores en un costo anual equivalente y su ponderación por la generación de electricidad y las emisiones evitadas. El cálculo para diferentes tasas de descuento genera los siguientes resultados en términos de costo de mitigación brutos directos ⁽³⁾.

Cuadro No. 62. Conjunto de hipótesis y parámetros asumidos

Conceptos	Unidades	Valores
Inversión unitaria	US\$/Kw	1576
Potencia	MW	49,5
O&M	US\$	1.685.750
Energía	MWH	162400
Tasa de descuento	%	6, 10 y 12
Vida útil ()	años	20
Factor de capacidad	%	37
Emisiones ()	Kg CO2/Kwh	0,611

Finalmente, resulta oportuno recordar que los cálculos anteriores solo incluyen los costos directos asociados a la tecnología.

³ No se han deducido los costos evitados por el no desarrollo de la alternativa ni se han adicionado los costos de la inversión de respaldo frente a la generación intermitente de la eólica.

5.5 Costos de aprovechamiento del potencial solar

En este caso, aceptando que las aplicaciones son múltiples, de acuerdo con la información disponible se plantean los ejemplos de calentadores solares y paneles fotovoltaicos, en ambos casos en reemplazo de electricidad para satisfacer usos finales similares.

5.5.1 Calentadores solares

La evaluación de los costos del sistema se basan en los datos disponibles de inversión, operación y mantenimiento (O&M), de acuerdo con una instalación representativa y con valores representativos de la situación local o, en su defecto, datos internacionales ⁽⁴⁾.

Cuadro No. 63. Tasa de descuentos

Tasas de descuento	6%	10%	12%
Costo anual equivalente	8.985.603	11.386.250	12.809.381
MWH	162400	162400	162400
US\$/MWH	55,33	70,11	78,88
Ton CO2	99226,4	99226,4	99226,4
US\$/TON CO2	90,6	114,8	129,1

Se desarrolla el cálculo para calentadores con capacidades de 50, 100 y 150 galones, suficientes para el consumo de 3, 6 o 9 personas y los costos están formados por los costos de inversión y los de operación anual.

Cuadro No. 64. Costo de inversión

Características de los calentadores solares			
Vida útil – años	15	15	15
Potencia – galones	50	100	150
Costo de Inversión -US\$	1065	1710	2.355
Costo de O&M - US\$	21.3	34.2	47.1
EE evitada - KWH/año	1643	3285	4.928
Costo EE evitada US\$/Kwh	0.23	0.23	0.23
Kg CO2/Kwh	0.659	0.659	0.659
Costos evitados US\$/año	371	742	1113

El cálculo de los costos de generación por Kwh y de los costos de mitigación por tonelada de CO₂ evitados, requirieron la transformación de los datos anteriores en un costo anual equivalente y su ponderación por la generación de electricidad equivalente y las emisiones evitadas. El cálculo para diferentes tasas de descuento genera los siguientes resultados en términos de costo de mitigación brutos y netos directos.

⁴ Al igual que en el caso anterior, una porción sustantiva de la información se ha tomado de los informes de Rodríguez, H. y Odon de Buen.

Cuadro No. 65. Calentador de 50 Galones

Calentadores de 50 galones			
Tasa de descuento	6%	10%	12%
Costo anual equivalente	-240	-210	-193
Kwh	1643	1643	1643
US\$/kWH	0.08	0.10	0.11
Kg CO2/año	1082.7	1082.7	1082.7
US\$/Kg CO2 – neto	-0.22	-0.19	-0.18
US\$/Ton CO2 – bruto	101.4	149.0	164.1

Cuadro No. 66. Calentador de 150 galones

Calentadores de 150 Galones			
Tasa de descuento	6%	10%	12%
Costo anual equivalente	-823	-756	-720
Kwh	4928	4928	4.928
US\$/kWH	0.06	0.07	0.08
Kg CO2/año	3247.6	3247.6	3247.6
US\$/Kg CO2 – neto	-0.25	-0.23	-0.22
US\$/Ton CO2 – bruto	89.2	95.3	121.0

Cuadro No. 67. Calentador de 100 galones

Calentadores de 100 galones			
Tasa de descuento	6%	10%	12%
Costo anual equivalente	-532	-483	-457
Kwh	3285	3285	3285
US\$/kWH	0.06	0.08	0.09
Kg CO2/año	2164.8	2164.8	2164.8
US\$/Kg CO2 – neto	-0.25	-0.22	-0.21
US\$/Ton CO2 – bruto	97.1	119.7	131.8

Los costos anuales equivalentes negativos, reflejan la diferencia de costos por unidad (US\$/Kwh) de la alternativa del calentador solar frente a la compra de electricidad al servicio público. Por supuesto, si no se incluyen los costos evitados, el CAE sería positivo.

5.6 Sistemas solares fotovoltaicos aislados

Se trata de aplicaciones remotas que podrían prestar servicios básicos de iluminación, radio y televisión, aptas para zonas rurales. A los efectos del análisis ejemplificativos solo se considera un pequeño sistema SFV de menos de 100Wp y pueden ser usados en 3 puntos de iluminación, durante 4 hs/día, 1 TV Blanco/Negro de 14 pulgadas, durante 4 hs/día y un radio que opera 3 hs/día. Al igual que en los casos anteriores, los costos están formados por los costos de inversión y los de operación, anuales.

Cuadro No. 68. Panel Fovoltaico

Paneles Fovoltaicos	
Vida útil – años	20
Potencia – W	66
Costo de Inversión -US\$	1200
Costo de O&M - US\$/año	60
KWH/año	127
Costo EE evitada US\$/Kwh	0.23
Kg CO2/Kwh	0.659
Costos evitados	29

El cálculo para tres tasas de descuento genera los siguientes resultados en términos de costo de mitigación brutos directos. Los resultados muestran que la mera consideración de los que podríamos llamar costos directos, a los valores indicados en los informes consultados, muestran elevadísimos costos de emisión por tonelada de CO₂ de entre 1600 y 2200 US\$/K, lo cual, salvo otras consideraciones o co-beneficios locales, aleja a esta alternativa de las que pueden considerarse opciones de mitigación atractivas.

Cuadro No. 69. Resultados del análisis financiero

Resultados del análisis financiero			
Tasa de descuento	6%	10%	12%
Costo anual equivalente	136	172	192
Kwh	127	127	127
US\$/kWH	1.30	1.58	1.74
Kg CO2/año	83.7	83.7	83.7
US\$/Kg CO2	1.6	2.1	2.3
US\$/Ton CO2	1593	2027	2262

5.7 Pequeñas centrales hidroeléctricas

Los costos asociados a un emprendimiento hidroeléctrico dependen de muchos factores como las características del terreno, las vías de acceso, el tipo de instalación, la potencia instalada y la interconexión a la red. Al igual que en todos los equipamientos energéticos, la estructura de costos reconoce tres grandes componentes: costos de capital, gastos de O&M y las reinversiones vinculadas a reemplazos mayores. Los costos de capital admiten rangos muy amplios. En el caso de República Dominicana, la bibliografía consultada estima costos-promedio de US\$/KWI 4.000, mientras que los gastos de O&M anuales son el 2.5% anual del costo de la obra ⁽⁵⁾.

5 Meneses, H.L, L.A. Guillermo, M. Silva y T. Scheutzlich (2006). Informe #13: Microcentrales hidroeléctricas para la electrificación rural. POFER. República Dominicana, citado en Rodríguez H. op.cit.

Cuadro No. 70. Resultados del análisis financiero

Resultados del análisis financiero			
Tasa de descuento	6%	10%	12%
Costo anual equivalente	1.952.978	2.621.585	2.982.873
MWH	19710	19710	19710
Costo US\$/kWH	0.10	0.13	0.15
Ton CO2/año	12043	12043	12043
US\$/Kg CO2	0.16	0.22	0.25
US\$/Ton CO2	162.2	217.7	247.7

El cálculo para diferentes tasas de descuento genera los siguientes resultados, en términos de costo de mitigación brutos directos, para una central de pequeña escala.

5.8 Las acciones de uso racional en los sectores de consumo

El potencial de ahorro, debido a acciones de uso racional de la energía es significativo. La intervención, mediante acciones directas o indirectas sobre los sectores de consumo final, presenta complejidades importantes, lo cual dificulta estimar los costos totales de tales acciones y, en consecuencia, estimar los costos de mitigación de GEI.

Los costos de mitigación tienen un alcance mucho mayor que los meros costos incrementales, vinculados a la tecnología o práctica menos emisora, y deben incluir también las acciones para derribar las barreras que impiden que las acciones, ambientalmente amigables, no se implementen espontáneamente. Ver los cuadros Nos. 71 y 72.

Cuadro No. 71. Potencial de ahorro por uso racional de la energía

Sectores	Usos	Vida útil (años)	Inversiones (10 ⁶ US\$)	Consumos evitados	Costos EE evitados (US\$/Kwh)	Coefficientes de emisiones (Kg CO2/Kwh)	Costos evitados (10 ⁶ US\$/año)	Emisiones evitadas (Ton CO2/año)
Residencial	Iluminación	5	12,9	(GWH/año)	0,23	0,659	25,3	72.490
	Conserv. de Alimentos	8	36,0	180	0,23	0,659	41,4	118.620
	aires de acondicionado	8	34,6	500	0,23	0,659	115,0	329.500
Comercial y Servicios	Iluminación	5	9,9	80	0,23	0,659	18,4	52.720
	aires de acondicionado	8	12,8	90	0,23	0,659	20,7	59.310
Industria	Motores Eléctricos	10	8,7	211	0,23	0,659	48,5	139.049

La estimación de los costos equivalentes anuales para las diferentes tasas de descuento permite obtener los siguientes resultados de costos por Ton CO₂ evitada o reducida, en términos costos directos netos y brutos.

Cuadro No. 72. Uso racional en sectores de consumo

Tasas de descuento	Por Conceptos	Residencial			Comerciales y Servicios		Industrias
		Iluminación	Conservación de alimentos	AA	Iluminación	AA	Motores Eléctricos
12%	U\$/Ton CO2 neto	-299,6	-287,9	-327,9	-296,9	-305,7	-338,0
	U\$/Ton CO2 bruto	49,4	61,1	21,2	52,1	43,3	11,0
10%	U\$/Ton CO2 neto	-302,0	-292,1	-329,3	-299,5	-308,7	-338,9
	U\$/Ton CO2 bruto	47,0	56,9	19,7	49,5	40,4	10,2
6%	U\$/Ton CO2 neto	-306,7	-300,1	-332,1	-304,43	-314,4	340,5
	U\$/Ton CO2 bruto	42,3	48,9	16,9	44,6	34,7	8,5

Dado los importantes volúmenes de ahorro de energía como consecuencia de los reemplazos de equipamientos, evidentemente si solo anualizamos los costos adicionales sin considerar los beneficios de la decisión, los costos son positivos aunque, en algunos casos, relativamente bajos (motores eléctricos), y en otros, sorpresivamente altos (iluminación). La estimación de los costos directos brutos, para la tasa de descuento del 10%, asociado a los volúmenes reducidos se observa en el gráfico siguiente.

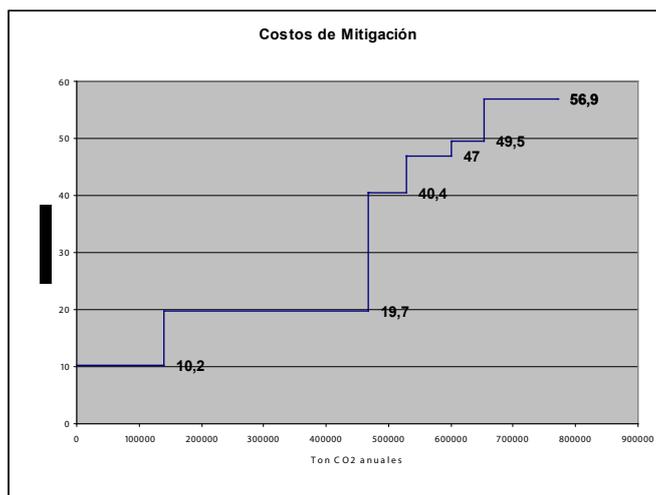


Figura 104. Costo de la mitigación

5.9 Oferta total de energía

La oferta total de energía de República Dominicana es de 7.293 Ktep, de acuerdo con el Balance Energético Nacional de 2005. De ellos, solo 1.035 producción doméstica, el resto es de procedencia importada. La producción nacional de petróleo; gas natural y carbón mineral es nula; los mismos son íntegramente importados. La producción nacional de energía primaria es la siguiente: Como puede apreciarse la leña es el recurso de producción nacional más utilizado; el volumen anual de leña utilizada en cantidades físicas está cercano a las 2 millones de toneladas. Los productos de caña son la segunda fuente local en importancia. (Ver los cuadros 73 y 74.)

Cuadro No. 73. La oferta total de energía

Fuentes	10(3)Tep	%
Leña	531	51,3
Hidroenergía	204	19,7
Productos de caña	262	25,3
Solar	5	0,5
Otras biomasas	33	3,2
Totales	1.035	100%

La hidroenergía aparece disminuida respecto a su real valor en razón a la equivalencia utilizada en la confección del balance 860 Kcal/Kwh, en lugar del equivalente de una máquina termoeléctrica, aproximadamente 2.000 Kcal/ Kwh. Las energías secundarias utilizadas son 6.909 Ktep; de ellas 3.191 son de producción nacional, y el resto 3.710 Ktep son importados. Las importaciones de Energía secundaria están constituidas básicamente por derivados del petróleo.

Cuadro No. 74. Energía Secundaria -2005 – Ktep

Fuentes	Producciones	Importaciones	Variacións de Stock	Totales	Porcentajes
GLP	38,2	702,7	-1,7	739,2	10,7
Gasolina	472,3	626,4	1,2	1100,0	15,9
Gas Oil	439,0	1094,7	-3,8	1529,9	22,1
Fuel Oil	811,1	908,4	9,1	1728,5	25,0
AVTUR	251,4	190,0	2,8	444,1	6,4
Electricidad	1109,3			1109,3	16,1
Resto	70,0	187,5	0,2	257,7	3,7
Total	3191,2	3709,7	7,7	6908,6	

5.10 Caracterización del consumo final total de energía ⁽⁶⁾

En el año 2005, el consumo final total neto fue de 5,198 kTep; de los cuales 247 kTep correspondieron al consumo no energético, y los 4,950 kTep restantes fueron al consumo energético neto (ver Cuadro No. 75).

El principal sector consumidor de energía neta de República Dominicana es el sector transporte, que insume el 47.2% del consumo energético neto. Es notorio que el sector transporte consume más energía que el sector Residencial

⁶ La información correspondiente a este ítem se obtiene de los documentos preliminares del proyecto: Proyecto de Asistencia Técnica al Setor Energía - Préstamo BIRF N° 7217-DO - "Estudio Prospectiva de la Demanda de Energía de República Dominicana" en desarrollo por FB.

(24.6%) y el sector Industrial (20.7%) juntos. Estos tres sectores consumen el 92% del consumo energético del país. El sector Comercial, Servicios y Público consume sólo el 4.2% del total; y los otros sectores (Agropecuario y Minería) el 3.3%.

El consumo neto discriminado de energía del país por fuentes se muestra en el gráfico siguiente. Las principales fuentes del consumo neto son: Gasolinas (19.2%), Electricidad (19.1%), Gas Oil (18.6%) y GLP (14.9%). Las fuentes agrupadas como resto, incluyen: Coque, Carbón Vegetal, Otras Biomásas, Kerosén y Solar. Los derivados del petróleo, éstos aportan el 64.2% del consumo energético neto del país.

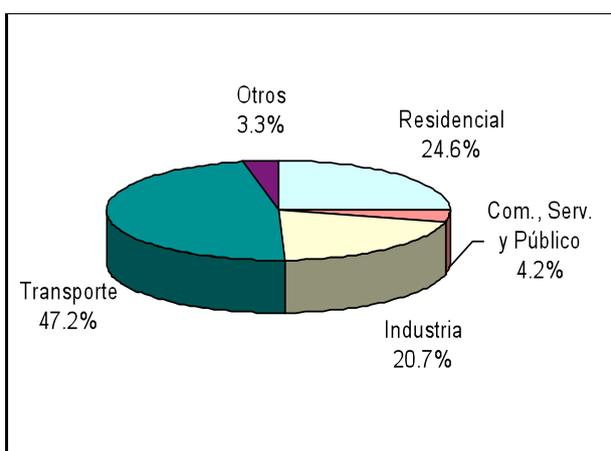


Figura 105. Consumo energético neto por sectores - Año 2005

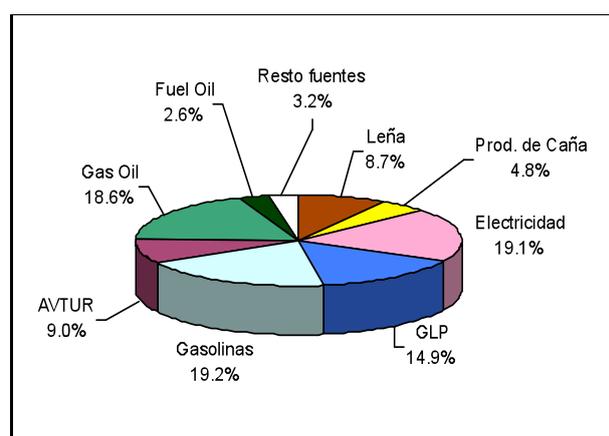


Figura 106. Consumo energético neto por fuentes - Año 2005

Cuadro No. 75. Consumo total por fuente y sector – año 2005 (KTep)

	GLP	Gasolina	AVTUR	KE	GO	FO	CQ	LE	CV	BZ	RB	SOL	EE	Total	%
R. Urb.	242			4	0			27	15		3	4	277	573	11,6
R. Rur.	139			6	0			406	30		1		63	644	13,0
C, S y P	41				26				1			0	140	207	4,2
Industria	29	1			145	128	72			238	21		389	1023	20,7
Transp.	274	930	444		688								0	2336	47,2
Otros	11	16	0		64								75	165	3,3
Total	737	947	444	11	923	128	72	432	45	238	24	5	944	4949	
%	14,9	19,1	9,0	0,2	18,6	2,6	1,5	8,7	0,9	4,8	0,5	0,1	19,1		

5.10.1 Consumo de energía neta por fuentes - Año 2005 (Tep)

5.10.1.1 Sector Residencial urbano

En el conjunto del sector Residencial urbano sólo dos fuentes representan casi el 91% del consumo de energía neta: Electricidad (48.4%) y GLP (42.3%). Mientras que la Electricidad se consume en todos los usos, el GLP se destina principalmente a la Cocción y, en mucho menor medida, a calentamiento de agua.

Cuadro No. 76. Sector Residencial urbano. Consumo de energía neta por fuentes - Año 2005 (Tep)

	GLP	KE	LE	CV	RB	SOL	EE	Total
Tep	242,474	4,375	26,813	14,530	2,794	4,275	277,352	572,614
%	42.3	0.8	4.7	2.5	0.5	0.7	48.4	100%

5.10.1.2 Sector Residencial rural

En el total del Residencial rural se destaca que la principal fuente del consumo de energía neta es la leña que representa el 62.9% del consumo; y en segundo lugar, el GLP con el 21.6%.

Cuadro No. 77. Sector Residencial rural. Consumo de energía neta por fuentes - Año 2005 (Tep)

	GLP	KE	LE	CV	RB	SOL	EE	Total
Tep	139,266	6,176	405,522	30,048	508	62,923	644,444	572,614
%	21.6	1.0	62.9	4.7	0.1	9.8	100%	100%

5.10.1.3 Sector Comercial, de Servicios y Público

En el consumo de energía neta de los hoteles hay tres fuentes con consumos significativos: Electricidad (56.3%), Gas Oil (27.2%) y GLP (16.2%). El principal uso es Ventilación y Acondicionamiento de Ambientes, que insume el 34.4% del consumo de energía neta. Luego le siguen calentamiento de agua (33.5%) y cocción (12.7%).

Cuadro No. 78. Sub-sector Hoteles. Consumo de energía neta por fuentes y usos - Año 2005 (Tep)

	GLP	KE	LE	CV	RB	SOL	EE	Total
Tep	15,322	25,765	28	43	243	53,274	94,675	572,614
%	16.2	27.2	0.03	0.05	0.3	56.3	100%	100%

Por su parte, en restaurantes dos fuentes energéticas representan el 97% del consumo de energía neta: GLP (54.2%) y electricidad (43.3%). El principal uso es cocción, con el 50.9% del consumo neto, seguido de Conservación de alimentos con el 22.2% del total.

5.10.1.4 Sub-sector Restaurantes

En el resto de las actividades comerciales, de servicios y del sector público se ha relevado el consumo de dos fuentes: Electricidad, con el 89.1% del consumo neto; y GLP con el restante 10.9%. El principal uso de la energía es la Refrigeración y Acondicionamiento de Ambientes, que absorbe el 63.3% del consumo neto.

Cuadro No. 79. Consumo de energía neta por fuentes - Año 2005.

	GLP	GM	CV	EE	Totales
Tep	16,415	11	750	13,094	30,270
%	54.2	0.04	2.5	43.3	100%

Cuadro No. 80. Sub-sector Resto Comercial, Servicios y Público. Consumo de energía neta por fuentes - Año 2005 (Tep)

	GLP	EE	Totales
Tep	8,981	73,494	82,475
%	10.9	89.1	100%

5.10.1.5 Sector Industrial

En el sector Industrial hay cinco fuentes con consumos relativamente importantes: Electricidad (38.0%), Bagazo (23.3%), Gas Oil (14.2%), Fuel Oil (12.5%), y Coque (7.0%). Los dos principales usos en la industria absorben el 92% de la energía neta: Calor de Proceso (55.1%) y Fuerza Motriz (37.0%).

Cuadro No. 81. Sector industrial. Consumo de energía neta por fuentes - Año 2005 (Tep)

	PC(BZ)	OB (RP)	EE	GLP	GM	GO	FO	CQ	Totales
Tep	238,245	20,589	389,240	29,472	662	145,399	127,750	71,872	1,023,228
%	23.3	2.0	38.0	2.9	0.1	14.2	12.5	7.0	100%

5.10.1.6 Sector Transporte

La principal fuente consumida en el sector Transporte es la Gasolina para motor,es con el 39.8% del consumo neto (la componente de Gasolina para la aviación es muy pequeña).

El Gas Oil representa el 29.4%, el GLP el 11.7%, y el 19.0% restante le corresponde a AVTUR. Dentro del modo Carretero, los automóviles y el transporte de carga son los medios de mayor peso en el consumo de energía del sector.

5.10.1.7 Otros Sectores

La principal fuente consumida en los otros Sectores es Electricidad (45.2% del consumo neto), seguida de Gas Oil (38.7%). Las restantes fuentes son Gasolina para motores (9.7%) y GLP (6.5%). Dos usos absorben el 90% del consumo neto: Transporte Interno (48.3%) y Fuerza Motriz (42.0%).

Cuadro No 83. Otros sectores. Consumo de energía neta por fuentes - Año 2005 (Tep)

	EE	GLP	GM	GO	Totales
Tep	74,763	10,720	15,995	64,001	165,478
%	45.2	6.5	9.7	38.7	100%

5.11 Consideraciones relevantes, en cuanto al potencial de mitigación

La síntesis del consumo final de energía admite las siguientes consideraciones relevantes, en cuanto al potencial de mitigación:

El sector Transporte domina el cuadro con más del 47% del consumo final, -que satisface exclusivamente con fuentes fósiles. A su vez, requiere el 72% del consumo total de fuentes fósiles. A los efectos de las emisiones, es necesario recordar que, prácticamente, la totalidad del AVTUR es Bunker y no se contabiliza para el cálculo de las emisiones y representa el 20% del consumo del sector. Dentro del sector Transporte, las fuentes dominantes son gasolina y gas oil, y son los autos particulares y el transporte de carga los de mayor consumo.

El sector Residencial (urbano y rural) implica alrededor del 25% del total del consumo, con una estructura muy diferente en zonas urbanas y rurales. En el primer caso predominan las fuentes fósiles en forma directa e indirecta (generación de electricidad); mientras que en el segundo prevalecen las renovables. La leña es el energético más consumido en forma directa, y es la cocción el uso final, con mayor consumo, esto en la medida que su uso es muy ineficaz y ocurre, principalmente, en el sector rural.

Si bien el sector Industria presenta una estructura equilibrada entre fósiles, energías renovables y Electricidad, las fuentes que predominan en la generación de esta última implican una preponderancia de las fuentes fósiles. La electricidad es el principal energético consumido en el sector industrial. Las industrias más importantes en consumo de energía son los ingenios azucareros y la de cemento y cerámica.

En el total, en forma directa o indirecta, las fuentes fósiles superan e 80% del consumo final.

El consumo total de energía en República Dominicana se triplicó en 30 años y los energéticos de mayor crecimiento en el consumo del país son la gasolina y el gasoil.

Se trata de un sistema energético que depende mayoritariamente de energía importada

5.12 Principales cadenas productivas

Es necesario destacar los siguientes aspectos del sistema energético de República Dominicana:

- El consumo de energía está basado predominantemente en el petróleo de origen importado. Alcanzando estas importaciones de crudo a representar caso el 8,4% del PBI (leña, hidroenergía; productos de caña y energía solar) representa el 33% de la oferta de energía primaria, el resto el importado.
- Las importaciones de petróleo crudo representan el 80% de las importaciones energéticas primarias; el resto (13%) de GN, y 7% de carbón mineral. En estos dos últimos casos destinadas casi en su totalidad a la generación de electricidades.
- Las importaciones de energía secundaria están constituidas básicamente por derivados de petróleo.
- El consumo total de energía secundaria es absorbido por el Diesel Oil y el Fuel oil casi en el 55%.

5.12.1 Electricidad

Siguiendo la orientación de los cambios estructurales, prevaleciente en la mayor parte de los países de América Latina a partir de la década del 90, la República Dominicana introdujo reformas en su sistema eléctrico, promoviendo la participación privada (generación térmica y distribución) y tratando de introducir mecanismos de mercado. Finalmente, al abandono de los servicios por los actores privados en el ámbito de la distribución, el Estado debió reasumir el control de estas empresas, a través de la Corporación Dominicana de Empresas Eléctricas Estatales (CDEEE).

Entre diciembre de 1999 y diciembre de 2006 la capacidad instalada de generación se incrementó significativamente, pasando de un total de 1992 MW a 3196 MW. Sin embargo, ese aumento tuvo lugar en el lapso transcurrido hasta fines del 2003. Por otra parte, tal incremento de la capacidad de generación implicó, al mismo tiempo, un cambio en la composición por tecnología ⁽⁷⁾:

Cuadro No. 84. Capacidad de generación

Tecnología/Fuente	1999	2006
Capacidad de generación hidráulica	24%	15%
Capacidad de generación térmica	76%	85%
Carbón	0%	10%
Gas Natural	0%	17%
Gas Oil	41%	28%
Fuel Oil	35%	31%
Total (MW)	1992 MW	3196 MW

La generación térmica se encuentra en manos privadas, y existen contratos de abastecimiento que se mantienen vigentes hasta 2016.

El mercado de distribución eléctrica de la República Dominicana está afectado tradicionalmente por una “cultura de no pago” que implica la existencia de fuertes pérdidas, no técnicas, (las pérdidas totales de distribución se ubican entre 30 y 50%).

5.13 Potencial aporte del sector de energías renovables

En el año 2007 el Estado dominicano promulgó la Ley 57-07 sobre Incentivo al Desarrollo de Fuentes Renovables de Energía y de sus Regímenes Especiales que tiene varios objetivos estratégicos y de interés público que se persiguen con la entrada en vigencia de la nueva Ley. Éstos son:

- Aumentar la diversidad energética del país, en cuanto a la capacidad de autoabastecimiento de los insumos estratégicos que significan los combustibles y la energía no convencionales, siempre que resulten más viables.
- Reducir la dependencia de los combustibles fósiles importados.
- Estimular los proyectos de inversión privada, desarrollados a partir de fuentes renovables de energía.
- Propiciar que la participación de la inversión privada en la generación de electricidad esté supeditada a las regulaciones de los organismos competentes y de conformidad con el interés público.
- Mitigar los impactos ambientales negativos de las operaciones energéticas con combustibles fósiles.
- Propiciar la inversión social comunitaria en proyectos de energías renovables.
- Contribuir a la descentralización de la producción de energía eléctrica y biocombustibles, para aumentar la competencia del mercado entre las diferentes ofertas de energía.
- Contribuir al logro de las metas propuestas en el Plan Estratégico Nacional, específicamente en lo relacionado a las fuentes de energías renovables, incluyendo los biocombustibles.

Es importante señalar que el país dispone de un gran potencial en energías renovables, que hasta el momento ha sido escasamente utilizado.

⁷ Manuel Dussan, “Diagnóstico y líneas estratégicas del subsector eléctrico” Informe Final, CNE, noviembre de 2007, pág. 22.

El “Programa para el Desarrollo de las Anergias Renovables para el Caribe - CREDP”, el cual está financiado por el Gobierno alemán, para el período 2008 a 2012, con 4.5 millones de Euro (aprox. RD\$ 225 millones). Este programa regional también favorece a la República Dominicana y la hermana República de Haití y se traza como metas la reducción de la dependencia del combustible fósil y la reducción de las emisiones de gas, causantes del efecto invernadero en la región del Caribe.

5.13.1 Energía solar

El potencial del recurso solar en el país es excelente, y ha sido estimado sobre la base de la información provista por 26 estaciones meteorológicas y un estudio del programa Solar and Wind Energy Resource Assessment (SWERA).

El promedio anual de la radiación solar global se sitúa entre los 5 kWh/m²/día y 6 kWh/m²/día, con un gradiente descendiente de Oeste a Este del país. Estos niveles de insolación permiten tanto aplicaciones térmicas (calentamiento de agua) como para la generación de electricidad (solar fotovoltaica).

Se estima que en la República Dominicana un calentador solar de tipo termosifón puede desplazar típicamente 910 kWh/m² de electricidad, anualmente. El Proyecto Fomento de Energías Renovables PROFER ha estimado que existen unos 15,000 calentadores solares instalados y un potencial de 90,000 sistemas residenciales que se han de instalar en 5 años.

En relación con los sistemas fotovoltaicos, se estima que un sistema residencial típico de 65 Wp puede generar unos 130 kWh/año. Se considera que existen más de 20,000 sistemas fotovoltaicos instalados en zonas rurales, la mayor parte de ellos de tipo residencial y que son altamente factibles la intensificación de la utilización de la energía solar para calentamiento de agua en los sectores Residencial (en particular en nuevas edificaciones), y de Servicios (hoteles, hospitales, etc.).

De hecho, el Art. 19 del Borrador de Reglamento de la Ley 57/07 establece como obligatorio, a partir del 1/4/08, la instalación de sistemas solares para calentamiento de agua en edificios públicos. Las nuevas instalaciones hoteleras de playa tendrían que instalar un sistema solar de refrigeración por absorción y gas, de por lo menos de un 30% como mínimo del total de la demanda prevista.

A partir 01/01/10, todos los proyectos de nuevos edificios estatales, comerciales y residenciales, que superen los 1.500 m² de construcción, deberán de incluir la instalación de un sistema solar de refrigeración por absorción y gas con una contribución mínima de energía solar en sus sistemas de refrigeración de por lo menos un 30% del total de su demanda prevista.

5.13.2 Los biocombustibles (el bioetanol)

5.13.2.1 Antecedentes

En la República Dominicana, en el año 1949 se produjo una gran escasez de gasolina, y por medio de la Ley No. 2071 del 31 de julio de 1949, y el Decreto No. 6402, del 31 de julio de 1950 del Gobierno Nacional, se obligó la mezcla de la gasolina con un porcentaje que oscilaba entre un 15 y un 30% de etanol.

Durante el año 1950 se instaló la “Destilería Universal”, que elaboraba alcohol etílico, utilizando como materia prima la melaza de la caña de azúcar. El etanol producido en la Destilería Universal era llevado por medio de tubería a los tanques de gasolina, instalados en Punta Torrecilla, en el puerto de Santo Domingo, y de los tanques era distribuido el “**combustible nacional**”, a las bombas de gasolina de todo el país. El “carburante nacional” se utilizó durante alrededor de un año y se suspendió su fabricación cuando el problema de escasez de gasolina se resolvió.

Pero no es hasta 58 años después cuando los altos precios del petróleo hacen reaccionar al Estado dominicano y sus instituciones energéticas, que se pone en vigencia en 2007 la Ley sobre energía Renovable que toma en consideración los biocombustibles como fuentes alternativas de energía.

Para las naciones en desarrollo como la República Dominicana, los biocombustibles representan una forma significativa de reducir la dependencia de las importaciones de petróleo, corregir los desequilibrios comerciales y ahorrar para elevar el gasto en salud, educación y desarrollo social.

Nuestro país posee una larga experiencia en el cultivo y procesamiento de la caña de azúcar en ingenios azucareros, caracterizándose por una alta productividad, alcanzando su máximo pico de desarrollo en 1986, con 25 millones de toneladas en capacidad de molienda, los ingenios gubernamentales se redujeron significativamente por los bajos precios del azúcar y el modelo de privatización que se implementó.

A pesar de esto, la República Dominicana tiene un potencial de aéreas y suelos para el cultivo de caña en las regiones este y central del país, y, en menor medida, en la región sur. El conjunto de suelos, potencialmente cultivables, de estas tres regiones totaliza unas 1.4 millones de hectáreas. En total nacional de tierra cultivable es de unos 3.1 millones de Hectáreas, de las cuales sólo 660,000 están sembradas.

La República Dominicana, ahogada por la factura petrolera, tiene el potencial no sólo para reducir su dependencia de los combustibles fósiles, sino además para convertirse en un centro caribeño de comercialización de mezclas con base en etanol y exportar etanol a los Estados Unidos de América. De acuerdo con los expertos de la CEPAL, el país tiene capacidad para producir 117 millones de galones de etanol, unos 100.5 millones BTU, por hectárea, lo que permitirá la creación de 66,500 empleos.

También, a través de la Ley 173 del DR-CAFTA, se fortalecerá la cooperación comercial y energética entre Estados Unidos y la República Dominicana con la construcción de la primera planta de deshidratación, mezcla y distribución de etanol en la República Dominicana. El lanzamiento de este proyecto, que se desarrollará con tecnología estado-unidense, impulsará la creación de un mercado continental para el etanol, que además de ser un biocombustible limpio y renovable, tiene la capacidad para reducir en un 90% la emisión de gases, representa una gran oportunidad para ayudar al país a que diversifique sus fuentes de energía y, de paso, contribuya a mejorar el ecosistema del planeta, mediante el uso de energías renovables.

Firmas brasileñas productoras de etanol han mostrado interés en invertir en la República Dominicana, y una de ellas anunció una inversión inicial de US\$80 millones para transformar el viejo ingenio de Boca Chica en una planta para la generación de este alcohol-combustible. La planta molería alrededor de 2.5 millones de toneladas de caña, al año, y se proyecta que gran parte del etanol producido sea exportado hacia los Estados Unidos, país al que entraría libre de arancel por el tratado de libre comercio vigente entre las dos naciones. En una segunda etapa se elevaría a unos US\$120 millones las inversiones en producir etanol.

5.13.2.2 Biodiesel

La producción de biodiesel puede contribuir a un mejoramiento de las condiciones de vida y económicas de la población rural, reduciendo al mismo tiempo el impacto ambiental del sector energético. Pero siempre teniendo en cuenta la importancia de la seguridad alimentaria y el uso sólo de terrenos marginales para su producción. Existen plantaciones comerciales de palma africana y de coco para producción de aceites con fines industriales y alimenticios.

El área sembrada de palma en el año 1999 era de 13,000 Hectáreas (Ha), existiendo un potencial de entre 37,000 y 45,000 Ha. En el área de procesamiento, existe una capacidad instalada ociosa cercana al 33%. La superficie potencial para el cultivo de cocotero alcanza las 127,000 Hectáreas y el total para las oleaginosas potencialmente aptas (*palma, cocotero, higuera, piñón santo y libertad*) es de 1.47 millones de Hectáreas.

Actualmente, se han iniciado varios programas de desarrollo de cultivos de oleaginosas no alimenticias (higuereta y piñón santo o *Jatropha Curcas L.*) que tienen como objetivo la producción de biodiesel para consumo local desde la República Dominicana. Dentro de esos programas, podemos citar el Proyecto de Fomento de Energías Renovables (PROFER) se ha establecido el proyecto piloto de *Jatropha* (piñón de leche) en la zona de Pedro Santana (República Dominicana) y Los Cacaos (Haití).

Los objetivos del proyecto piloto de *Jatropha* son la reforestación, la rehabilitación de los suelos degradados y el control de erosión, y en forma indirecta el mejoramiento de las condiciones de vida la población de la cuenca alta del río Artibonito. Además, el proyecto está dirigido hacia la producción y el uso del aceite de *Jatropha* como fuente de energía local. Es decir, que las plantaciones de *Jatropha* tienen un papel importante para la lucha contra la desertificación en la región del proyecto.

La Ley 57/07 prevé incentivos fiscales para la generación de biocombustibles para consumo en el mercado local, y genera un régimen especial para los mismos que incluye la “exención del pago de impuestos sobre la renta, tasas, contribuciones, arbitrios, aranceles, recargos cambiarios y cualquier otro gravamen por un período de diez (10) años, a partir del inicio de producción y máximo hasta el año 2020, las empresas o industrias dedicadas de modo específico y exclusivo a la producción de bioetanol y de biodiesel y de cualquier combustible sintético de origen renovable que resulte equivalente a los biocombustibles en cuanto a sus efectos medioambientales y de ahorro de divisas, tal como establecen los artículos 9, 10 y 11 de la presente Ley.

Los biocombustibles o combustibles sintéticos de origen renovable estarán exentos de los impuestos aplicados a los combustibles fósiles, mientras dichos biocombustibles no alcancen un volumen de producción equivalente al veinte por ciento 20% del volumen del consumo nacional en cada renglón.

5.13.2.3 Bagazo

El bagazo es utilizado tradicionalmente para cogeneración de energía mecánica, calor de proceso y energía eléctrica. La tecnología tradicional para la utilización energética del bagazo emplea calderas antiguas de baja presión que resultan ineficientes para la generación de EE. Recientemente, algunos ingenios, motivados por la posibilidad de inyectar excedentes de energía eléctrica al Sistema Nacional Eléctrico, se han modernizado, instalando calderas de vapor de alta presión y turbinas de vapor de condensación-extracción. En todos los casos, el bagazo permite cubrir los requerimientos propios de calor de proceso del ingenio y, eventualmente, de la planta de destilación, al menos durante los periodos de zafra.

5.13.2.4 Residuos de Biomasa

Al igual que en el caso del bagazo, la cascarilla del arroz es comúnmente utilizada para proveer calor de proceso para el secado del grano (sin cogeneración), existiendo un excedente que se emplea en diversas aplicaciones en la agroindustria y avicultura. Se estima para el año 2006 una capacidad de generación de energía térmica de 49 MW térmicos que cubriría la demanda de calor de proceso. Por otro lado, existe una producción de follaje de arroz situada entre 100,000 t/año y 970,000 t/año que se podrían emplear para la generación de biogás.

También existe una importante producción de tallos de plátano que se estima en unas 750,000 t/año, y que podrían ser utilizadas para la producción de biogás. Por último, también se suele emplear estiércol, porcino y vacuno, para la producción de biogás en el ámbito rural. El potencial de producción de materia orgánica porcina y vacuna se estima en 86,600 kg/día y 1,990,000 kg/día, respectivamente. Considerando la utilización de los residuos de biomasa se podría estimar una producción potencial de 1,230,000 m³ de biogás/día, factible principalmente para pequeñas haciendas rurales y la agroindustria.

5.13.2.5 Leña y carbón vegetal

En República Dominicana se consumieron durante el Período 2000-2001 entre 980,000 t a 1,800,000 t de leña y carbón vegetal. Estas fuentes han reducido su participación frente a la penetración del GLP. No se dispone de información suficiente para cuantificar esta sustitución.

5.13.3 Energía eólica

Existe un importante potencial eólico, tanto para el desarrollo de sistemas aislados (20GW, 35,000 GWh), como en interconexión con el SENI (10 GW, 25,000 GWh), estimado a partir de un relevamiento nacional, llevado a cabo por el NREL⁽⁸⁾. Este potencial se ha traducido en el otorgamiento de concesiones para parques eólicos por un total de 710MW. Como parte de dichas concesiones, se han realizado estudios más detallados orientados a cuantificar el potencial de sitios específicos y evaluar la infraestructura eléctrica existente. Los desarrollos eólicos se encuentran a la espera de la publicación del Reglamento de la Ley 57/07 sobre Fomento de Energías Renovables.

Un proyecto de energía eólica ha sido aprobado por la Junta Ejecutiva del *Mecanismo de Desarrollo Limpio* (MDL); es un proyecto de 64.5 MW que se instalará en el Guanillo, Montecristi, en el noroeste del país. Otro proyecto de 100 MW que se instalara en Guancho, Los Cocos, espera su aprobación.

El análisis de las cadenas productivas y su evolución reciente admite las siguientes consideraciones:

- La dependencia de fuentes importadas de energía se ha acentuado en los años recientes;
- La reforma del sector, orientada a introducir competencia y dar un mayor papel a la inversión privada, ha acentuado esa dependencia, generando una matriz energética más concentrada en fuentes fósiles;
- El mayor aprovechamiento de los recursos locales, identificados en muchos casos, requiere políticas públicas agresivas;
- El desarrollo de un sistema de información energético contribuiría a facilitar la implementación de acciones, orientadas a mejorar el abastecimiento de energía y contribuir al desarrollo sustentable;
- La recuperación de una de las actividades económicas más importantes de República Dominicana, los ingenios azucareros, brindan una oportunidad para mejorar la matriz energética e incrementar el papel de la cogeneración con su aporte de eficiencia e impacto positivo sobre el sector externo;
- Los Biocombustibles requieren estudios más profundos, para identificar y estimar su contribución al desarrollo armónico del sistema energético y generar impactos positivos a nivel social, económico y ambiental;
- El GLP es denominado el combustible de los pobres en muchos países de la región. Su papel en el sector Transporte de República Dominicana, como sustituto de la Gasolina, y requiere un análisis cuidadoso y una decisión de política al mantenimiento o no de esta situación muy particular; y
- Las distorsiones observadas en el sistema impositivo de los combustibles constituyen una potencial barrera a las acciones de uso eficiente de la energía.

5.14 Responsabilidad del sector Energía en las emisiones de GEI

A los efectos del análisis de la evolución de las emisiones de GEI y la responsabilidad del sistema energético se ha dispuesto de los inventarios de emisiones para los años 1990, 1994, 1998 y 2000 que muestran la contribución de la quema de combustibles y las emisiones fugitivas a las emisiones brutas totales y presentar algunos indicadores que permitan orientar hacia las áreas de mayor prioridad, si se pretende llevar adelante acciones de mitigación (Cuadro No. 85).

⁸ Elliot, D. et al. (2001) "Wind Energy Atlas of the Dominican Republic". NREL/TP-500-27602. Golden Co. US.

Cuadro No. 85. Emisiones brutas totales (Gg)

	CO ₂	CH ₄	N ₂ O	Nox	CO	COVDM	SO ₂
1990	8690,81	144,74	2,71	54,11	351,04	65,22	76,73
1994	15003,05	221,90	2,51	77,90	510,23	75,46	116,94
1998	16417,72	214,57	9,09	78,65	715,44	126,42	57,83
2000	18416,75	230,33	9,75	93,00	791,26	140,00	110,15

Los gases directos (CO₂, CH₄ y N₂O), medidos en CO₂ equivalente, se incrementaron un 109% con un marcado aumento de la intensidad de emisiones ⁽⁹⁾. Del mismo modo, las emisiones de gases directos, por habitante, se han incrementado el 77% entre 1990 y 2000; mientras que las de CO₂ han crecido el 80% en el mismo período.

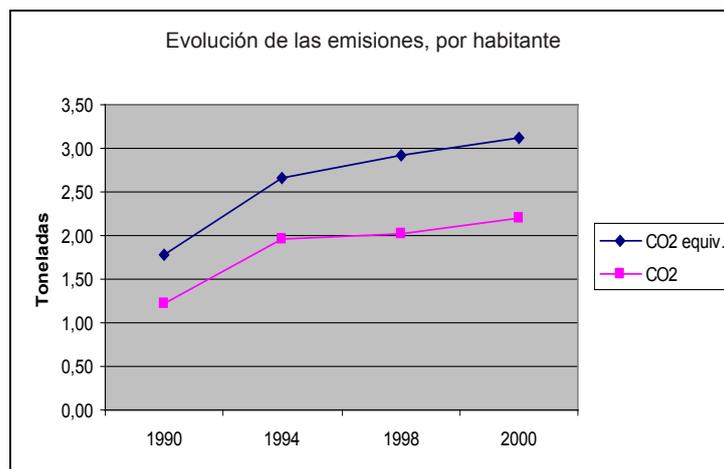


Figura 107. Evolución de las emisiones, por habitante

Cuadro No. 86. Emisiones brutas. Gg – CO₂ equiv.

	CO ₂	CH ₄	N ₂ O	Total
1990	8690,81	3039,54	840,10	12570,45
1994	15003,05	4659,90	778,10	20441,05
1998	16417,72	4505,97	2817,90	23741,59
2000	18416,75	4836,93	3022,50	26276,18

Como puede observarse, la participación del CO₂ se ha mantenido relativamente constante (aproximadamente 70%); mientras que el Metano ha perdido peso frente al N₂O.

⁹ En el mismo período, el PBI creció algo más del 78%, con lo cual la intensidad de emisiones de gases directos se incrementó un 17%.

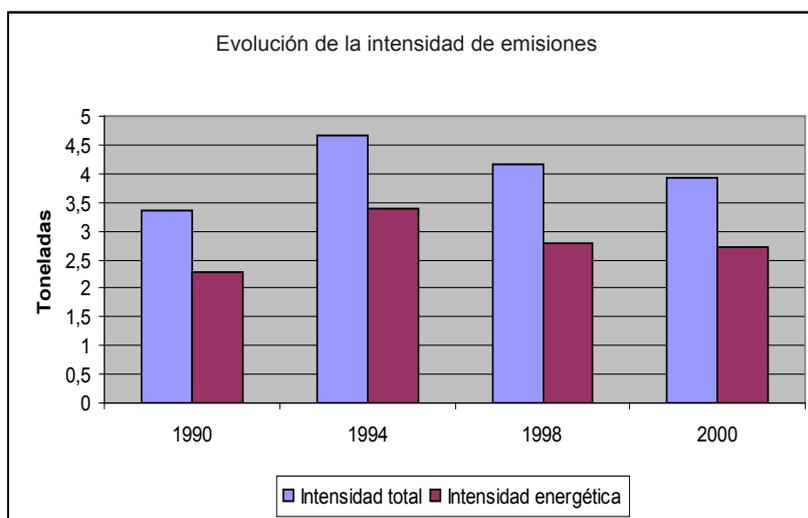


Figura 108. La evolución de la intensidad de emisiones

La evolución de la intensidad de emisiones de gases directos (CO₂ equiv./PBI) merece una mención especial. De acuerdo a la información disponible, 1994 aparece como un año/dato singular, con un incremento muy importante en la intensidad de emisiones, tanto en lo referente a la totalidad de los gases directos como las provocadas por la quema de combustibles, situación que, como se observa, se modera en 1998 y 2000.

El sector Energía es gravitante en las emisiones brutas de GEI, ha representado alrededor del 95% de las emisiones de CO₂, y, en la totalidad de los GEI precursores representa entre el 70 y el 100% del total. Si se consideran los gases directos, medidos en CO₂ equiv., la quema de combustibles⁽¹⁰⁾, implica alrededor del 70% de dichos gases, (figs. 108 y 109)

En cuanto a la responsabilidad de los diferentes sectores en las emisiones de gases directos (medidos en CO₂ equiv.), se observa una evolución importante de la estructura.

Cuadro No. 87. Evolución de las emisiones del sector Energía (Ton CO₂ equiv.)

Subsectores	1990	1994	1998	2000
Quema de combustibles	8468,25	14788,78	15866,08	18081,22
1 Industrias de la energía	1873,38	5164,48	8634,47	9226,75
2 Manufactureras y construcción	2370,58	3147,44	814,39	1088,29
3 Transporte	2430,43	4617,23	4781,2	6183,28
4 Otros sectores (Residencial y Comercial y de Servicios)	1794,64	1850,19	1643,29	1537,02
5 Resto incluye entre otras (Agricultura/Silvicultura y Pesca)	185,41	197,025	163,6	207,8
Emisiones fugitivas	1,05	1,26	2,73	2,52
1 Combustibles sólidos	0	0	0	0
2 Petróleo y Gas Natural	1,05	1,26	2,73	2,52

¹⁰ Las Emisiones Fugitivas son despreciables dada las características del Sistema Energético de República Dominicana.

En efecto, entre 1990 y 2000 se observa la disminución constante de las emisiones vinculadas a las actividades manufacturas y construcción, así como a los sectores Residenciales y Comerciales y de Servicios y la creciente participación del sector Transporte y la propia industria energética, (ver Gráfica No.109).

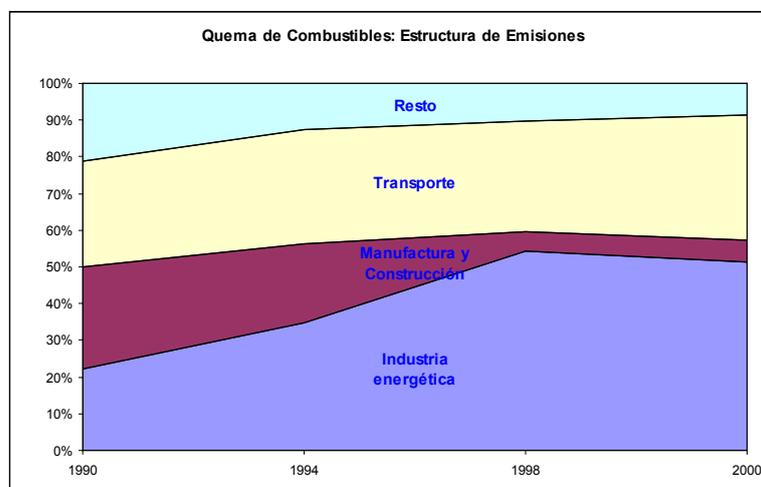


Figura 109. Quema de combustibles

El análisis de la tendencia de la década del noventa permite extraer algunas conclusiones preliminares que se mantienen en los años recientes.

El crecimiento sostenido de las emisiones brutas totales que se duplicaron en 10 años. El consecuente aumento de la intensidad de emisiones, por unidad de PBI, (17%) y, por habitante, (77%, medidas en toneladas de CO₂ equiv.).

La sostenida participación de las emisiones del sector energía en valores cercanos al 70% de las emisiones brutas totales, medidas en CO₂ equiv., con una tendencia levemente creciente.

Una significativa modificación de la estructura de emisiones al interior del sector energético donde se pasó de una situación, relativamente equilibrada, en 1990, a una participación de más del 85% concentrado en Industria energética y Transporte, donde la primera supera el 50% del total.

Si bien no se dispone de inventario de emisiones, considerando los datos de Balance Energético de 2005, se estima que la importancia de la Industria Energética y Transporte ha crecido en cuanto a su responsabilidad.

La tendencia 2000/2005 revela una participación creciente de los Combustibles fósiles en la matriz energética. La participación en la oferta total evolucionó del 62% en 1990, al 83% en 2005.

5.15 Potenciales áreas de mitigación

Como ya se mencionara, puede apreciarse la dependencia de las energías, directa o indirectamente, emisoras (combustibles fósiles) y, adicionalmente, totalmente importadas (más del 70%), frente a las producidas en el país (leña, productos de caña, carbón vegetal e hidroelectricidad), y como predominan los energéticos consumidos por el sector Transporte (Gasolinas, parte del Diesel Oil, Aurtur y parte del GLP). Las medidas de uso racional se aplicarían, por fuente energética y por sector. A priori, las fuentes de ofrecen mayores oportunidades serían Gasolinas, GLP, Electricidad, Diesel Oil y Leña y los Sectores: Transporte y Residencial ⁽¹¹⁾.

11 Las fuentes y sectores que constituirían los objetivos prioritarios de acciones de URE han sido identificados en forma coincidente por los dos estudios más recientes a que se tuvo acceso para desarrollar este informe, el correspondiente a los diagnósticos preliminares de la

Es oportuno recordar que un abordaje amplio del concepto de Uso Racional de la Energía incluye la eficiencia productiva y la asignativa, es decir, se orienta a mejorar la productividad energética (reducir el insumo/consumo de energía neta/bruta, por uso, a satisfacer), pero también a la sustitución entre fuentes energéticas, buscando una mejor asignación de los recursos disponibles.

De acuerdo con los estudios más recientes encarados por la Comisión Nacional de Energía, el potencial de ahorro de energía de la República Dominicana equivale a, cuando menos, el 16% de su consumo actual ⁽¹²⁾.

Cuadro No. 88. Medidas de uso racional, por fuente energética

Subsectores	1990	1994	1998	2000
Quema de combustibles	8468,25	14788,78	15866,08	18081,22
1 Industrias de la energía	1873,38	5164,48	8634,47	9226,75
2 Manufactureras y construcción	2370,58	3147,44	814,39	1088,29
3 Transporte	2430,43	4617,23	4781,2	6183,28
4 Otros sectores (Residencial, Comercial y de Servicios)	1794,64	1850,19	1643,29	1537,02
5 Resto (incluye entre otras Agricultura/Silvicultura/Pesca)	185,41	197,025	163,6	207,8
Emisiones Fugitivas	1,05	1,26	2,73	2,52
1 Combustibles Sólidos	0	0	0	0
2 Petróleo y Gas Natural	1,05	1,26	2,73	2,52

En general los mayores coeficientes de ahorros se darán en los combustibles sólidos, seguidos de los líquidos y los gaseosos. En la electricidad, se deben considerar, especialmente, el ahorro en Iluminación; Conservación de alimentos y Acondicionamiento de Ambientes, aplicables a los sectores Residencial y Comercial y Público.

En el sector Industrial, las medidas de ahorro se concentrarán en los sistemas de generación de vapor, de aislación de ductos, en el mantenimiento general y en la inspección y renovación de válvulas y trampas de vapor. En los usos de electricidad los ahorros se darán fundamentalmente en, motores eléctricos.

5.15.1 Medidas de uso racional de la energía

Las políticas del uso racional de la energía (URE), deben estar orientadas al desarrollo de estudios y la implementación de la Ley 57-07 sobre el Uso y Desarrollo de las Energías Renovables, que abarque todos los sectores económicos y dar especial énfasis a los siguientes programas de de uso racional de la energía:

- Políticas y mecanismos institucionales y financieros para propiciar el transporte público masivo;
- Incentivos tributarios para la introducción de vehículos más eficientes y desestimular aquellos de alto consumo, particularmente en el parque privado;
- Programa de etanol y biodiesel para uso automotor: selección de la tecnología de producción, estimación de costo por galón, metas de sustitución en el período 2005-2020, y porcentaje de mezcla, programa de actividades, acciones e instrumentos para su desarrollo y normatividad requerida;
- Programa de instalación masiva de colectores solares, sustituyendo GLP y DO en calentamiento de agua, y sustitución de luminarias incandescentes en los sectores: Residencial urbano, Hoteles, Restaurantes, Comercio, Servicios y Gobierno;

Fundación Bariloche y el del Ing. Odon de Buen R. Ambos citados en la Bibliografía.
 12 Odon de Buen R. Informe Final – Marzo 2008.

- Diseñar los lineamientos para un programa de normalización, certificación y etiquetado de los artefactos para el sector Residencial que especifique el consumo energético y permita la comparación entre las alternativas disponibles en el mercado;
- Lineamientos para un programa de mayor eficiencia en el consumo de acondicionador de aire mediante mejores equipos y aislamientos y cambios en prácticas y patrones de uso;
- Establecer lineamientos para un programa de eficiencia en conservación de alimentos, mediante sustitución de equipos y cambios en los hábitos de utilización;
- Para los hogares rurales, deberá diseñarse un programa de LP para el campo, con el objetivo de promover su uso y sustituir la leña en cocción;
- Programa para incentivar la cogeneración como forma de usar eficientemente el calor residual de los procesos industriales. En particular, en la industria azucarera, la cogeneración con bagazo en calderas de alta presión permitirá el incremento de la producción de vapor de proceso y capacidad de generación;
- Elaborar un inventario de equipos eficientes e innovaciones tecnológicas que resulten más eficientes en el futuro próximo en cada sector económico, cuya aplicación pueda tener impacto en el nivel de consumo energético del país y considerados en los programas de URE. Desarrollar una ficha técnica para cada tecnología, estableciendo sus características, ventajas y desventajas frente a tecnologías convencionales, fecha aproximada de introducción al mercado en condiciones comerciales y factibilidad y potencial de uso en República Dominicana.
- Identificación de fuentes de financiamiento internacional y uso de los mecanismos de desarrollo limpio (bonos de carbono);
- Caracterización, análisis y valoración de impactos ambientales y externalidades, asociados a los programas de URE y de las tecnologías analizadas. Así mismo, definir los factores y riesgos ambientales que caracterizan cada tipo de proyecto y medidas de prevención, mitigación, compensación y emergencia;
- Formular un escenario de desarrollo de los programas de URE, seleccionados, estimando el impacto en la sustitución de hidrocarburos, tanto para generación eléctrica como en otros sectores de uso final; en particular, el Transporte, con la introducción del etanol carburante y el biodiesel. Este escenario deberá, año por año, definir la sustitución esperada de combustibles, la potencia en MW y la electricidad en MWh ahorradas, de tal forma que pueda ser considerado dentro de uno de los escenarios alternativos de demanda; y
- Lineamientos para una ley de incentivos al uso racional de energía.

Los incentivos y medidas propuestos por la Comisión Nacional de Energía (CNE), están contemplados en la Ley 57/07, sobre Fomento de Energías Renovables, cuyos objetivos son:

1. Aumentar la diversidad energética del país, en cuanto a la capacidad de autoabastecimiento de los insumos estratégicos que significan los combustibles y la energía no convencionales, siempre que resulten más viables;
2. Reducir la dependencia de los combustibles fósiles importados;
3. Estimular los proyectos de inversión privada, desarrollados a partir de fuentes renovables de energía;
4. Propiciar que la participación de la inversión privada en la generación de electricidad que ha de ser servida al Sistema Energético Nacional Interconectado (SENI) esté supeditada a las regulaciones de los organismos competentes y de conformidad en el interés público;
5. Mitigar los impactos ambientales negativos de las operaciones energéticas con combustibles fósiles;
6. Propiciar la inversión social comunitaria en proyectos de energías renovables;
7. Contribuir a la descentralización de la producción de energía eléctrica y biocombustibles, para aumentar la competencia del mercado entre las diferentes ofertas de energía; y
8. Contribuir al logro de las metas propuestas en el Plan Energético Nacional, específicamente en lo relacionado con las fuentes de energías renovables, incluyendo los biocombustibles.

La República Dominicana no posee otras fuentes energéticas locales que no sean las bioenergías, la energía solar, la eólica y la hidroelectricidad; en consecuencia, el Uso Racional de Energía ofrece la oportunidad de contribuir a objetivos ambientales globales (reducir emisiones de GEI), y es la principal forma de morigerar el impacto de la importación de los energéticos, principalmente del Petróleo y sus derivados, del Gas Natural y del Carbón Mineral, es decir, importantes cobeneficios locales.

5.15.1.1 Sector Residencial

En los usos calóricos, en los casos que utilizan leña y carbón vegetal, se valen de artefactos que prestan indistintamente los usos de cocción y calentamiento de agua. El Equipamiento depende de los niveles de ingreso. Para los sectores de bajos ingresos, se puede pensar en equipamientos que dupliquen la eficiencia de los existentes, alcanzando hasta un 25%. Para los sectores de altos ingresos se pueden lograr rendimientos de hasta el 75%.

En la cocción basada en gas natural y GLP, se pueden alcanzar eficiencias del 55/65% con solo modificar la costumbre de uso de los artefactos. En calentamiento de agua, la eficiencia podría llevarse del 45% al 60% con mejores sistemas de aislación y regulación. El potencial de ahorro en el uso iluminación es muy grande y para contribuir con esto el Estado dominicano esta implementando un programa de sustitución de bombillas incandescente por bombillas de luz fría que, en su inicio, fue de dos millones de bombillas; hoy el programa se ha extendido a la sustitución de diez millones de bombillas en los barrios de más escasos recursos económicos.

5.15.1.2 Sectores Comercial y Servicios

El consumo de electricidad de estos Sectores está concentrado en Hoteles, Restaurantes, los Edificios Comerciales; Las Oficinas y Edificios Públicos. El uso principal en todos los casos es de acondicionadores de aires, Iluminación y el funcionamiento de equipos y artefactos de oficina, ascensores y bombeo de agua.

El potencial de ahorro es importante y requiere tanto de medidas técnicas como de educación de los usuarios, e incluyen medidas operativas, con nula o muy poca inversión; inversiones en los edificios existentes y en la compra de equipos más eficientes y en la construcción de nuevos edificios con diseño ecológicamente amigable con el medio ambiente.

Los usos calóricos son: Cocción y calentamiento de agua. La fuente energética principal en cocción es el Gas Licuado de Petróleo, y en calentamiento de agua, el Gas Oil y, en menor medida, el GLP.

El ahorro energético, para el Gas Licuado se basaría en medidas similares a las aplicables en el sector Residencial. Para el Gas Oil que se usa en calderas para calentamiento de agua, en particular, en el sector Hoteles se podrían obtener importantes ahorros. Actualmente, existen diferentes iniciativas de la Secretaria de Industria y Comercio para la paulatina sustitución del uso de GLP por el de Gas Natural.

5.15.1.3 Sector Industrial

La mayor parte del consumo de electricidad se produce en los motores que accionan bombas, compresores, ventiladores, cintas transportadoras, etc. Las medidas de ahorro en fuerza motriz (incluye también el acople con los equipos que los motores accionan) se pueden dar en el diseño de los componentes del sistema; en las prácticas operativas y el mantenimiento, mediante el aumento de la eficiencia del propio motor; el control del número de revoluciones a que opera; y en la eficiencia mecánica del artefacto que el motor acciona.

En Iluminación, habría que intensificar los ahorros ya obtenidos mediante el reemplazo de las lámparas T12 por la T8. En ventilación y de acondicionadores de aire, se deben aplicar medidas similares a las indicadas para el sector Residencial. En calor de proceso con energía eléctrica que se emplea, esencialmente, en zonas francas, la eficiencia media se mejoraría, esencialmente, con medidas de aislación y de control de pérdidas.

5.15.1.4 Sector Transporte

De acuerdo con los datos incluidos en el informe de la Fundación Bariloche, el 60% de los vehículos usan gasolinas; el 32%, Diesel Oil; y el 8%, GLP, es decir, el 68% de los vehículos tienen Motor OTTO, y el 32%, Diesel. Se supone que las modificaciones en la tecnología de los motores de los vehículos nuevos y usados disminuya el consumo neto por vehículo, y más que compense el mayor kilometraje anual recorrido.

Las acciones de uso racional de la energía estaría vinculadas con la modernización del parque automotor; con las acciones que tiendan a evitar la importación de vehículos usados; con sustitución del transporte privado por público y/o la adopción de medidas de comando y control sobre el tránsito en las zonas urbanas.

Actualmente, existe un importante proyecto de mejora del transporte público y gestión del tráfico que se está desarrollando desde la Secretaría de Industria y Comercio, en el cual el Decreto 264/07 da impulso al uso del gas natural y la se están instalando las primeras estaciones suplidoras de gas natural.

Además, se ha inaugurado la primera etapa el Metro de Santo Domingo, que permitirá sacar de circulación un gran número de vehículos del transporte público, emisores y contaminadores de la calidad del aire de la ciudad de Santo Domingo.

5.15.1.5 Resto de Sectores

Este subsector engloba el consumo energético de los sectores: Agropecuario, Minería y Construcciones. Cabe destacar que, en el año 2001, estos sectores representaron tan sólo el 3% del consumo total final neto de energía, de la República Dominicana. Las medidas de ahorro energético serán las siguientes:

Iluminación: similares a las consideradas para el sector Industrial ⁽¹³⁾;

Ventilación y acondicionadores de aire: similares a las consideradas para el Sector Industrial;

Fuerza Motriz Fija: similares a las consideradas para el sector Industrial.

Calor de proceso: similares a las consideradas para el sector Industrial.

Maquinaria Móvil: similares a las consideradas para el sector Transporte.

Además de las pautas especificadas, debería implementarse un Plan Nacional de Uso Racional de la Energía para ser aplicado en todos los sectores.

De acuerdo con las estimaciones realizadas en los informes consultados, se podrían alcanzar diferentes magnitudes de ahorro de energía, dependiendo del alcance y profundidad de las medidas. La estimación de Odon de Buen R., se sintetiza en el siguiente cuadro.

Cuadro No. 89. Plan Nacional de Uso Racional de la Energía.

Sectores/Usos	Ahorros estimados		Consumo del concepto (KTep)	% sobre el total del concepto
	Electricidad (GWh)	Otras Fuentes (KTep)		
Residencial	790	355	1,452	24.5
Iluminación	110	9	55	16.4
Sustitución de leña por GLP para cocción	-	281	1,042	27.0

¹³ Está en implementación un importante programa de sustitución de bombillos incandescentes por bombillos eficientes. 10,000,000 de bombillos.

Sector/Usos	Ahorros estimados		Consumo del concepto (KTep)	% sobre el total del concepto
	Electricidad (GWh)	Otras Fuentes (KTep)		
Calentamiento de agua solar	-	6	44	13.7
Conservación de alimentos	180	16	61	26.2
Acondicionamiento ambiental	500	43	187	23.0
Comercios y servicios	230	34	239	16
Acondicionadores de aire	90	8	44	17.7
Iluminación	80	7	13	54.0
Calentamiento de agua	-	19	29	66.6
Industrial	211	234	1,063	22
Cogeneración	-	220	1,063	20.7
Motores Eléctricos	211	18	273	6.6
Transporte		180	2,180	8.3
TOTAL	1,231	807	5,091	16

5.16 Las posibilidades de la cogeneración ⁽¹⁴⁾

El potencial de cogeneración de los ingenios actuales podría desarrollarse en forma gradual, y la cogeneración inyectada a la red podría alcanzar 265 GWh/año, a partir del 2013. Del mismo modo, la industria alcoholera podría generar, dependiendo de su desarrollo, aproximadamente 200 GWh/año de excedentes inyectables a la red del SENI, a partir del 2009/10.

En cuanto al potencial de generación con desechos, actualmente 4 proyectos tienen concesiones provisionales otorgadas en septiembre de 2006. La compañía Taylor Energía de Biomasa se propone desarrollar dos plantas para la generación eléctrica de 25 MW cada una, en dos lugares del país, con biogás generado, a partir de desechos sólidos. Inversiones Salamanca ha obtenido concesión provisional para dos unidades de cogeneración cada una con una capacidad de 25 MW, a partir de desechos sólidos y líquidos.

Suponiendo una eficiencia de generación eléctrica de 30%, el potencial de cogeneración de la cascarilla de arroz es de 29 MW a nivel nacional, y una eficiencia de generación térmica de 50%, para un total de eficiencia del sistema de cogeneración de 80%.

El sistema es entonces capaz de cubrir la demanda de calor (48.61 MW térmicos) y generar electricidad para el autoconsumo y la venta a la red. La generación anual de la cogeneración sería de 217 GWh.

5.17 El Papel de las fuentes renovables de energía

El Plan Energético Nacional 2004-2015 (PEN 2004-2015) destaca la especial importancia de las fuentes de energía Nuevas y Renovables (FENR), sobre todo la solar, la eólica y la biomasa; pero hasta el momento no han sido utilizadas en magnitudes significativas, por falta de políticas y legislación apropiadas. El reto hacia el futuro será potenciar el uso de estos recursos domésticos en un país eminentemente dependiente de las importaciones de petróleo y sus derivados.

¹⁴ Los datos presentados han sido extraídos de diferentes fuentes pero, esencialmente, del Informe del Consultor Rodríguez, H. ya citado.

5.17.1 Energía eólica

El Plan Energético Nacional 2004-2015 nos muestra el potencial de energía eólica, a partir de los estudios realizados por NREL (Laboratorio del Gobierno de los Estados Unidos) en República Dominicana ⁽¹⁵⁾.

Las aplicaciones que se consideran serían dos: generación, a gran escala, para empresas generadoras de electricidad, y generación rural, para aplicaciones rurales.

La Figura (110), tomada del informe referenciado al comienzo, muestra el potencial de energía eólica de República Dominicana. Las áreas consideradas como excelentes y buenas, alcanzarían una superficie de 1500 km². Las áreas consideradas las más aptas implica la posibilidad de instalar 1000 MW de potencia ⁽¹⁶⁾.

El potencial total de la energía eólica está estimado en 30.5 GW y 59.300 GWh/año. De estos, para generación eléctrica interconectada a la red, 10.2 GW (33% del total) se consideran como buenos y excelentes, y corresponden a 24.600 GWh (41.5% del total).

El Plan de Expansión 2006-2012 del sector Eléctrico incluye 8 parques eólicos en diferentes lugares del país, los cuales se encontrarían en diferentes etapas de su desarrollo.

Los análisis técnico-económicos permiten augurar un futuro importante para el desarrollo de la energía eólica en República Dominicana, sobre todo considerando la dependencia de su sistema de generación eléctrica de fuentes fósiles importadas.

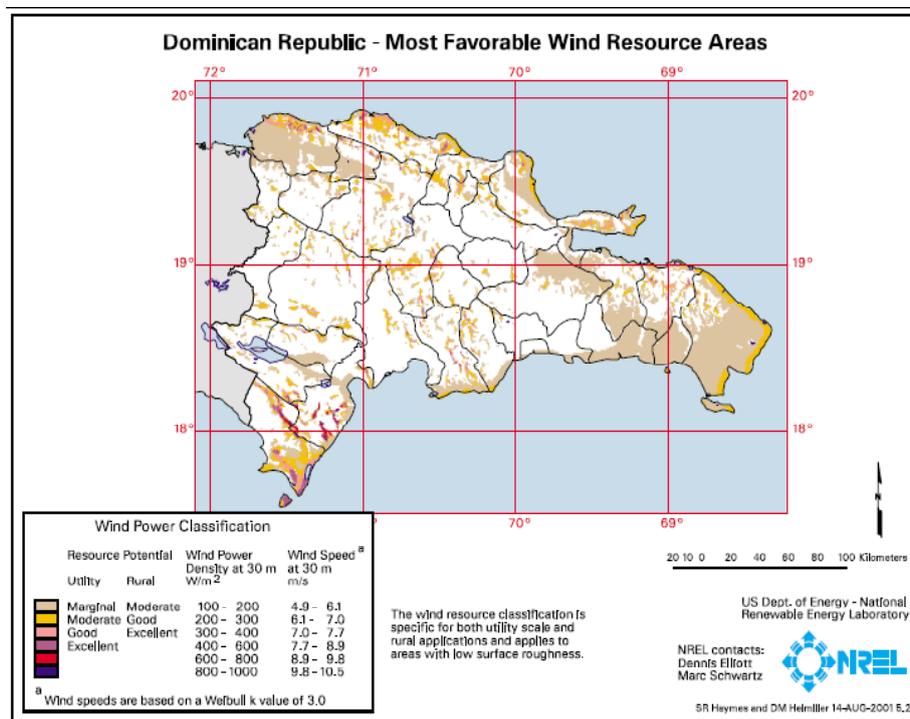


Figura 110. Wind Energy Resource Atlas of the Dominican Republic. NREL/TP-500-27602.

Fuente: Elliott, D. et. al. (2001).

15 Elliott, D. et. al. (2001) Wind Energy Resource Atlas of the Dominican Republic. NREL/TP-500-27602. Golden, Co. USA

16 El documento estimaba que el Parque Eólico de Cabo Engaño (8,25 Mw) podría constituirse en el primer parque eólico del país. Información reciente indica que la ubicación del Parque Eólico podría modificarse.

5.17.2 Energía solar

El potencial de energía solar está sujeto al análisis de sustituciones de energía; pero el objetivo sería doblar para el 2010 y triplicar para el 2015 la participación de la energía solar en el calentamiento de agua en los sectores Residencial y de Servicios (hoteles, restaurantes y hospitales).

El Programa PROFER ha estimado un total de 15.000 calentadores solares instalados en el país y un potencial de 90.000 sistemas domésticos que se han de instalar en un periodo de 5 años ⁽¹⁷⁾.

El PEN 2004-2015 sostiene que existen más de 20.000 sistemas fotovoltaicos en zonas rurales, principalmente para uso residencial. Por otra parte, otros estudios indican que existen cerca de 350.000 hogares sin electricidad en las zonas rurales que podrían utilizar sistemas de energía renovable, entre los cuales se cuenta con los SFV. El potencial de la energía solar ha sido considerado en el largo plazo como una de las alternativas de mayor importancia para enfrentar los altos costos y escasez de los hidrocarburos.

Entre 2001 y 2006 se desarrolló el programa SWERA (Solar and Wind Energy Resource Assessment), ya mencionado ⁽¹⁸⁾. En este estudio se ha realizado una evaluación de la energía solar disponible en República Dominicana.

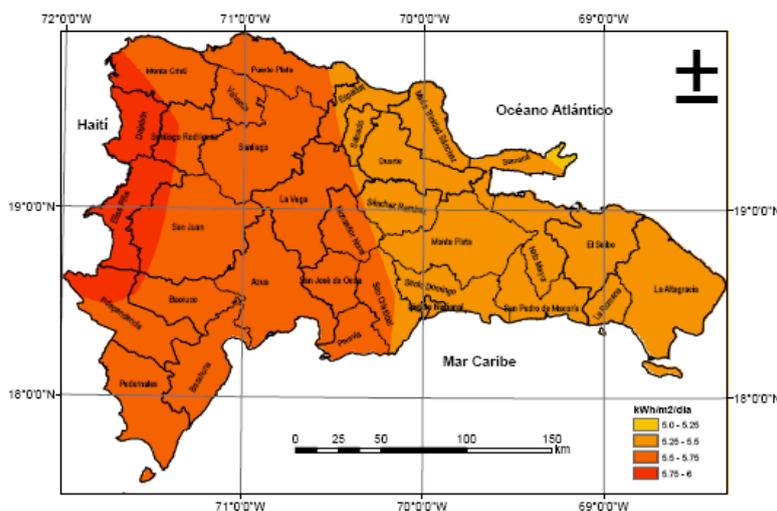


Figura 111. Este mapa indica que el potencial de REPÚBLICA DOMINICANA está entre 5 y 6 kWh/m², la cual es una cifra elevada que permite variadas aplicaciones de la energía solar.

5.17.3 Biocombustibles

Para la producción de biodiesel, se considera posible el uso de palma africana, la higereta o higerilla, el coco y la jatropha, por adaptarse a las condiciones agroclimáticas de República Dominicana. La experiencia en el país para cada uno de estos cultivos es variada, pero, aparentemente, menor a la que existiría para los cultivos vinculados al Etanol. En cuanto a la capacidad productiva del suelo y principales cultivos, el informe concluye que, el total nacional de tierra cultivable es de alrededor de 4.200.000 hectáreas, del cual solo 660.000 Has están sembradas, equivalente al 16%. Esto quiere decir que existe una frontera agrícola, equivalente al 84% del área cultivable.

17 Mejía, J. (2006) "Calentadores Termosolares en la República Dominicana: Mercado y Beneficios". Programa PROFER GTZ.

18 SWREA fue desarrollado por NREL (National Renewable Energy Laboratory, USA) e instituciones de doce países que participaron, con el auspicio del GEF (Global Environment Facility) y la gestión de la UNEP (United Nations Environment)

Si a la superficie total nacional se reduce la superficie cultivada y las áreas de suelo no utilizable con este fin, existirían más de 3.000.000 Hectáreas disponibles, que se consideran aplicables a la agricultura energética, de acuerdo con la opinión de los expertos, vinculados con los estudios consultados.

“La primera conclusión es que no hay conflictos entre el desarrollo de una agricultura energética y la producción de alimentos. La segunda conclusión es que la agricultura energética puede desarrollarse en todas las regiones del país” ⁽¹⁹⁾.

Cuadro No. 91. Reducción de Emisiones de Etanol frente a las de la Gasolina

Estudios en USA		Estudios en Europa	
Gases	10% Etanol	20% Etanol	10% Etanol
HC	-14%	-25%	
CO	-16%	-27%	-25/30%
NOx	0%	+29%	+5%
CO2			-6/-10%
COVDM			+7%
Aldehidos			+30/50%

En cuanto al papel de los ingenios azucareros en la producción de Etanol, se estima que el desarrollo de un Programa de Etanol podría recuperar la superficie cultivada en el pasado (255.000 Hectáreas), lo cual permitiría dedicar alrededor de 130.000 ha para iniciar el Programa de Etanol, con una producción aproximada de 2.352 Kbbbl/año. Se estima que sería posible adicionar 60.000 ha; anuales, con una meta de llegar a cerca de 700.000 ha; dedicadas a la producción de etanol.

República Dominicana podría usar el etanol como aditivo o sustituto parcial de la gasolina, en mezclas que van desde 10%, sin mayores modificaciones en los motores, y hasta un 85% de mezcla (E85) para motores FFV “FLEXIBLE FUEL VEHICLE”. Así mismo, puede usar el biodiesel como aditivo en mezcla hasta 5%, sin modificaciones en el vehículo.

El efecto sobre la reducción de emisiones por el uso de etanol depende del tipo de tecnología utilizada en el sistema de alimentación de combustible y el punto de operación, mezcla rica o pobre. Con el uso de etanol al 10% y 20% en volumen, en mezclas con gasolina, es posible obtener reducciones importantes en CO, HC y CO₂, pero también incrementos en NO_x.

Las mezclas de biodiesel disminuyen las emisiones de CO, CO₂, partículas y otros compuestos tóxicos. Sin embargo, aumenta las de NO_x, las cuales tienden con una mayor proporción de biodiesel en la mezcla. Esta es una razón que inhibe mezclas superiores a 20%, aun si los problemas mecánicos son resueltos.

5.18 Posibles lineamientos estratégicos en biocombustibles

Considerando la relevancia del sector Transporte en la matriz energética y teniendo en cuenta las dificultades de actuar sobre un sector fuertemente atomizado con acciones de uso racional de la energía, implementar una estrategia de penetración de biocombustibles podría constituirse en un objetivo prioritario de múltiples ventajas.

Las posibilidades de importación de autos usados constituyen un elemento negativo adicional en la búsqueda de eficiencia.

¹⁹ () Rodríguez, H. op.cit.

En divisas, una matriz energética más diversificada, de mayor robustez frente al escenario internacional y ambientalmente más amigable. La obtención efectiva de tales beneficios depende de adecuadas políticas y estrategias que, entre otros elementos, podrían incluir objetivos tales como:

- Reducir el impacto del abastecimiento energético sobre el sector externo de la economía;
- Reducir el costo de la energía para los usos y sectores más vulnerables;
- Incrementar la oferta de energía doméstica;
- Diversificar la matriz energética;
- Mejorar la eficiencia energética;
- Y garantizar un abastecimiento energético más seguro y confiable.

Potenciales acciones y estrategias, vinculadas especialmente con los biocombustibles, podrían ser:

- Sustitución de importaciones de energía;
- Generación de espacios y estrategias para la exportación de biocombustibles;
- Articular programas de desarrollo agroindustrial que generen múltiples beneficios (energéticos, sociales, económicos y ambientales);
- Profundizar los análisis que garanticen propuestas sustentables, en todas sus dimensiones;
- Identificar potenciales nichos tecnológicos, viables en el contexto científico-técnico y económico del país;
- Aprovechar las oportunidades que ofrecen el contexto global y específico de cambio climático, tales como el MDL y otros programas similares (multilaterales o bilaterales), vinculados a los mercados de carbono.

En el caso específico de etanol, serían necesaria acciones, tales como:

- Nuevos cultivos de caña de azúcar con orientación específica hacia suministrar la materia prima a destilerías autónomas;⁽²⁰⁾
- Fijar metas cuantificadas e instrumentar la estrategia y acciones para generar el sendero que permita alcanzarla. Tal como una superficie cultivada de 250.000 ha. y recuperar la capacidad de molienda histórica⁽²¹⁾;
- Proponerse una sustitución creciente de derivados de petróleo importados, mediante acuerdos regionales que le permitan, por ejemplo, acceder a vehículos flexi-fuels que puedan ser abastecidos totalmente con alcohol o con cualquier mezcla intermedia;
- Generar la infraestructura de refinación necesaria para el cumplimiento de los objetivos mencionados⁽²²⁾;
- Desarrollar programas específicos para flotas cautivas que faciliten la transformación a nuevos combustibles.

En el caso de Biodiesel, los desafíos son mayores de acuerdo a la experiencia del país.

- Deberían implementarse nuevos cultivos de, por ejemplo, palma africana. La información analizada plantea un área potencial de 45.000 ha;
- Y el paso de la superficie actual (13.000 ha) a 45.000 ha. generaría una producción aproximada de 913 Kbbbl/año, suficiente para cubrir la demanda y, aún más, generar excedentes exportables.

Para implementar esta estrategia, se requeriría invertir en plantas de producción de biodiesel con una capacidad cercana a 128,000 T/año en 2012.

20 Actualmente, existen cultivos de caña sin explotar que alcanzan, según diversas fuentes, hasta 1,000,000 de Tn anuales de caña sin aprovechar. La primera acción recomendable sería la utilización de los cultivos actuales existentes que no se están explotando

21 Es de destacar que las potenciales metas no suponen desafíos de situaciones sin precedentes en el país, sino que se refieren a recuperar capacidades productivas que el país ya tuvo hace más de 20 años.

22 Rodríguez (op.cit.) sostiene que para implementar tal acción se requiere invertir en la instalación de destilerías con una capacidad cercana a 1.000.000 litros/día en 2012 y una capacidad adicional de 4.500.000 litros/día para ser desarrollada en el Período 2012-2020.

5.19 Otras fuentes alternativas de energía

Otras fuentes alternativas pueden ser la Biomasa o derivados (excluidos los Biocombustibles, ya tratados), desechos urbanos y la hidroelectricidad, todas incluidas en el PEN 2004-2015. La biomasa que se podría considerar sería el bagazo, los desechos agropecuarios, el biogás, la leña y el carbón vegetal.

El potencial de biogás en el PEN se ha estimado, a partir de la producción anual de residuos de pseudotallos de plátano, follajes de arroz, estiércol de cerdos y vacunos, en un total de 1.230.000 m³/día, sin considerar el biogás de los desechos sólidos de las principales ciudades del país.

Una de las alternativas se vincula con la Cogeneración e ingenios azucareros. De acuerdo con las estimaciones a las que se tuvo acceso, tales sistemas podrían generar para el sistema interconectado de 80 a 100 kWh/t caña molida, además de cubrir sus propias necesidades de electricidad y calor. Introduciendo medidas de eficiencia energética, se podrían adicionar de 10 a 20 kWh/t caña molida.

Se estima que el potencial hidroeléctrico de la República Dominicana es de 13,784 GWH/Año en 48,400 Km. cuadrados, y un potencial unitario de 287 KWH/Kilómetros cuadrados.

Esto es fruto de tener una gran parte de su sistema hidrográfico con nacimiento en el macizo de la Cordillera Central en montañas de entre 1500 y 3000 metros sobre el nivel del mar, con un gradiente significativo.

En República Dominicana, los mejores potenciales los tienen el Nizao y los dos Yaque, del Sur y del Norte. Y la cuenca más grande de la Isla es el Artibonito con 9.013 Km², con una extensión en territorio dominicano de 2.643 Km²; su caudal (100 m³/S en Pont Sondé, Haití); sin embargo, no supera al del Yuna en Villa Riva con 5800 Km².

La Empresa de Generación Hidroeléctrica Dominicana que forma parte de la (Corporación Dominicana de Empresas Eléctricas Estatales CDEEE) es la responsable de toda la generación hidroeléctrica del país, y actualmente cuenta 22 centrales hidroeléctricas en operación, con capacidad actual instalada de 468.67 Mw y una generación neta de energía durante el periodo enero-diciembre 2007 de 1,666.40 Gwh, lo que significa un ahorro en Combustible US\$230 Millones. (Cuadro No. 93).

Cuadro No. 93. Centrales y mini centrales hidroeléctricas en operación

Centrales	Año de construcción	Potencias mega watts	Ubicación
Rosa Julia de la Cruz	2006	0.8	Nagua
Domingo Rodríguez	2004	4	San Juan de la maguana
Aniana Vargas	2003	0.7	Bonao
Monción	2002	52	Monción
Los Toros	2001	9.7	Azua
Los Anones	1999	0.11	San Cristóbal
C.E. Monción	1998	3.21	Monción
Río Blanco	1996	25	Bonao
Baiguaque	1996	1.2	Santiago de los Caballeros
El Salto Constanza	1995	0.65	Constanza
Nizao-Najayo	1994	0.33	San Cristóbal
Aguacate	1992	52	San Cristóbal

Centrales	Año de construcción	Potencias mega watts	Ubicación
Jigüey	1992	98	San Cristóbal
Angostura	1987	18	Santiago de los Caballeros
Hatillo	1984	8	Cotuí
Sabaneta	1981	6.36	San Juan de la maguana
Sabana Yegua	1980	13	San Juan de la maguana
Rincón	1978	10.1	Bonao
Valdesia	1975	54	Baní
Tavera	1973	96	Santiago de los caballeros
Las Damas	1967	7.5	Duvergé
Jimenoa	1950	8	Jarabacoa

Existe un plan de expansión 2005-2012 y 2007-2017, y dando seguimiento a las Metas del Milenio, del PNUD y la Secretaria de Estado de Medio ambiente y Recursos Naturales, para el caso dominicano, se están desarrollando Proyectos de mini y microcentrales hidroeléctricas en comunidades rurales aisladas; todos estos proyectos serán considerados proyectos MDL porque tiene un componente importante de mitigación de GEI.

Mediante contrato, con la Comisión Federal de Electricidad (CFE), firmado en septiembre del 2007, EGEHID está llevando a cabo la actualización del estudio del potencial hidroeléctrico de la República Dominicana, y la Optimización de nueve (09) proyectos hidroeléctricos ya seleccionados por EGEHID y CFE.

Actualmente, el país tiene en ejecución 6 proyectos hidroeléctricos, dos de estos proyectos cuentan con financiamiento del Gobierno del Brasil, por US\$ 81.3 millones para Palomino, y US\$20 millones para Pinalito. Ver Cuadro No. 94.

Cuadro No. 94. Proyectos en ejecución

Centrales Hidroeléctricas	Capacidad Instalada (Mw)	Generación Esperada (Gwh)	Inicio de Construcción	Fechas de Entrada	Ahorro de combustible anual, Millones US\$
Central Pinalito	50.0	143.0	2004	2008	19.27
Expansión Central Hatillo	10.0	70.35	2008	2009	9.48
Minicentral Magueyal	3.2	24.11	2006	2008	3.25
Minicentral Brazo Derecho	2.8	21.09	2007	2008	2.84
Minicentral Las Barías	0.9	7.53	2006	2008	1.01
Central Las Placetas	87.0	331.0	2006	2010	44.6
Central Palomino	80.0	179.4	2006	2010	24.75

También existen otros seis proyectos hidroeléctricos que están a la espera de localizar el financiamiento necesario para su puesta en ejecución.

Cuadro No. 95. Proyectos en busca de financiamiento

Centrales Hidroeléctricas	Capacidad Instalada (Mw)	Generación Esperada (Gwh)	Inicio de Construcción	Fechas de Entrada	Ahorro de combustible anual, Millones US\$
Artibonito	45.0	124.83	2008	2011	160.0
La Diferencia	11.0	30.4	2008	2010	40.0
Arroyo Gallo	13.2	48.6	2008	2010	52.0
La Hilguera	15.2	58.0	2008	2010	55.0
Hondo Valle	13.5	47.5	2008	2010	40.0
El Torito – Los Veganos	14.9	67.5	2009	2012	53.0

Desde mediados del 2005, EGEHID empezó acciones tendentes al seguimiento de las recomendaciones del *Protocolo de Kioto*, y preocupación ante la situación del cambio climático global.

En ese sentido, se iniciaron las primeras reuniones con la representación de la Autoridad Nacional designada para asuntos del Mecanismo de Desarrollo Limpio (MDL), como entidad de la Secretaría de Estado de Medioambiente y Recursos Naturales, con asiento en la Subsecretaría de Estado de Gestión Ambiental. Por ello la Unidad Ejecutora de Proyectos de Energías Renovables (UEPER).

A mediados de 2006, la UEPER preparo la versión preliminar de una carpeta de 10 proyectos potenciales para aplicar al MDL.

A continuación se presentan los proyectos mayores y menores de 15 MW que están sujetos de ser proyectos para el Mecanismo de Desarrollo Limpio (MDL).

Cuadro No. 96. Proyectos >15MW

Proyectos	Localizaciones	Potencias Instaladas (MW)	Generación Anual(GWh)
Instalada	Bohechio, San Juan	Instalada	150.1
(MW)	Generación	(MW)	Generación
Anual	Cotuí	Anual	70.4
(GWh)	Santiago de los caballeros	(GWh)	331.0
Artibonito	Elías Piña	45.0	124.8
La Hilguera	San Juan de la Maguana	15.2	58.0
Manabao-Bejucal-Távera	La Vega	104.8	195.1
Hidrobombeo Camú	La Vega	300.0	550.0
Totales		692.0	1,622.4

Fuente: EGEHID

Cuadro No. 97. Proyectos potenciales MDL <15MW

Proyectos	Potencias Instaladas (MW)	Generación Anual (GWh)
(MW)	Generación anual	24.1
(GWh)	2.8	21.1
Las Barías	0.9	7.5
Arroyo Gallo	13.2	48.6
Hondo Valle	13.5	47.5
La Diferencia	11.0	30.4
Totales	44.6	179.2

Fuente: EGEHID

La EGEHID está revisando los términos de referencia para la Licitación de la Consultoría de preparación de certificación y venta de certificados de emisiones o bonos de carbono de una carpeta de 16 proyectos potenciales al MDL que se muestran, a continuación.

Cuadro No. 98. Proyectos MDL con Inversión estimada

Centrales	Potencias (MW)	Generación (GWh/año)	RdE (tCO ₂ e / año)	Status (Fase)	Inv. Estimadas MDL (USD)
Palomino	80.0	150.1	131,892.6	Construcción	421,425
Pinalito	50.0	143.0	102,670.2	Construcción	396,425
Expansión Hatillo	10.0	70.4	55,970.7	Construcción	263,025
Magueyal	3.2	24.1	17,076.6	Construcción	187,040
PRYN Brazo Derecho	2.8	21.1	14,937.8	Construcción	187,040
Las Barías	0.9	7.5	6,137.0	Construcción	183,700
Las Placetas	87.0	331.0	237,650.5	Construcción	401,635
Artibonito	45.0	124.8	99,314.7	PROCURA FIN	288,075
La Hilguera	15.2	58.0	43,893.6	PROCURA FIN	259,685
Arroyo Gallo	13.2	48.6	36,779.8	PROCURA FIN	195,390
Hondo Valle	13.5	47.5	35,947.3	PROCURA FIN	195,390
La Diferencia	11.0	30.4	23,006.3	PROCURA FIN	188,710
Man-Bej-Tav	104.8	195.1	140,070.6	Diseño	239,845
Hidrobombeo Camú	300.0	550.0	416,232.1	Estudios	421,925
Totales			1,361,609.8	tCO ₂ e / año	3,829,310

Los proyectos hidroeléctricos tienen un potencia de reducción de emisiones de 1,362,609.8 toneladas de CO₂, equivalente por año, lo que representaría un ingreso de US\$ 3,829,310.00 para inversión en proyectos de desarrollo sostenible.

5.20 El Potencial Impacto sobre la reducción de emisiones

El potencial impacto sobre la reducción de emisiones de las acciones de Uso Racional de la Energía en el consumo ⁽²³⁾. Las propuestas sobre opciones de Uso Racional de Energía, vinculadas a los sectores de Consumo y usuarios finales, y los potenciales estimados, de acuerdo con los estudios consultados como se muestran en el Cuadro No. 99.

Cuadro No. 99. Ahorros anuales de energía y de emisiones de CO²

Sector/Medidas	Ahorros estimados		
	Electricidad (GWh/año)	Energía (KTep/año)	EmisionesCO ₂ (Miles de Ton/año)
Residencial	810	5.5	570.2
Iluminación	130		85.7
Calentadores Solares		5.5	45.9
Refrigeradores	180		118.6
Acondicionamiento ambiental	500		320,0
Comercio y Servicios	170	19.0	171.2
Acondicionamiento ambiental	90		59.3
Iluminación	80		52.7
Calentadores solares		19.0	59.2
Industria	211	220.0	3,120.0
Cogeneración		220.0	2,981,0
Motores Eléctricos	211		139.0
Transporte		360.5	336.9
Plan Canje		13.5	29.9
Sustitución de GLP por GNC		274.0	100.0
Transporte Público		30.0	125.0
Sustitución de conchos		43.0	82.0
Totales	1,191	605.0	4198.3

En un análisis de mediano y largo plazos, los ahorros de energía y la reducción de emisiones evitadas de CO₂ seguirían un proceso gradual y progresivo, al implementarse diversos programas.

En una perspectiva a diez años (al año 2020), y para el cual se ha considerado (de acuerdo con los trabajos de la Fundación Bariloche) una tasa de crecimiento promedio anual del consumo de energía de 3.6%, el consumo final, sin Uso Racional de Energía (URE), llegaría a poco más de 8,640 KTep por año en 2020; mientras que con URE ese valor sería de poco más de 7,250 KTep.

23. De acuerdo con la información y estimaciones de Fundación Bariloche y Odón de Buen R.

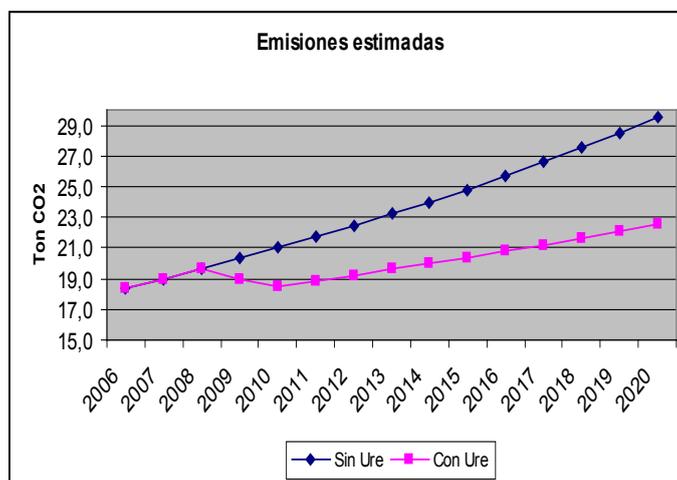


Figura No. 112. Consumo de energía en Ktep

En la misma perspectiva, las emisiones de CO₂ que se tendrían, sin URE, llegarían a más de 29,6 millones de toneladas por año en 2020; mientras que, con URE, ese valor disminuye a 22,5 millones de toneladas

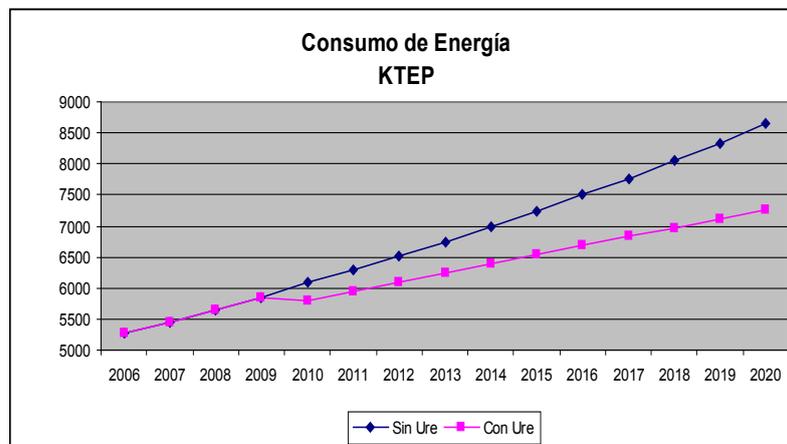


Figura 113. Emisiones reducidas con URE y sin URE

5.20.1 El potencial de las Fuentes Renovables de Energía

Hemos analizado también el potencial que le asiste a República Dominicana para ampliar el papel que juegan las Fuentes Renovables de Energía en su matriz energética. Es necesario ahora, a modo de análisis preliminar, estimar qué papel podría jugar algunas fuentes y tecnologías seleccionadas como contribuyentes a la reducción de emisiones de GEI.

5.20.2 El Potencial de la Energía Eólica

El potencial total de la Energía Eólica en RD se ha estimado en 30.5 GW y 59.300 GWh/año. De estos, para generación eléctrica interconectada a la red, 10.2 GW (33% del total). Se han otorgado concesiones provisionales y concesiones definitivas para el desarrollo de parques eólicos en el país, por un total de 290 MW. Adicionalmente, el Plan de expansión 2006-2012 incluiría 410 MW. (Cuadro No. 100).

Cuadro No 100. Evolución de la penetración estimada de Energía Eólica y efecto sobre emisiones

Años	Potencia MW	Energía (GWh/año)	Emisiones Evitadas (Ton CO ₂)
2010	75	240	146640
2011	125	640	391184
2012	260	1473	899723
2013	100	1793	1095315
2014	50	1953	1193111
2015	100	2273	1388703

Se han estimado portafolios de proyectos, con grandes posibilidades de concreción, que implican un total, con fecha de ingreso hasta 2013 inclusive de 560 Mw y una energía de 1.793 GWH. Más allá del 2013, se supondrá que entrarán anualmente 50 MW adicionales hasta el año 2020.

La hipótesis de arribar a 2020 con un Parque Eólico de 1960 MW implicaría un impacto sobre la reducción de emisiones de casi 4.000.000 de Ton. de CO₂ anuales y un acumulado para el Período 2010-20 de más de 18.000.000 de toneladas de CO₂.

5. 21 Las acciones relevantes en la República Dominicana

5. 21.1 El Mecanismo de Desarrollo Limpio (MDL)

El objetivo de este ítem es describir todas aquellas acciones que, por su naturaleza o vinculación, directa o indirecta, impliquen una contribución a la potencial mitigación de GEI.

La República Dominicana ofrece oportunidades de inversión en el MDL, principalmente en la generación de electricidad, manejo de desechos e iniciativas en el sector turismo y soluciones de suministro de energía para áreas no conectadas a la red (por ejemplo, recuperación y uso de biogás de sistemas de tratamiento de estiércol animal); eficiencia energética y conversión de combustible en las principales instalaciones industriales; y enfoques integrados de gestión energética en los sectores de fabricación de alimentos y bebidas, y también en el sector transporte.

La República Dominicana ha recibido apoyo de los gobiernos de Canadá y Japón; del primero, para la realización de un estudio para determinar el potencial del país para la implementación de proyectos MDL por sectores, y el segundo para la elaboración de un mapa en el cual se ubican las aéreas potenciales para el desarrollo de proyectos MDL forestales.

En las tablas siguientes, puede observarse una situación activa y variada con respecto a la generación de propuestas y proyectos.

Las actividades desarrolladas admiten las siguientes conclusiones:

- República Dominicana ha sido un país activo en todos los aspectos vinculados al cambio climático;
- Ha sido capaz de mostrar una dinámica en la búsqueda de soluciones a su sistema energético que tienen el potencial de contribuir positivamente a la mitigación de GEI;
- Ha generado marcos legales de promoción a las Fuentes de Energía Renovables, y ha constituido las áreas y autoridades para facilitar el desarrollo de proyectos de MDL y ha implementado importantes estudios para identificar las oportunidades de Uso Racional de la energía y penetración de nuevas Fuentes de Energía Renovables;
- Ha dispuesto de estudios muy valiosos que constituyen una acción habilitante y orientadora para el diseño y la implementación de políticas y estrategias que contribuyan al desarrollo sustentable de su sistema energético, a la vez que aportan a las problemáticas ambientales globales;
- Ha requiere seguir recibiendo apoyo económico y técnico para profundizar su conocimiento sobre temas prioritarios, y fundamentar con mayor precisión las estrategias que lo conduzca hacia un escenario deseable, a nivel nacional y global.

La información sobre programas y medidas puede comprender proyectos dirigidos a reducir las emisiones de GEI y fortalecer la absorción por sumideros. Esta información puede presentarse dentro de la comunicación nacional o como un documento aparte.

La información de proyectos debería incluir:

- Una elaboración sobre los costos de implementación
- Una descripción del potencial de mitigación
- Una descripción de los conceptos del proyecto que contengan los beneficios sociales y ambientales
- Información sobre las dificultades para la implementación.

La información sobre cualquier proyecto de mitigación que se esté ejecutando o proponiendo puede incluir información sobre recursos financieros suministrados por programas bilaterales y multilaterales.

6

OTRAS INFORMACIONES RELEVANTES

Otras informaciones relevantes

6.1 Introducción

Este capítulo brinda las informaciones sobre actividades que la República Dominicana ha realizado para el logro de los objetivos de la Convención Marco de la Naciones Unidas sobre Cambio Climático (CMNCCC), complementando a través del desarrollo de programas, estudios y proyectos específicos para su aplicación, que han sido descritos en los capítulos anteriores.

Las actividades están relacionadas con el uso de modelos climáticos, la observación del clima, las medidas de respuestas tanto en mitigación como adaptación, y también la educación, formación y sensibilización del público, en la elaboración de los lineamientos para una estrategia nacional de cambio climático y un plan de acción nacional para la adaptación al cambio climático.

Los lineamientos y el plan de acción benefician la formulación y ejecución de políticas, programas y medidas de respuesta al cambio climático, en un marco de desarrollo sostenible y ambos estudios han sido considerados para ser incluidos dentro de la Estrategia Nacional de Desarrollo de RD, actualmente en formulación. Además de contribuir con la generación de informaciones y capacidades en RD para responder al problema de CC.

Como país, se ha dado seguimiento a las decisiones de la Conferencia de las Partes, y de los grupos de trabajos (AWG) por sus siglas en inglés, tanto dentro de la Convención como del *Protocolo Kioto* y a las directrices para la preparación de las comunicaciones iniciales adoptadas por la CP, en su segunda sesión, mediante la decisión 10/CP.2, y las directrices adoptadas por la CP, en su octava sesión, mediante decisión 17/CP.8, para la preparación de la comunicaciones nacionales de Anexo I.

6.2 Transferencia de tecnologías

Los países que forman parte de la Convención de Cambio Climático deben promover y apoyar con su cooperación el desarrollo, la aplicación y la difusión, incluida la transferencia de tecnologías, prácticas y procesos que controlen, reduzcan o prevengan las emisiones antropógenas de gases de efecto invernadero, y la República Dominicana no se ha quedado atrás en este importante proceso.

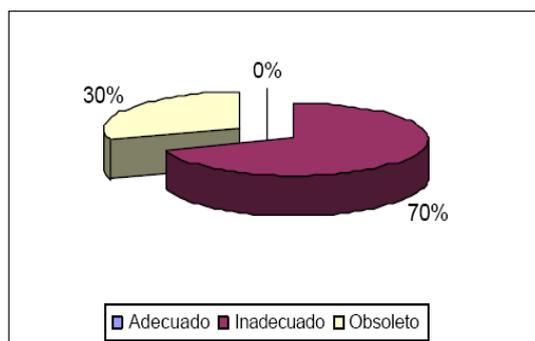


Figura 114, se presenta la apreciación del Nivel de Tecnología Energética, utilizada en los diferentes sectores de consumo del país

El Art. 4.5 es muy claro al respecto: “Las partes que son países desarrollados deberán tomar todas las medidas posibles para promover, facilitar y financiar, según proceda, la transferencia de tecnologías y conocimientos prácticos ambientalmente sanos, o el acceso a ellos, a otras Partes, especialmente las Partes que son países en desarrollo, a fin de que puedan aplicar las disposiciones de la Convención”.

La transferencia de tecnología es importante no sólo para la mitigación sino principalmente para aumentar las capacidades de adaptación y el financiamiento de esas actividades por los países desarrollados y la cooperación internacional es, en parte, una deuda social para con los países en vías de desarrollo.

Las tecnologías avanzadas y nuevas son un factor crucial para abordar el cambio climático, y son objeto de una fuerte demanda por países en vía de desarrollo. Para crear la capacidad institucional y tecnológica nacional se necesita el compromiso de los sectores público y privado en sentar las bases para un adecuado entorno institucional y de incentivos al desarrollo de la ciencia, la tecnología y la innovación y el desarrollo de sus capacidades de investigación.

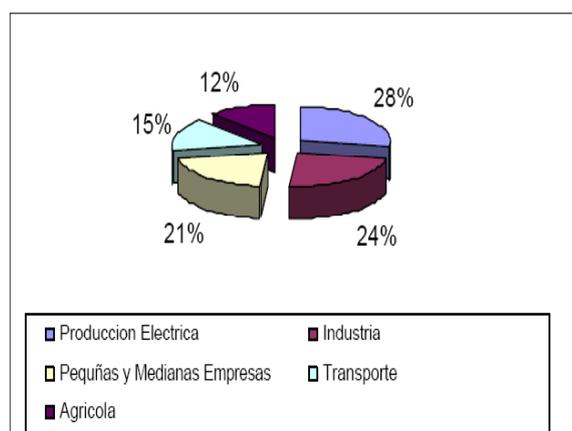


Figura 115. Distribución en forma porcentual de la variación de la necesidad de tecnología, por sector

Los primeros pasos para determinar las necesidades tecnológicas de la República Dominicana, en el marco de la Convención, se realizaron en el año 2004 con el diagnóstico para determinar las necesidades tecnológicas para reducir las emisiones de gases de efecto invernadero, el cual se realizó a través de la investigación para implementar el Registro de Emisiones Ambientales en Establecimientos Industriales.

Los datos recolectados están referidos al desempeño industrial en el año 2002, por lo que se hace prioritario una actualización de las necesidades de transferencia de tecnología, por sectores, y que será considerado como prioridad número uno en la *tercera comunicación nacional*.

Al evaluar el sector energético como principal emisor de gases de efecto invernadero, las medidas que han de ser consideradas para el cumplimiento con la Convención de Cambio Climático, podemos destacar que el nivel de tecnología, utilizada por diferentes sectores de consumo, es inadecuado y obsoleto.

En las figuras 115 y 116, podemos apreciar el nivel de tecnología, utilizada en los diferentes sectores de consumo.

Existe la necesidad en el país de promover nuevas tecnologías energéticas en los sectores que la utilizan, existiendo importantes razones para promover nuevas tecnologías, que incluyan una disminución del consumo energético, con oportunidades de beneficios económicos y ambientales, disminución de la dependencia de combustibles importados con posibilidades de recursos endógenos de alto potencial socioeconómico, además de mejorar los niveles de eficiencia de las unidades energéticas para lograr mayor calidad de servicio a precios razonables y optimizar el uso de las fuentes primarias de energía renovables en los procesos productivos, con fines de incrementar la eficiencia y reducción de la contaminación ambiental.

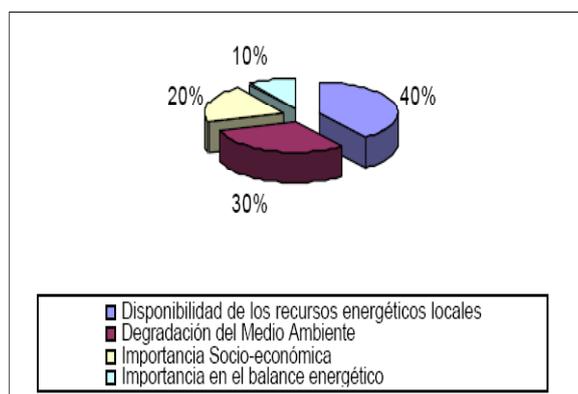


Figura 116. Distribución de sectores prioritarios

Dentro de los sectores que deben considerarse prioritarios para la transferencia de tecnología, podemos señalar el sector *producción eléctrica*, el sector de la *industria*, las *pequeñas y medianas empresas*, el sector *transporte* y el sector *agrícola*. La Figura 115, nos muestra en forma porcentual como varía la necesidad tecnología por sector.

En el estudio de la transferencia de tecnología, también se consideró el criterio de orden de prioridad para la clasificación de los sectores, ocupando el primer lugar los recursos energéticos locales con un 40%; el segundo lugar, la degradación del medio ambiente con un 30%; los aspectos socioeconómicos con un 20%; en tercer lugar y en último lugar, el balance energético nacional, con un 10%. La Figura 116 nos muestra la distribución.

La respuesta del sector industrial a la transferencia de tecnologías en el sector energético, aparece como sugerencias desde su propia esfera de acción y en otro dominio, dentro de las cuales podemos citar:

1. Propiciando las normas e incentivos para optimizar nuestro sector energético;
2. Continuando con el plan de manejo ambiental de nuestras plantas, que sugiere la incorporación de nuevos equipos y adiestramiento continuo del personal correspondiente;
3. Promoviendo, educando sobre el uso de tecnología No Convencionales, y realizando auditorías energéticas, e implementar programas de ahorro de energía, mediante asesoría técnica;
4. Coadyuvando en la búsqueda de soluciones reales que conlleve a la producción de energía eléctrica a bajos costos, en aras de abaratar el costo de la tarifa; y
5. Proponiendo proyectos para nuevas alternativas de generación eléctrica

En otro dominio podemos tener:

1. Búsqueda y creación de tecnologías energéticas como inventor;
2. Continuación de el desarrollo de programas de apoyo y concientización de las comunidades que circundan nuestras facilidades industriales;
3. Promoción de la necesidad del uso de nuevas tecnologías eficientes y menos contaminantes;
4. Promoción de proyectos de desarrollo de campos energéticos eólicos; y
5. Fomento de aplicaciones aisladas de energías renovables.

Finalmente, se presenta a continuación las sugerencias generales sobre el tema de las necesidades de transferencia de tecnologías:

- Se sugiere realizar talleres y reuniones que feliciten la iniciativa de la transferencia de tecnologías;
- Desarrollar planes de educación en ahorro y conservación de energía;
- Promover la educación comunitaria del personal de la empresa en la importancia de legislación, normas y planes de manejo ambiental;
- Utilizar sistemas avanzados de monitoreo de procesos que conlleve a la capitalización que proponemos; y
- Crear fondos de incentivos para proyectos concretos que impulsen nuevas tecnologías y que demuestren un beneficio económico y ambiental al país.

6.3 Tecnologías energéticas y Ley 57-07

Otros tipos de tecnología que se están impulsando, a través del Mecanismo de Desarrollo Limpio del Protocolo de Kioto y la Ley 57-07 promulgada en mayo del 2007, que da facilidades para la instalación de renovables de energía como:

- Uso de energías renovables (hídrica, eólica y solar) con aditamentos requeridos para reducir los impactos no deseados sobre el medio ambiente
- Biocombustibles (etanol, biogás, biodiesel, etc.), mejores combustibles fósiles (gas natural)

En el país, se presentan diversas oportunidades para la inversión en el MDL, como es el caso de los desechos sólidos, eficiencia energética, enfoques integrados de gestión energética en los sectores industriales, en el sector transporte y sustitución de energía fósil, entre otros.

El proyecto Parque Eólico El Guanillo cuenta con 76 turbinas eólicas con una potencia total de 64,6 MW, un ahorro de emisiones de CO₂ estimado en 123.916 Ton/año, es el primer proyecto aprobado dentro del Mecanismo de Desarrollo Limpio en R.D, y es el ejemplo para la elaboración de los siguientes proyectos que sirven de referencia y que se encuentran en la fase de instalación.

Otras iniciativas que se están desarrollando y que se encuentran en fase de validación, como el caso del Parque Eólico que se ubicará en Juancho-Los Cocos, y reducción de emisiones por adiciones de fly-ash en la producción de clinker, de CEMEX Dominicana.

En fase de diseño, se encuentran otras, de generación de energía, con bagazo de caña, en Manzanillo. La gasificación de residuos agrícolas en las instalaciones del Instituto Agrario Dominicano (IAD), en Bonao.

Programa de Reducción de Emisiones, por la sustitución de lámparas incandescentes por bombillas de bajo consumo. En un programa conjunto de la Secretaría de Industria y Comercio y la Corporación Dominicana de Empresas Estatales Eléctricas, se están sustituyendo dos millones de bombillas. Este programa, en un futuro cercano, se extenderá a 10 millones de bombillas.

- Manejo de excretas porcinas en granjas de cerdos, para la captura de metano y posterior uso en la generación de energía y cocción de los alimentos. Este proyecto será desarrollado en Licey al Medio;
- Evitación de metano, a través del compostaje de los residuos sólidos en instalación agroindustrial,
- Reducción de emisiones por medidas de eficiencia energética en instalaciones comerciales y de servicios;
- Sustitución de combustible en parque vehicular del transporte público de pasajeros, a través del uso de etanol y biodiesel; y
- Sustitución de calderas que utilizan bunker en la generación de energía térmica de proceso por calderas de biomasa, entre otras.

Como una forma de seguir avanzando en la transferencia de tecnología dentro del MDL se hace necesario:

- Fortalecer las capacidades nacionales para la elaboración de proyectos MDL;
- Crear de mecanismos y actualizar los procedimientos de aprobación, oficializarlos y promoverlos para tener una cartera de proyectos de calidad;
- Establecer de indicadores de desarrollo sostenible y línea de base nacionales en transporte, desecho, forestal y otros; • Establecer un fondo de carbono e identificar las fuentes de financiamiento internacional y uso de los mecanismos de desarrollo limpio (bonos de carbono); y
- Elaboración de una estrategia de difusión.

Finalmente, se requiere el fortalecimiento de las capacidades humanas e institucionales en el campo de la tecnología de la información, en el desarrollo de mejores estadísticas, y de una política de gestión del conocimiento que fomente el acceso y la transparencia, para reunir, gestionar, analizar y difundir datos e información sobre el medio ambiente para la adopción de decisiones informadas basadas en el conocimiento científico.

6.4 Observación sistemática e investigación sobre cambio climático

La “investigación y observación sistemática” es una responsabilidad que encamina a los estudios que integran las comunicaciones nacionales. La validez de los estudios depende, en gran medida, de la calidad de la información que interpreta.

Las mediciones de temperaturas, pluviometría, velocidad del viento, hora de sol y del nivel del mar, de manera comparable, necesitan realizarse en las mismas condiciones con los mismos instrumentos, y documentados con la misma precisión.

En la República Dominicana, la Oficina Nacional de Meteorología (ONAMET), que desde su creación como ente regulador de la investigación y producción de la información meteorológica ha experimentado un cambio continuo en lo relativo a su dependencia y calidad.

Es el organismo oficial encargado de suministrar ese tipo de información. Actualmente, es una dependencia de la Dirección Nacional de Aeronáutica Civil.

Históricamente, se llevan a cabo mediciones, investigaciones y levantamientos estadísticos en las instituciones relevantes del Estado; pero sucede, en muchos, casos que con los cambios en el personal de estas instituciones han variado los instrumentos utilizados, los parámetros medidos, las condiciones investigadas y los resultados documentados.

Esto presenta graves problemas, al momento de recopilar series históricas, ya que muchas veces existen variaciones en la metodología que influyen sobre los resultados que fueron obtenidos, haciendo que las comparaciones en diferentes momentos en el tiempo contengan un mayor nivel de incertidumbre y un menor nivel de precisión; pero hoy se tiene acceso directo a información satelital en tiempo real sobre la variabilidad climática, lo que es un gran aporte a la reducción de las incertidumbres.

La ONAMET, tiene número de acceso a las informaciones satelitales de la NOAA y de Wunderground, ambas instituciones con asiento en los Estados Unidos de América. Además, tiene acceso a la información del radar situado en la zona turística de Bávaro y Punta Cana, el cual tiene un rango de acción de 350 kilómetros.

Estas realidades le proporcionan capacidad a la ONAMET, para una mejoría en la alerta temprana a eventos extremos, a los cuales la República Dominicana es muy vulnerable y tiene experiencias muy negativas, como fueron las tormentas Noel y Olga, a finales del año 2007.

En la actualidad, la ONAMET cuenta con un gran número de estaciones meteorológicas, inteligentes y no inteligentes distribuidas en todo el país.

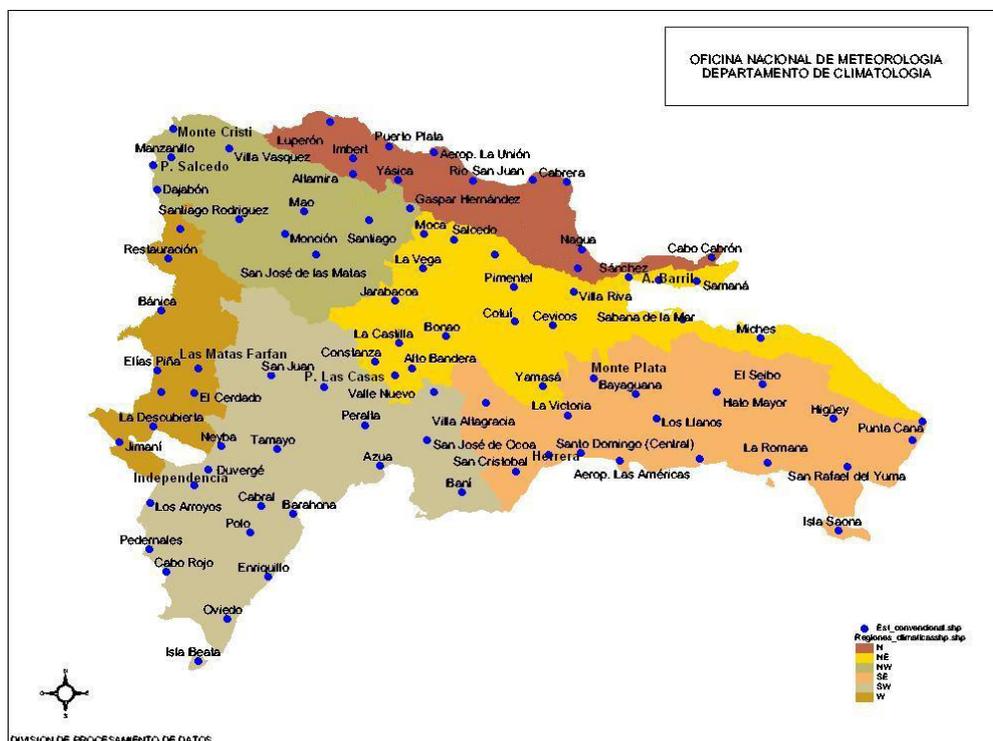


Figura 117. Número de estaciones meteorológicas, inteligentes y no inteligentes, distribuidas en todo el país

Por otro lado, el Instituto Nacional de Recursos Hídricos (INDRHI), cuenta también con estaciones meteorológicas que no sólo generan información climática sino también hidrológica; además, cuenta con 6 mareógrafos, ubicados en distintos puntos de las áreas costeras del país.

La Red Telemétrica Hidrológica está constituida por 70 estaciones remotas y dos estaciones terrenas que constituyen una Red de Alerta Temprana a Desastres Naturales, como inundaciones, sequías y huracanes (Figura 117).

Las estaciones remotas se distribuyen de la siguiente manera:

- 20 pluviométricas para medir intensidad de lluvias;
- 30 hidrométricas para medir niveles de agua en los ríos;
- 10 Climáticas para medir temperatura, precipitación, humedad relativa, radiación solar, velocidad y dirección del viento y presión barométrica; y
- 6 Mareógrafos.

Las estaciones remotas transmiten las informaciones hidrológicas hasta las estaciones terrenas, a través de un Sistema Telemétrico Satelital, que opera bajo la supervisión y permiso del Servicio Nacional de EE.UU. de Información y Datos Ambientales, a través de Satélites (NESDIS).Figura 118.

Ubicación de las estaciones

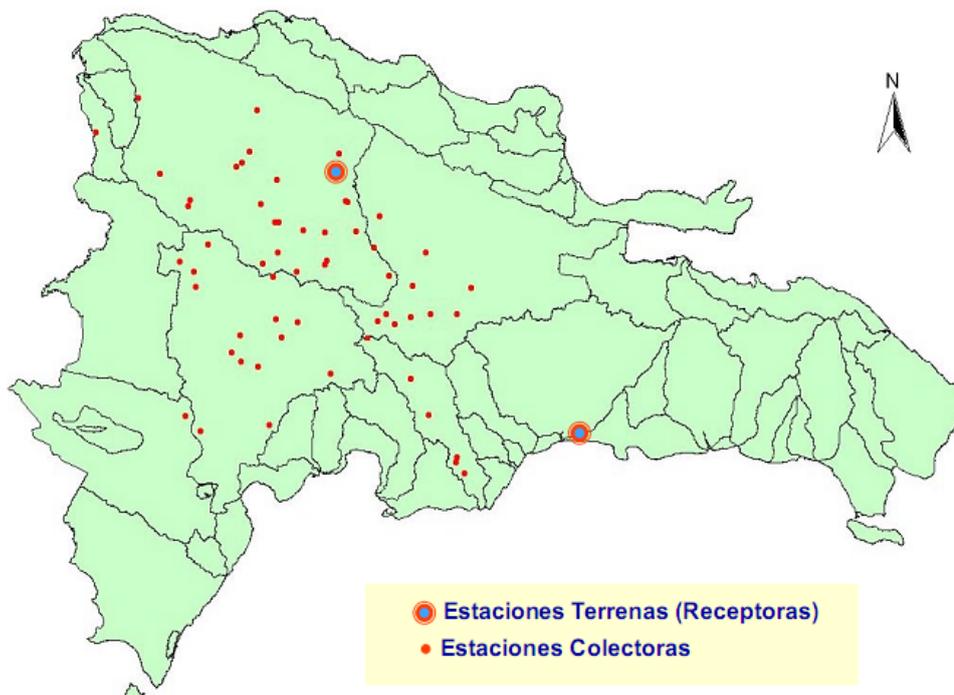


Figura 118. Estaciones remotas hidrológicas terrenas

Las informaciones obtenidas en tiempo real en las estaciones climáticas y pluviométricas, y los niveles registrados en las estaciones hidrométricas, serán transmitidas de inmediato al Centro de Operación de Emergencia (COE), para la adopción de las medidas que correspondan, en adicción, los datos en cuestión son usados por el Comité de Operación de Embalse en Emergencia, para una labor más eficaz. Tanto la ONAMET como el INDRHI cuentan con los recursos humanos adecuados, para realizar estas investigaciones y con la mayoría de los equipos necesarios.

Pero el mantenimiento y calibración de los equipos inteligentes, muchas veces resulta ser un problema que enfrentan ambas instituciones.



Figura 119. Ubicación de Mareógrafos

Cuadro No. 101. Principales instituciones, relacionadas a la investigación y la observación sistemática

Principales Instituciones, Relacionadas a la investigación y la observación sistemática	
Áreas de Investigación	Instituciones
Gases de Efecto Invernadero	Secretaría de Estado de Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARENA) Secretaría de Estado de Agricultura (SEA) Proyecto Nacional de Cambio Climático
Clima • Temperatura • Precipitación	Secretaría de Estado de Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARENA) Oficina Nacional de Meteorología (ONAMET) Instituto Dominicano de Recursos Hidráulicos (INDRHI)
Recursos Hídricos	Instituto Dominicano de Recursos Hidráulicos (INDRHI) Corporación de Acueducto y Alcantarillado de Santo Domingo (CAASD) Instituto Nacional de Agua Potable y Alcantarillado (INAPA)
Energía	Superintendencia de Energía (SIE) Oficina Técnica de Transporte Terrestre (OTTT)
Recursos Costeros Marinos	Secretaría de Estado de Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARENA) Centro de Investigación de Biología Marina (CIBIMA)
Agricultura	Secretaría de Estado de Agricultura (SEA) Instituto Dominicano de Investigaciones Agropecuaria y Forestal (IDIAF) Centro de Desarrollo Agropecuario y Forestal (CEDAF) Consortio Ambiental Dominicano (CAD)
Salud	Secretaría de Estado de Salud Pública y Asistencia Social (SESPAS) Centro de Control de Enfermedades Tropicales (CENCET)

Existen esfuerzos que apoyan las mejoras de la capacidad del país, en cuanto a la investigación y observación sistemática, un ejemplo del cual es la capacitación impartida por el Dr. Berry, experto argentino en ciencias atmosféricas a través de los que se llamó “CLIMLAB” a técnicos de la Oficina Nacional de Meteorología (ONAMET). El enfoque de este esfuerzo era realizar, de manera apropiada, el análisis de las precipitaciones y la temperatura a nivel nacional. En las Universidades, el esfuerzo que se lleva a cabo, actualmente, con la participación del Instituto Tecnológico de Santo Domingo (INTEC), se está desarrollando un estudio con el título “Contaminación por Partículas Sólidas en la Atmósfera” el cual involucra, además de la República Dominicana, a Argentina, Chile, Venezuela, Uruguay, México y Cuba. Este estudio tiene el auspicio del Organismo Internacional de Energía Atómica (OIEA).

En general, las universidades de la República Dominicana están enfocadas en la enseñanza, a pesar de que existe poco incentivo a la investigación; pero esto puede cambiar, si las investigaciones que se llevarán a cabo en la Tercera Comunicación Nacional, se involucra a las universidades en el tema de cambio climático y en el uso de las guías y manuales del Panel Intergubernamental de Cambio Climático y de la CMNUCC, a través de la creación de capacidades nacionales.

6.5 Restricciones, Fortaleza y Oportunidades para el Desarrollo de Capacidades para la Aplicación de la Convención

En la tabla presentada a continuación, se especifican las restricciones, fortalezas y oportunidades para el desarrollo de capacidades para la aplicación de la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre Cambio Climático, desde los puntos de vista individual, institucional y sistémico, con las posibles oportunidades para su desarrollo y sus fortalezas y debilidades.

Cuadro No. 102. Restricciones, fortaleza y oportunidades para el desarrollo de capacidades para la aplicación de la Convención.

Restricciones, fortaleza y oportunidades para el desarrollo de capacidades para la aplicación de la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre Cambio Climático			
Investigación y Observación Sistemática			
Limitaciones de Capacidad en distintos niveles			Oportunidades
Individual	Institucional	Sistémico	
<p>1. Poco estímulo económico al personal de las instituciones públicas para que cumplan con la necesidad de investigación</p>	<p>1. Falta de políticas que incentiven la investigación por parte de las instituciones más relevantes en cada área.</p> <p>2. Las convenciones no están incorporadas ni reflejadas en la planificación nacional para que los esfuerzos en MA y RN sean parte de una estrategia de país.</p> <p>3. No se priorizan adecuadamente los estudios de investigación.</p> <p>4. Muchas de las investigaciones que se realizan no pueden ser de conocimiento público, si los directores o secretarios no autorizan la divulgación y transferencia de información.</p> <p>5. Falta de base de datos integrados con los estudios ya realizados y con la data de todas las instituciones que las levantan, de acceso al público.</p> <p>6. Falta de armonización de los datos por las diferentes instituciones que los levantan.</p> <p>7. No hay recursos suficientes para investigación en CC en universidades.</p> <p>8. Falta de una cultura de investigación científica en el país. Nuestras universidades están más orientadas a la docencia que a la investigación.</p> <p>9. Hay que habilitar y operativizar el Fondo Nacional para el Medio Ambiente y los Recursos Naturales que contempla la Ley 64-00. Parte de este fondo se puede destinar a proyectos de investigación científica en un esquema similar al que tiene la SEESCYT.</p>	<p>1. Carencia de iniciativas para que existan transmisión de informaciones entre las instituciones, lo cual duplica los esfuerzos y recursos.</p> <p>2. No hay continuidad de los programas de políticas públicas.</p> <p>3. Somos dependientes del financiamiento internacional para la ejecución de programas y acciones de investigación.</p> <p>4. Las convenciones no están incorporadas ni reflejadas en la planificación nacional para que los esfuerzos en MA y RN sean parte de una estrategia de país.</p> <p>5. La investigación no es prioritaria en los actuales programas de gobierno.</p> <p>6. No se aplican las leyes establecidas, tales como la de Libre Acceso a la Información pública y la Ley 64-00.</p> <p>7. Falta de una instancia nacional que sea la autoridad designada que presente los datos oficiales referentes al clima.</p>	<p>- Disponibilidad de recursos financieros que han de ser destinados a la creación de proyectos que puedan ayudar a preparar al país, para aprovechar el aumento en la importancia mundial de los cambios climáticos, y el efecto de esto sobre dicha disponibilidad.</p> <p>- Becas disponibles en las áreas de Medio Ambiente y sus programas de educación.</p> <p>- Existencia de datos que son la fuente de los estudios ya realizados y los que actualmente son necesarios.</p> <p>- Buena participación pública en los procesos de concienciación, con énfasis en la sensibilización del pueblo dominicano.</p>

Restricciones, fortaleza y oportunidades para el desarrollo de capacidades para la aplicación de la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre Cambio Climático			
Investigación y Observación Sistemática			
Fortalezas			Oportunidades
Individual	Institucional	Sistémico	
1. Existencia de personal con gran capacidad técnica en el área Ambiental, con maestrías y doctorados.	1. Instituciones participantes con infraestructuras adecuadas para la investigación. 2. Existencia de políticas claras y definidas para la difusión de los programas de beca.	. Publicación de los resultados de los estudios realizados y su disponibilidad a través de las páginas web. Se necesita una integración institucional para la información sobre el clima que producen tanto el IDRHI como ONAMET y el sector privado se pueda unificar y pueda fluir entre la los distintos sectores.	

6.6 Investigación para adaptarse al cambio climático

El cambio climático es una realidad que afectará a toda la humanidad y ecosistemas del planeta, como lo demuestra el Cuarto Informe del Panel Intergubernamental de Cambio Climático 2007 (IPCC), por sus siglas en inglés. Atendiendo a esta preocupación el Gobierno dominicano, a través su Segunda *Comunicación nacional*, elaboró los lineamiento para una Estrategia Nacional de Cambio Climático y el Plan de Acción Nacional para la Adaptación al Cambio Climático, ambos estudios constituyen importantes aportes a las políticas y al Plan Nacional de Desarrollo que elabora la Secretaría de Estado de Economía Planificación y Desarrollo (SEEPYD).

Es de conocimiento que el cambio climático tiene impactos de carácter multisectorial, y abarca una gran gama de temas, que en el marco institucional de país, implicará un gran esfuerzo político, socioeconómico y técnico, para poder adaptarnos a sus consecuencias.

6.7 Lineamiento para una Estrategia Nacional de Cambio Climático

La República Dominicana, en los lineamientos de su Estrategia Nacional de Cambio Climático presenta una visión en la cual, para el año 2020 mejorar su capacidad de adaptación a los cambios climáticos, reduciendo la vulnerabilidad frente a éste; mejorando la calidad de vida de la gente y la salud de los ecosistemas; de esta forma, habrá contribuido a la estabilización de los gases de efecto invernadero, sin comprometer sus esfuerzos de lucha contra la pobreza y el desarrollo sostenible, promoviendo la transición hacia un crecimiento con bajas emisiones en dióxido de carbono.

Basado en los principios de justicia social, equidad y solidaridad en las estrategias para que los desafíos del cambio climático el Estado dominicano, implemente a través de su programa de reducción de la pobreza y los objetivos de desarrollo del milenio, con mira a alcanzar el desarrollo sostenible, reducir riesgos.

La Secretaría de Estado de Economía, Planificación y Desarrollo (SEEPYD) ha dado los pasos necesarios para integrar la adaptación, la mitigación y la gestión de riesgos a la Estrategia Nacional de Desarrollo, facilitando los estudios de vulnerabilidad y adaptación y de mitigación al cambio climático, y los lineamientos de la estrategia y el plan de acción de adaptación al cambio climático. La (SEEPYD), como respuesta a este aporte, se acercó al Banco Mundial para que le apoyara técnicamente en la introducción del tema de cambio climático en su plan de desarrollo, que abarca desde lo local hasta; lo nacional.

6.7.1 En los lineamientos se señalan los ejes fundamentales y principales áreas de actuación de una Estrategia de Cambio Climático

Éstas son:

Mitigación: de las emisiones de los gases de efecto invernadero, principalmente en las áreas de energía, transporte y desechos sólidos; proponiendo la implementación del Mecanismo De Desarrollo Limpio (MDL), así como de la producción limpia. También, se toma en consideración la mitigación en los ecosistemas terrestres, sobre todo en lo que concierne al uso de la tierra, tanto para agricultura, ganadería y bosques.

Vulnerabilidad y Adaptación: a los efectos de los cambios climáticos, con énfasis en las acciones relacionadas con la biodiversidad, el sector forestal, los recursos costeros-marinos, los recursos hídricos, el turismo, la salud, la agricultura y la seguridad alimentaria. Las posibilidades de adaptarnos a los cambios climáticos requieren también de un esfuerzo por mejorar la gestión del riesgo climático. Es por eso, por lo que el desarrollo sostenible es la principal garantía de enfrentar la vulnerabilidad a los cambios climáticos y mejorar la capacidad de adaptación.

Fortalecimiento de las capacidades nacionales para enfrentar los Cambios Climáticos, interviniendo principalmente en la educación, la información y la comunicación, lo cual hace posible la transferencia de tecnología y fomenta la investigación, el desarrollo tecnológico y la innovación.

En cada una de estas áreas, se presenta la justificación sobre su prioridad, sobre la base de estudios realizados previamente por individuos e instituciones expertas en cada área. También, se incluyen las medidas más importantes esbozadas por la comunidad científica, relacionados con el país y que están bien detallados en los capítulos IV sobre vulnerabilidad, & adaptación y mitigación del cambio climático.

6.8 Plan de Acción Nacional de adaptación al Cambio Climático (PANA)

La República Dominicana, como pequeño Estado isla, en vía de desarrollo, es muy vulnerable a la variabilidad y el cambio climático, por lo que en cumplimiento con las obligaciones que surgen de la Convención Marco de Cambio Climático (CMNUCC), ha elaborado su plan de acción para la adaptación, con la finalidad de que el mismo sea incluido dentro de las políticas de desarrollo del país.

El marco conceptual del PANA, se sustenta en la visión de la adaptación sobre la base de los eventos climáticos extremos y la variabilidad climática con medidas que aumentan la resiliencia de los sistemas, pero principalmente están orientadas a aumentar la capacidad de adaptación que permita la reorganización y funcionamiento de una forma alternativa y diferente de los afectados, ante el impacto del cambio climático.

En el mismo, ha sido incluida la gestión de riesgos de desastres, y es considerada como una estrategia de adaptabilidad del país, la cual está orientada a tres finalidades, complementarias entre sí: a) la reducción de los riesgos climáticos; b) la preparación de la respuesta frente a eventos climáticos extremos; y c) el desarrollo procesos adecuados de recuperación pos desastres y resiliencia de la sociedad y el Estado frente a eventos desastrosos; y tiene por objetivo principal fortalecer la capacidad sistémica de la RD para enfrentar los efectos de los cambios climáticos, mediante medidas de adaptación en los sistemas vulnerables priorizados.

A través del análisis Multicriterio y el juicio de expertos, se priorizaron los sectores, sistemas y medidas del Plan de Acción para la Adaptación, que consistió en organizar de acuerdo con los criterios seleccionados para la valoración de un conjunto de acciones o medidas, y de esta forma, contribuir a la toma de decisiones (Figura 120).

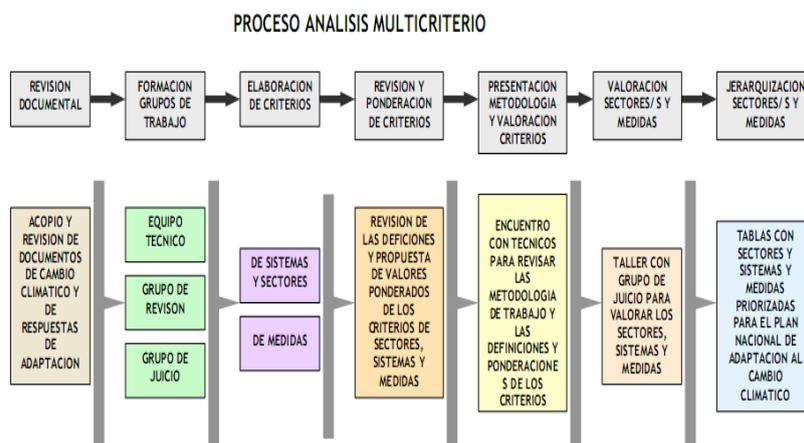


Figura 120. Diagrama de multicriterios para los sectores y sistemas

Los criterios elaborados para los sectores y sistemas fueron: a) Consecuencias negativas en personas pobres; b) Impacto negativo en la actividad económica nacional; c) Costos de recuperación de daños de efectos climáticos; d) Costos de adaptación a efectos climáticos; y e) Amenaza las distintas formas de capacidad de adaptación a los cambios climáticos.

Se evaluaron 9 sectores y 136 medidas de adaptación, los sectores o sistemas con mayor cantidad de medidas fueron: 1) biodiversidad con 31 medidas, lo que representó el 22.8%; y 2) agricultura y seguridad alimentaria con 29 medidas, con un 21.3%. Para más información ver Cuadro No. 103.

Cuadro No. 103. Medidas prioritarias, por sectores y sistemas

Medidas prioritarias por sectores y sistemas						
	Muy alto	Alta	Media	Baja	Total	
Recursos hídricos	0	3	7	5	15	11.0%
	0.0%	20.0%	46.7%	33.3%	100.0%	
Turismo	0	5	4	1	10	7.4%
	0.0%	50.0%	40.0%	10.0%	100.0%	
Salud	1	2	7	5	15	11.0%
	6.7%	13.3%	46.7%	33.3%	100.0%	
Recursos costeros-marinos	4	1	4	5	14	10.3%
	28.6%	7.1%	28.6%	35.7%	100.0%	
Biodiversidad	0	1	7	23	31	22.8%
	0.0%	3.2%	22.6%	74.2%	100.0%	
Infraestructura y A.H.	1	2	3	4	10	7.4%
	10.0%	20.0%	30.0%	40.0%	100.0%	

Medidas prioritarias por sectores y sistemas						
	Muy alto	Alta	Media	Baja	Total	
Bosque	0	2	0	5	7	5.1%
	0.0%	28.6%	0.0%	71.4%	100.0%	
Agricultura y seguridad	21	3	3	2	29	21.3%
	72.4%	10.3%	10.3%	6.9%	100.0	
Energía	0	2	3	0	5	3.7%
	0.0%	40.0%	60.0%	0.0%	100.0%	
Total	27	21	38	50	136	100.0%
	19.9%	15.4%	27.9%	36.8%	100.0%	

6.8.1 Componentes, líneas de acción y medidas del PANA

Las medidas de adaptación, luego de ser priorizadas, se clasifican en cuatro componentes de acuerdo con las características y naturaleza de las acciones. Se tomó como horizonte temporal hasta el 2020, por ser consistente con los estudios y proyecciones de clima realizados en el país y, teniendo en cuenta que un plan de esta naturaleza es y debe ser continuo, y que debe reajustarse a las nuevas y cambiantes realidades que lo componen.

Estos horizontes de planificación para la adaptación se establecieron, a largo plazo, como se observa en el Cuadro No. 104

Cuadro No. 104: Los horizontes temporales para la adaptación en diferentes sectores y sistemas.

Sector/sistema	Horizonte de planificación para adaptación (años)
Zonas de montaña	10-100
Suelo	5-100
Pesca y ecosistemas marinos	5-20
Transporte	5-50
Salud humana	1-20
Energía	10-50
Turismo	5-20
Finanzas-Seguros	1-10
Urbanismo	10-100
Construcción	5-50

Fuente: Plan de Adaptación al Cambio Climático de la Oficina Española de Cambio Climático. Ministerio de Medioambiente, citando: A preliminary Examination of adaptation to Climate Change in Finland, 2003 y Marco de Adaptación al Cambio Climático, PNUD, 2004

Las actividades y medidas se organizaron en cuatro componentes:

- 1) Conocimiento de las causas, manifestaciones, impactos y respuestas del cambio climático;
- 2) Aumento de la sensibilidad y conciencia de la sociedad humana sobre los retos del cambio climático;
- 3) Participación social en el ámbito nacional, regional e internacional para el abordaje efectivo del cambio climático; y
- 4) Incorporación de la adaptación y mitigación del cambio climático en las políticas públicas y actividades humanas, así como en doce líneas de acción.

Esto se muestra a continuación, Cuadro No. 105

Cuadro No. 105. Sistematización de las líneas de acción, por componente

Sector/sistema		Horizonte de planificación para adaptación (años)
Conocimiento de las causas, manifestaciones, impactos y respuestas del cambio climático	L-1.1	Educación formal/Informal a todos los niveles
	L-1.2	Investigación
	L-1.3	Capacitación
	L-1.4	Desarrollo de sistemas, tecnologías y prácticas para la adaptación al cambio climático, incluyendo el conocimiento local ancestral y sistemas de información
Aumento de la sensibilidad y conciencia de la sociedad humana sobre los retos del cambio climático	L-2.1	Divulgación de la información (incluye los medios de comunicación)
	L-2.2	Generación y publicación de la información
	L-2.3	Intercambio de la información (incluye cultura, arte e identidad)
Participación social en el ámbito nacional, regional e internacional para el abordaje efectivo del cambio climático	L-3.1	Participación social en la incorporación del cambio climático en los procesos de formación y ejecución de la políticas públicas de desarrollo
	L-3.2	Participación y organización social para el seguimiento, vigilancia y rendición de cuentas sobre el cumplimiento de compromisos nacionales y el posicionamiento político en materia de cambio climático, incluyendo los mecanismos de financiamiento
Incorporación de la adaptación y mitigación del cambio climático en las políticas públicas y actividades humanas	L-4.1	Marco legal e institucional nacional y municipal
	L-4.2	Iniciativas, programas y proyectos gubernamentales de desarrollo nacionales y municipales
	L-4.3	Iniciativas privadas de desarrollo comunitarias, empresariales, y de ONG

6.8.2 Coordinación e Implementación del Plan de Acción

El siguiente importante paso del Plan Acción para la Adaptación como documento consensuado, es su implementación, que debe involucrar a todos los sectores de la sociedad dominicana, teniendo siempre el enfoque de arriba hacia abajo”, creación y fomento de la capacidad nacional sobre la base del conocimiento. Las opciones de adaptación de “abajo hacia arriba” que concuerden con las prioridades basadas en la comunidad, a modo de impulsar el desarrollo sustentable e integrando la gestión de riesgos.

Un paso importante en el enfoque de arriba hacia abajo, ha sido la creación por el decreto 601-08 del Poder Ejecutivo, que instituye el Consejo Nacional para el Cambio Climático y el Mecanismo de Desarrollo Limpio, para formular y diseñar las políticas necesarias para prevenir y mitigar las emisiones de gases de efecto invernadero, y

como políticas de medidas de adaptación al cambio climático, con miras a promover el desarrollo de programas, proyectos y estrategias de acción climática, relativos al cumplimiento de los compromisos asumidos por el país ante la Organización de las Naciones Unidas sobre Cambio Climático y el *Protocolo de Kioto*. Este consejo está presidido por el presidente de la República, un vicepresidente ejecutivo y dos directores.

En conclusión, la implementación del Plan se llevará a cabo, a través de programas y proyectos Implementados sectorialmente por las dependencias correspondientes, dado la multisectorialidad de las acciones. Algunos programas y proyectos específicos de acuerdo con las competencias le corresponderán al Consejo Nacional de Cambio Climático y MDL, atendiendo a sus funciones.

6.9 Proyecto de actividades habilitantes para la autoevaluación de las capacidades Nacionales para la Gestión Ambiental Mundial (NCSA)

La Secretaria de Estado de Medio Ambiente a través de la Subsecretaría de Estado de Gestión Ambiental, ejecutó el Proyecto de Actividades Habilitantes para la autoevaluación de las capacidades nacionales (NCSA) con el apoyo financiero de Fondo para el Medio Ambiente Mundial (FMAM) y el apoyo administrativo y técnico del PNUD.

El proceso de autoevaluación se lleva a cabo en cinco etapas:

1. Preparación e inicio;
2. Evaluación de la situación;
3. Evaluación temática;
4. Evaluación interdisciplinaria; y
5. Plan de acción e informe final.

El trabajo fue llevado a cabo, a través del análisis de los resultados de los perfiles relativos a la Convención Marco de las Naciones Unidas para el Cambio Climático (CMNUCC), Convención de Naciones Unidas para la Diversidad Biológica (CDB) y Convención de Naciones Unidas para la Lucha contra la Desertificación (CLD). Además, se realizó una amplia investigación de los documentos disponibles, a nivel nacional e internacional, y se contactaron personas claves en el contexto nacional para la aplicación de las Convenciones.

Con el objetivo de reducir la brecha entre contexto socioeconómico y ambiente natural, como base para lograr el desarrollo sostenible. En una época en la cual las acciones humanas han alcanzado un nivel de impacto comparable con las fuerzas geológicas, la **NCSA** se propone como una iniciativa para responder concretamente a problemas ambientales, teniendo en cuenta las estrechas vinculaciones existentes entre el estado del medio ambiente y el componente económico, político y social de los grupos humanos para combatir la pobreza, para alcanzar un verdadero desarrollo humano.

La República Dominicana, solidaria con los principios de la Convención de Ríos que firmó en 1992, le ha dado cabal cumplimiento, mediante la ratificación de cada convención y su protocolo. La CMNUCC, el Poder Legislativo le ratificó el 7 de octubre de 1998, y asumió con esto el compromiso de preparar sus comunicaciones nacionales acorde al Artículo 12 de la CMNUCC, mediante el apoyo del FMAM, con la administración del PNUD.

La Convención de Biodiversidad, fue firmada, el 13 de junio del 1992, y fue ratificado por el Congreso Nacional, el 2 de octubre de 1996, mediante la Resolución No. 25. Este Convenio tiene como finalidad la conservación de la diversidad biológica, la utilización sostenible de sus componentes y la participación justa y equitativa en los beneficios que se derivan de la utilización de los recursos genéticos.

También, participamos del *Protocolo de Cartagena* sobre Seguridad de la Biotecnología del Convenio sobre Diversidad Biológica cuya entrada en vigencia, a nivel mundial, fue el 11 de septiembre del 2003. Fue ratificado por la República Dominicana el 20 de junio del 2006, y entró en vigencia el 18 de septiembre del 2006, teniendo por objetivo contribuir a garantizar un nivel adecuado de protección en la esfera de la transferencia, manipulación y utilización seguras de los organismos vivos modificados resultantes de la biotecnología moderna que puedan tener efectos adversos para la conservación y la, utilización sostenible de la diversidad biológica.

Dando nivel de cumplimiento a la CDB, el país presentó su primer informe nacional en 1998 y los siguientes correspondientes a este, como se muestra en el cuadro No. 106.

Cuadro No. 106. Informe nacional sobre cumplimiento a la Convención de Biodiversidad

Fechas	Items
1998	Primer Informe Nacional
2002	Primer Informe Nacional
2002	Informe Técnico sobre Biodiversidad en Ecosistemas Forestales
2002	Informe Técnico sobre Especies Invasoras
2003	Informe Técnico sobre Biodiversidad en Ecosistemas de Montaña
2006	Tercer informe nacional
2007	Primer Informe Nacional Ordinario sobre Aplicación del <i>Protocolo de Cartagena</i> sobre Seguridad de la Biotecnología

La presente evaluación temática constituye el seguimiento a la etapa de la evaluación de la situación, dentro del proceso de autoevaluación de las Capacidades Nacionales para la Gestión de la Biodiversidad en la República Dominicana. Sus objetivos fueron los siguientes:

- Desarrollar una clara comprensión de los requerimientos y oportunidades disponibles en el país en torno al Convenio de Diversidad Biológica y otros acuerdos o convenios afines.
- Revisar qué ha sido hecho por el país para tratar sus obligaciones y para aprovechar las oportunidades relacionadas con dichos acuerdos o convenios.
- Evaluar las fortalezas y restricciones de desempeño del país, para tratar los requerimientos de dichas convenciones, y para beneficiarse de su participación en las mismas.
- Identificar las necesidades prioritarias y las oportunidades para el desarrollo de capacidades en torno a la gestión efectiva de la biodiversidad y sus componentes.

6.10 Perfil temático del Cambio Climático en la República Dominicana

La evaluación de la situación, en cuanto a la situación actual de cambio climático en el país, fue realizada y sus resultados proveen la investigación de línea-base para los pasos subsiguientes, en cuanto a la evaluación temática, evaluación interdisciplinaria, plan de acción e informe final. La evaluación de la situación trató acerca de la identificación de actividades y de la documentación nacional relevante ante el Convenio Marco de las Naciones Unidas sobre Cambio Climático y otros Acuerdos Internacionales afines.

En consecuencia, se recopilaron y analizaron documentos de políticas, planes, estrategias, programas y proyectos concernientes a la capacidad del país para la gestión eficiente del cambio climático y sus impactos.

El perfil temático de cambio climático estableció parte de las que se han de ser utilizadas para un análisis de las sinergias potenciales que logren minimizar la duplicidad de esfuerzos a la vez que aumenten la capacidad de gestionar el medio ambiente en la República Dominicana. Los resultados obtenidos del análisis de sinergias junto al de los perfiles temáticos fueron utilizados en el paso final de este proyecto para desarrollar un Plan de Acción de Desarrollo de Capacidades.

A continuación, se presenta un resumen de las medidas de mayor importancia que se han implementado en relación con la participación y el cumplimiento ante la Convención Marco de las Naciones Unidas para el Cambio Climático (CMNUCC).

Cuadro No. 107. Medidas Implementadas relacionadas al cumplimiento de la CMNUCC

Fechas de Medidas	Medidas Implementadas
Octubre 1998	Ratificación de la Convención Marco de Naciones Unidas sobre Cambio Climático por la República Dominicana
Julio 2000	Creación de la Secretaría de Estado de Medio Ambiente y Recursos Naturales, mediante la Ley No. 64-00 en su Capítulo IV, Sección I y Artículo 17, como organismo rector de la gestión del medio ambiente, los ecosistemas y de los recursos naturales.
Enero 2002	Creación mediante la Resolución No.02/2002, del Comité Nacional de Clima como estructura interinstitucional
Febrero 2002	Ratificación del <i>Protocolo de Kioto</i> por la República Dominicana
Junio 2003	Presentación de la <i>Primera Comunicación Nacional</i> de la República Dominicana ante la Conferencia de las Partes (COP) de la Convención
Octubre 2006	Registro del Proyecto de <i>Parque Eólico El Guanillo</i> de 64.6 MW como proyecto MDL bajo el <i>Protocolo de Kioto</i>
Mayo 2007	Promulgación por el Poder Ejecutivo de la Ley No. 57-07 de Incentivo a las Energías Renovables y Regímenes Especiales

Para la determinación de los temas prioritarios que se han de ser desarrollados como eje central de este perfil temático de la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre Cambio Climático (CMNUCC), se estudiaron los documentos nacionales junto al texto de la misma Convención en una etapa inicial. En la selección de las áreas potenciales para hacer frente al cambio climático, se hicieron consultas y talleres con actores claves de las distintas instituciones que integran el Comité nacional de Clima, resultando importantes las siguientes:

- Vulnerabilidad y Adaptación;
- Investigación y Observación Sistemática;
- La Educación, Formación y Sensibilización del Público incluyendo lo relativo a Ciencia y Tecnología;
- El Marco Legal e Institucional y la Financiación; y
- Mitigación con un énfasis en los sectores de Energía y Transporte.

En cada área se definen los impactos del cambio climático y sus posibles medidas correctivas, pero todas las áreas son tratadas con mucho mas detalles en el capítulo IV sobre vulnerabilidad y adaptación de este documento. En el contexto de hacer frente al cambio climático a nivel nacional, deberá informarse lo siguiente:

- Etapas adelantadas para integrar el cambio climático en las políticas sociales, económicas y ambientales;
- Actividades relacionadas con la transferencia de tecnología;
- Investigación sistemática e investigación sobre cambio climático;
- Investigación para adaptarse al cambio climático;
- Información sobre educación, formación y sensibilización de la opinión pública;
- Información sobre fortalecimiento de capacidades en los niveles nacional, regional y subregional; y
- Esfuerzos para promover el intercambio de información.

6.11 Perfil temático de diversidad biológica en la República Dominicana

La evaluación de la situación, en cuanto a biodiversidad, fue realizada y sus resultados proveen la investigación de línea base para los pasos subsiguientes (evaluación temática, evaluación interdisciplinaria, plan de acción e informe final).

La evaluación de la situación trató acerca de la identificación de actividades y de la documentación nacional relevante ante el Convenio de Diversidad Biológica y otros Acuerdos Internacionales afines. En consecuencia, se recopilaron y analizaron documentos de políticas, planes, estrategias, programas y proyectos concernientes a la capacidad del país para la gestión eficiente de la biodiversidad y sus componentes.

En lo referente al estatuto legal, la República Dominicana firmó la Convención sobre Diversidad Biológica, el 13 de junio del 1992, y fue ratificado por el Congreso Nacional, el 2 de octubre de 1996, mediante la Resolución No. 25. Este convenio tiene como finalidad la conservación de la diversidad biológica, la utilización sostenible de sus componentes y la participación justa y equitativa en los beneficios que se derivan de la, utilización de los recursos genéticos.

El Protocolo de Cartagena sobre Seguridad de la Biotecnología, entro en vigencia a nivel mundial el 11 de septiembre del 2003, fue ratificado por el país el 20 de junio del 2006 y entró en vigencia el 18 de septiembre del 2006, mientras que la Convención sobre el Comercio Internacional de Especies Amenazadas de Fauna y Flora Silvestres fue firmada en Washington, el 3 de marzo de 1973, y enmendada en Bonn, el 22 de junio de 1979.

Fue ratificada por República Dominicana mediante la Resolución No. 550 publicado en la Gaceta Oficial No. 9587, en fecha 30 de junio del 1982. Tiene por finalidad velar por que el comercio internacional de especímenes, partes o derivados, de especies de animales y plantas silvestres no constituya una amenaza para la supervivencia de las mismas.

La Convención, relativa a los humedales de importancia internacional. Esta Convención fue firmada en Ramsar, Irán, en 1971. En el país fue aprobada por el Senado en fecha 26 de junio del 2001, y por la Cámara de Diputados, el 16 de octubre del 2001.

El Protocolo, relativo a las áreas y a la flora y fauna silvestres especialmente protegidas del Convenio para la Protección y Desarrollo del Medio Marino en la región del Gran Caribe. Este Protocolo entró en vigencia en el año 2000; la República Dominicana lo adopto, mediante la Resolución 358-98 del Congreso Nacional, y fue promulgado por el Poder Ejecutivo, el 18 de agosto del 1998. Su ámbito geográfico abarca la región del Gran Caribe.

En la República Dominicana, se han llevado a cabo varias actividades y dedicado esfuerzos en pro de mejorar la capacidad del país para conservar y gestionar sus ecosistemas, sus especies de flora y fauna y su componente genético relacionado con las mismas.

La evaluación temática tuvo por objetivo:

- Desarrollar una clara comprensión de los requerimientos y oportunidades disponibles en el país en torno al convenio de Diversidad Biológica y otros acuerdos o convenios afines;
- Revisar qué ha hecho por el país para tratar sus obligaciones y para aprovechar las oportunidades relacionadas con dichos acuerdos o convenios.
- Evaluar la fortaleza y las restricciones de desempeño del país para tratar los requerimientos de dichas convenciones, y para beneficiarse de su participación en las mismas;
- Identificar las necesidades prioritarias y las oportunidades para el desarrollo de capacidades en torno a la gestión efectiva de la biodiversidad y sus componentes.

6.12 Perfil temático de Lucha contra la Desertificación y la Sequía en la República Dominicana

La República Dominicana, se adhirió a la Convención de las Naciones Unidas de Lucha contra la Desertificación y la Sequía, el 10 de junio del 1997. Desde este momento el Estado dominicano asumió el compromiso, como país parte de la Convención, de enfrentar el proceso de degradación de las tierras y sus efectos en las condiciones de vida de la población dominicana.

A partir del año de 1996, en el país se inician las primeras acciones de lucha contra la desertificación y la sequía, orientadas bajo los criterios de la Convención. Las acciones más relevantes que se pueden destacar, en este sentido, son: la implementación del Proyecto Concientización y Difusión de la Convención, la Consulta Nacional de Coordinación y Cooperación, dirigida a integrar los esfuerzos de la lucha contra la desertificación y los efectos de la sequía en la Zona Fronteriza, la creación del Grupo Técnico Interinstitucional (GTI) y la formulación de Programa de Acción Nacional de Lucha contra la Desertificación y La Sequía de la República Dominicana (Figura 121).

La desertificación en el país, está íntimamente ligada a la actividad productiva de los seres humanos. Los procesos de degradación de los suelos son generados por la deforestación, el sobrepastoreo, el sobreuso, el mal uso de la tecnología y los sistemas de riego, el abuso de agroquímicos en la agricultura, el urbanismo y la situación de pobreza, que impera en muchas zonas del país, especialmente, en las regiones suroeste, noroeste y este.

La República Dominicana, cumpliendo con uno de los requisitos establecidos en la Convención de Lucha contra la Desertificación y la Sequía, creó en el 2003, mediante el Decreto 146-03, el Grupo Técnico Interinstitucional (GTI) como organismo encargado de “dar seguimiento a los programas de acción de la Convención de Lucha contra la Desertificación y Sequía.

Posteriormente, el 14 de enero del año 2004 fue promulgado el Decreto 28-04 que reglamenta la operación del GTI, amplía sus funciones, define su misión, composición y estructura interna. Este decreto establece que el GTI tiene como misión “coordinar las acciones nacionales, dirigidas a la mitigación y superación de las causas que provocan la desertificación y degradación de los recursos naturales en el país.

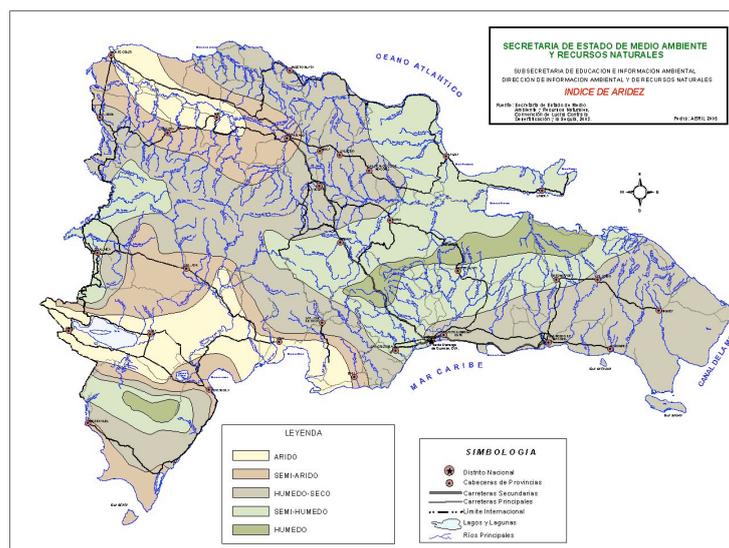


Figura 121. Mapa de aridez de la República Dominicana Fuente: DIARENA, 2004

El país ha elaborado su Programa de Acción Nacional de Lucha contra la Desertificación y Sequía (PAN-RD) que es el instrumento fundamental con que cuenta el país, para convertir los postulados de la Convención de Lucha contra la Desertificación y la Sequía en acciones concretas en el ámbito nacional.

Desde la ratificación de la Convención y como nivel de cumplimiento, el país ha elaborado tres informes sobre la situación de la desertificación y la sequía. Un primer informe fue elaborado en el año 2000, y sometido a la Cuarta Conferencia de las Partes, celebrada en Bonn, Alemania, en diciembre del año 2001.

El segundo informe fue elaborado en el 2002, y enviado a la Secretaría de la Convención en este mismo año. Este informe fue coordinado por la Secretaría de Estado de Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARN), a través de la Subsecretaría de Suelos y Aguas. En el mismo, participaron instituciones Gubernamentales y Organizaciones No gubernamentales (ONGs)

Un tercer informe, elaborado en el 2006, por el Grupo Técnico Interinstitucional (GTI), y presentado por el Subsecretaría de Suelos y Aguas, de la SEMARN en la XI Reunión Regional de Países de América Latina y el Caribe, realizada en Ciudad Panamá, en julio del 2006.

A continuación, se presenta en el cuadro No. 108, un resumen de las acciones de la República Dominicana, documentadas para la Implementación y cumplimiento de los requerimientos de la Convención de Lucha contra la desertificación y la Sequía.

Cuadro No. 108. Acción Nacional de Lucha Contra la Desertificación y Sequía (PAN-RD).

Resumen de las acciones documentadas para la implementación y cumplimiento de los requerimientos de la Convención de Lucha contra la Desertificación y la Sequía	
Fechas	Ítems
1996	• Primer Taller Nacional de Lucha Contra la Desertificación y la Sequía
1997	• Adhesión de la República Dominicana a la UNCCD, mediante la resolución del Congreso Nacional 99-97, • Propuesta de Diagnóstico Binacional de la Zona Fronteriza
1998	• Designación de Punto Focal de la UNCCD • Conformación del Grupo Técnico Interinstitucional (GTI)
1999-2001	• Diagnóstico de la Región Fronteriza
2000	• Designación de la Subsecretaría de Suelos y Aguas como Punto Focal de la UNCCD • Elaboración Primer Informe Nacional sobre la Implementación de la UNCCD
2001	• Sometimiento Primer Informe Nacional sobre la Implementación de la UNCCD • Campaña sensibilización sobre la UNCCD • Inicio Piloto del PAN-RD en la zona fronteriza
2002	• Elaboración Segundo Informe Nacional sobre la Implementación de la UNCCD • Talleres de consultas e informes sobre el PAN-FRO en Pedernales, Comendador y Dajabón • Memorias de la UNCCD
2003	• Formalización del GTI, mediante Decreto No. 146-03 • Talleres de consultas e informes sobre el PAN-FRO Montecristi y Jimaní • Informe consulta Nacional PAN-FRO
2004	• Promulgación Reglamento de Operación de GTI, mediante Decreto 28-04
2005	• Conformación de 3ps CTLs establecido en el Decreto 28-04 • Talleres de capacitación al GTI y los CTLs sobre el PAN • Inicio de Proyecto FOGAP

Resumen de las acciones documentadas para la implementación y cumplimiento de los requerimientos de la Convención de Lucha contra la Desertificación y la Sequía	
Fechas	Items
2006	<ul style="list-style-type: none"> • Taller de elaboración del Marco Lógico del PAN • Formulación del PAN-RD • Talleres regionales de validación del PAN-RD en el Sureste, Noroeste y Este • Elaboración Tercer Informe Nacional sobre la Implementación de la UNCCD
2007	<ul style="list-style-type: none"> • Taller para la definición de indicadores para la Evaluación y Monitoreos del PAN • V Foro de África, América Latina y El Caribe de Lucha contra la Desertificación y la Sequía • Taller de consulta de las capacidades Nacionales para la lucha contra la Desertificación y la Sequía-NCSA

Finalmente es importante señalar que el perfil temático de lucha contra la desertificación y la sequía, también analizó las limitaciones, oportunidades y fortaleza de las capacidades nacionales para dar respuesta a la Lucha contra la Desertificación, considerando las siete (7) áreas del acción incluidas en el Programa de Acción Nacional de Lucha Contra la Desertificación y Sequía de la República Dominicana (PAN- RD).

6.13 Educación, formación y sensibilización pública

Desde el inicio del proyecto de la primera comunicación nacional en 1999 y la creación de la Secretaría de Estado de Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARENA), mediante la Ley 64-00 en el 2000, a través del de la coordinación del proyecto de cambio climático se ha participado, en la organización de talleres, cursos y seminarios sobre el tema de cambio climático, siempre contando con la cooperación del sector privado, de las organizaciones sin fines de lucro, y el sector oficial, a través del Comité Nacional de Clima.

Durante los últimos 5 años se ha dado importancia a la concienciación sobre el tema de cambio climático, a los centros educativos público y privado, a la iniciativa privada sobre el Mecanismo de Desarrollo Limpio, se ha asistido a medios de comunicación y programas de televisión, para tratar el tema.

Se capacitó personal de la SEMARENA y otras instituciones públicas en la técnica de elaboración de los inventarios de GEI en el uso del programa de manejo agua WEAP, en el uso del sistema de generación de escenarios MAGICC / SCENGEN, el modelo regional PRECIS, El modelo WOFOST 7.1.2 y el modelo integrado MIIA 2.0 para el sector Agrícola, también se usaron otros modelos en el sector salud, recursos costeros e hídricos.

Se han puesto en la web de la SEMARENA los estudios de vulnerabilidad y adaptación por sectores, el estudio de uso del suelo y cambio de uso del suelo del Parque Nacional Los Haitises; los lineamientos para una Estrategia Nacional de Cambio Climático; el Plan de Acción Nacional para la Adaptación al cambio Climático; y el estudio de un Marco para la Políticas de adaptación a la sequía en el noroeste y suroeste de la República Dominicana.

Recientemente, se creó en la Secretaría de Estado de Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARN) la Subsecretaría de Educación e Información Ambiental como punto focal para el Artículo 6 de la CMNUCC. Esta creación va a permitir que las acciones relacionadas al compromiso de “Educación, formación y sensibilización del público” sean realizadas a un mayor nivel de prioridad.

6.13.1 Actividades de educación y formación

Dentro de las actividades de educación y formación podemos citar:

- La elaboración de una guía sobre el tema de cambio climático, para la educación inicial, del primero al cuarto de primaria, esta guía fue diseñada por la Subsecretaría de Educación Ambiental de la SEMARENA, con el apoyo técnico

del coordinador nacional de cambio climático y la colaboración de la Secretaría de Estado de Educación (SEE). La misma consta de dos tomos a) Guía sobre Cambio Climático y el *Protocolo de Kioto*, y b) Con el mismo título que en la literal, pero es un cuaderno de trabajo, para colorear y hacer ejercicios relacionados con el cambio climático.

Los contenidos de esta guía han sido elaborados con criterios que ofrecen márgenes de flexibilidad para que puedan ser manejados por los/as maestros/as de manera que se les facilite crear, aportar, motivar e inducir a los/as niños/as a expresarse de acuerdo con su realidad ambiental, económica, social y cultural (Fig. 122)

Es una práctica común de la República Dominicana la de presentar al sector público y privado los resultados de los estudios realizado por sectores, así como todo el material divulgativo que ponen a nuestra disposición la convención, el IPCC , PNUD, el PNUMA y otras instituciones internacionales relacionadas con el tema del cambio climático.



Figura 122. Guía sobre Cambio Climático y el Protocolo de Kioto,
Primer Ciclo de Educación Básica Santo Domingo, República Dominicana, 2004.

Desde la presentación de nuestra primera comunicación en el 2003 y el inicio de la SCN el Proyecto Cambio Climático, como parte integral de la SEMARENA, a través de la Subsecretaría de Estado Gestión Ambiental a la que pertenece, ha realizado periódicamente charlas, talleres , seminarios y mesas redondas, con relación al documental de Al Gore “Una verdad incómoda”.

Durante los últimos dos años y con el apoyo de la Fundación Global Democracia y Desarrollo (FUNGLODE), se han realizados en el país, seminarios que invitan al público en general a presenciar charlas impartidas por expertos nacionales e internacionales en distintas áreas de enfoque tales como el Protocolo de Kioto y los beneficios que pudiese significar la participación pública y privada en el MDL, el rol del Cambio Climático como causa potencial de desastres naturales, los efectos potenciales sobre los recursos hídricos, la zona costera y la agricultura entre otros tantos.

Dos de las actividades más recientes fue la consensuación de los Lineamientos de la Estrategia Nacional sobre cambio climático y el Plan de Acción Nacional para la Adaptación al Cambio Climático.

La prensa escrita, la radio y los medios televisivos han despertado últimamente un gran interés por tema del cambio climático lo que ha dado lugar a la publicación de los estudios que realiza el país sobre el tema a través de la SEMARENA y técnicos especialistas en la distintas aéreas acudan a programas de la TV, relacionados con el medio ambiente y el desarrollo nacional.

Una de las actividades más importantes de educación y formación fue la capacitación de promotores de educación intermedia y secundaria de la Secretaria de Estado de Educación, a través de la Subsecretaria de Educación e Información.

En el taller, de tres días se les explicó a los profesores todo lo concerniente al cambio climático y su protocolo y se les distribuyó material educativo sobre el tema, con la finalidad de que se conviertan en multiplicadores del tema.

6.13.2 Actividades de sensibilización de la opinión pública

Desde la presentación de su Primera Comunicación Nacional en el 2003, la República Dominicana ha logrado avances significativos en relación con la sensibilización pública, a través de la elaboración de brochures sobre cambio climático y MDL, que son distribuidos en talleres y seminarios a estudiantes de nivel secundario y universitario. Además, siempre solicitamos a la CMNUCC y del IPCC los documentos publicados por ambas entidades, para ser colocados en las bibliotecas de las universidades, escuelas públicas y colegios privados.

Además las publicaciones que han resultado de los estudios de vulnerabilidad y adaptación y mitigación al cambio climático, para los diferentes sectores y los inventarios de GEI, han sido colocadas en la web de la SEMARENA para el uso de todo público dominicano.

El Estado dominicano ha otorgado prioridad al tema de cambio climático mediante la creación por el Decreto 601-08 del Consejo Nacional para el Cambio climático y el Mecanismo de Desarrollo Limpio, con el presidente constitucional de la República como el presidente ejecutivo del mismo.

La Comisión Nacional de Energía y la Secretaría de Estado de Industria, y Comercio, a través del Departamento de Energía No Convencional, ha desarrollado, varias guías individuales para el ahorro de energía, que abarca desde el uso eficiente de la energía en el hogar en el lugar de trabajo y en el transporte, hasta el uso racional del agua.

Estas iniciativas de ahorro de energía han tenido el apoyo de la Presidencia de la República que ha dictado importantes medidas para el ahorro y eficiencia de la energía, por medio de un programa que incluyen entre otras otorgar facilidades para el uso del gas natural en vehículos de transporte público; un programa de sincronización de semáforos y mecanismos para focalizar el subsidio del GLP a los hogares y el transporte público.

La instalación de cronómetros, cámaras de vigilancia y baterías que permitirán el funcionamiento continuo para facilitar una mayor fluidez en el tránsito de vehículos, y cuya meta inmediata será de 750 semáforos inteligentes al cierre del próximo año.

En lo que respecta al sector privado, se brindará asesoría y asistencia técnica gratuita, y se concederán facilidades tributarias para la adquisición e instalación de equipos eficientes en el uso de la energía eléctrica en las empresas y hogares del país. El programa de ahorro de energía en las instituciones del Estado abarca el cambio de luminarias por “tubos” fluorescentes en las lámparas que usan las edificaciones del sector público; este mecanismo permitirá un ahorro de hasta un 70%, conjuntamente con otras medidas, en el consumo de electricidad en las instituciones estatales.

6.14 Fomento de la capacidad

6.14.1 Participación en actividades internacionales

La República Dominicana participa en varias actividades nacionales e internacionales, relacionadas con el tema del cambio climático, la biodiversidad, la desertificación y la sequía, todas éstas relacionadas entre sí. En la mayoría de los casos las actividades están encaminadas al conocimiento de las causas del problema y su consecuencias y/o a la elaboración de políticas encaminadas a mitigar los impactos o adaptarse a ellos.

En el esfuerzo de salir al paso de los impactos del cambio climático la República Dominicana viene trabajando, unida a Centro América (Costa Rica, Panamá, Salvador, Nicaragua, Guatemala y Honduras), a través de la CCAD-SICA en la elaboración de una estrategia regional de cambio climático.

Es importante señalar que, con la creación del Consejo Nacional Para el Cambio Climático y el MDL, y la aprobación del proyecto “Fomento de la Capacidad para encargados de la formulación de políticas del PNUD”, se fortalecerá la capacidad nacional, a fin de desarrollar opciones de políticas para abordar el cambio climático. Desde la ratificación de la Convención el país ha participado activamente en las actividades internacionales.

Las Conferencias de las Partes de la CMNUCC y su grupo de trabajo (AWG), el *Protocolo de Kioto* y su grupo AWG y los órganos subsidiarios tecnológicos y científicos; y de implementación

La participación de la República Dominicana en las negociaciones internacionales sobre cambio climático, desde la ratificación de la Convención en 1998 ha sido permanente, y ha dado apoyo a posiciones regionales como la de Reducción de Emisiones por deforestación y degradación, presentada por, Costa Rica y Papúa y Nueva Guíña, durante la COP II en Montreal.

Con los Órganos subsidiarios de asesoramiento tecnológico y científico (OSACT) y los Órganos Subsidiarios de Implementación (OSI), se ha participado en los diferentes grupos de trabajos, en talleres y mesas redondas sobre temas como la adaptación, la deforestación y reforestación y la mitigación. También el país ha participado activamente en los grupos de trabajo de la *Convención* (AWG-LAC) y del *Protocolo de Kioto* (AWG-KP), ambos grupos tienen una importancia fundamental para la salvación del planeta del calentamiento global.

El primero, enfocado a la importancia de una visión compartida para un acción de cooperación de largo plazo, con una la aproximación que debe describir como trabajarán juntos los países desarrollados y los en vía de desarrollo para alcanzar el último objetivo de la Convención; la República Dominicana participo en la COP 14 en la Mesa Redonda ministerial informal, convocada por el presidente de la COPI 4 Mr. Nowicki. En el Grupo de Trabajo del Protocolo sobre los nuevos Compromisos de las partes del ANEXO I, con arreglo al *Protocolo de Kioto*, el país ha participado desde la primera reunión en la COPI I en 2005 hasta Poznan 2008 (Bali 2007, Bangkok 2008, Bon 2008 y Accra 2008).

Red Iberoamericana de Oficinas de Cambio Climático

En respuesta a esta preocupación por el cambio climático, durante el IV Foro Iberoamericano de Ministros de Ambiente, celebrado en octubre de 2004 en Cascaís, Portugal, los Ministros acordaron la creación de la Red Iberoamericana de Oficinas de Cambio Climático (RIOCC), y aprobaron los objetivos principales de la Red.

La creación de esta Red constituye, probablemente, la iniciativa de mayor calado político, realizada por la Comunidad Iberoamericana de Naciones. Gracias a ella, se dispone de un instrumento de diálogo permanente sobre mitigación y adaptación en materia de cambio climático. La República Dominicana ha sido parte integral de RIOCC desde su creación y ha participado en todas las reuniones anuales y en las reuniones de los órganos subsidiarios y de las conferencias de las partes. Además, se ha trabajado en la elaboración de plan iberoamericano de adaptación al cambio climático. Además del programa de adaptación, se le da seguimiento al MDL a través de la Red

Panel intergubernamental sobre cambio climático (PICC)

La Secretaría de Estado de Medio Ambiente y Recursos Naturales es el punto focal para el PICC, dándoles seguimiento a los grupos II y III, y dejando que sea la Oficina Nacional de Meteorología la que le de seguimiento al Grupo técnico I que es responsable de los aspectos científicos del clima. Como país, participamos en la revisión de documentos y emitimos nuestra opinión con relación a propuestas presentadas por organismo e instituciones.

Los documentos metodológicos y técnicos publicados por el PICC que son un gran soporte técnico y de consulta para el sector público y privado. El cuarto reporte del PICC le valió para recibir el galardón del Premio Nobel de la Paz 2007, conjuntamente con el ex vicepresidente Al Gore.

6.15 Análisis del fomento de la capacidad en la República Dominicana

La siguiente clasificación de los niveles de desarrollo de capacidades se presenta como soporte a la información contenida en los párrafos citados a continuación. Esta clasificación proviene del Juego de Recursos de Autoevaluación de Capacidades Nacionales (NCSA).

A un nivel individual, el desarrollo de capacidades apunta hacia:

Mejorar la habilidad de los individuos para manejar y proteger al medio ambiente, trabajando como individuos dentro de organizaciones y dentro de la sociedad en general;

Cambiar las actitudes, conocimiento, conducta y acciones individuales a través del incremento de su concienciación, comprensión y destrezas acerca de temas relevantes, es decir, realizado éstos, a menudo, a través de elevación de la conciencia, educación, capacitación, aprender haciendo, y aprendizaje entre homólogos;

Mejorar el rendimiento individual, a través de la promoción de una mayor participación, pertenencia, motivación, incentivos y moral; y

Mejorar el rendimiento individual, a través de un mejor desarrollo de recursos humanos, manejo del rendimiento y sistemas de responsabilidad.

Al nivel institucional, el desarrollo de capacidades apunta hacia:

Clarificar y mejorar las estructuras y los procesos organizacionales, tales como el mandato, visión, responsabilidades, comunicaciones y emplazamiento de recursos humanos;

Mejorar el rendimiento y funcionamiento de una organización, a fin de hacerla más efectiva, eficiente y que dé respuesta al cambio; esto incluye la administración, planificación estratégica y aplicación de programas y proyectos;

Incrementar la coordinación y colaboración entre grupos o departamentos dentro de la organización;

Construir mejores relaciones con el “entorno externo” (otras organizaciones dentro o fuera del país);

Proveer mejores sistemas de información, infraestructura y equipos para apoyar el trabajo de la organización.

Al nivel sistémico, el desarrollo de capacidades apunta hacia:

- Crear “entornos habilitantes”, esto es, apoyo de la sociedad para un mejor manejo del medio ambiente en todos los sectores de la misma;
 - Mejorar los marcos generales políticos, económicos, legislativos, de políticas, reglamentarios, de incentivos, y de responsabilidad dentro de los cuales operan las organizaciones y los individuos;
 - Mejorar la comunicación formal e informal entre organizaciones de individuos; y
- Promover la participación de todos los sectores de la sociedad para alcanzar las metas del medio ambiente a través de una concienciación, educación e involucramiento mejorados, y una transparencia y responsabilidad gubernamentales.

En el Cuadro No. 109, se presentan la capacidad general del país para implementar la CMNUCC y oportunidades para el fortalecimiento de capacidades

Cuadro No. 109. Capacidad general del país para implementar la CMNUCC y oportunidades para el fortalecimiento de capacidades.

Capacidad general del país para implementar la CMNUCC y oportunidades para el fortalecimiento de capacidades		
Indicadores de necesidades de capacidad para el nivel sistémico	Situación actual	Problemática identificada
Medio Ambiente Habilitante <ul style="list-style-type: none"> Análisis de situación completo Vínculos establecidos con planes nacionales, estrategias e informes 	<ol style="list-style-type: none"> Primera <i>Comunicación Nacional</i>, realizada y sometida a la COP. Segunda <i>Comunicación Nacional</i>, adelantada y acorde con su planificación. 	<ul style="list-style-type: none"> No hay referencia directa al problema de los cambios climáticos en ninguno de los planes o estrategias nacionales.
Instituciones y leyes <ul style="list-style-type: none"> Legislación instaurada para el medio ambiente Multas ejecutadas por violar leyes: cumplidas Mecanismo apropiado establecido para resolver disputas 	<ol style="list-style-type: none"> Existe la Ley 64-00 la cual sirve de eje central, y las leyes 202-2004 sectorial sobre Áreas Protegidas y 295-85 sobre la Obligación de incluir en la curricula el Medio Ambiente. Las resoluciones 10/2003 Normas Ambientales sobre la Calidad del Aire, 05/2002 que crea el Reglamento del Sistema de Permisos y Licencias Ambientales, 12/2005 que establece la Norma para la reducción y eliminación del consumo de las sustancias agotadoras de la Capa de Ozono. 	<ul style="list-style-type: none"> Hay incumplimiento de la Ley 64-00 en lo referente a la contaminación atmosférica. Falta de mecanismos de resolución de disputas.
Participación, responsabilidad y transparencia <ul style="list-style-type: none"> El público puede influenciar la legislación, las políticas, y los programas. La gente que utiliza o depende de los recursos naturales se encuentra involucrada en el proceso de toma de decisión 	<ol style="list-style-type: none"> Aunque existe la Ley No. 200-04 General de Libre Acceso a la Información Pública, aún se están desarrollando los mecanismos que permitan el cumplimiento de dicha ley. La participación del público en las decisiones legislativas es limitada, en el mejor de los casos, debido al gran poder que ejercen los grupos de interés 	<ul style="list-style-type: none"> La gente que depende de los recursos naturales, no participa en muchos casos en la toma de decisiones al respecto. La población aún no tiene acceso a todas las informaciones que les serían necesarias para entender cómo les afectarían las políticas del gobierno.
Nivel de Autoridad <ul style="list-style-type: none"> La autoridad sobre los recursos naturales reside dentro del nivel apropiado (local / regional / nacional / internacional) Las decisiones son tomadas al nivel apropiado dentro del país 	<ol style="list-style-type: none"> La autoridad nacional es el Secretario de Estado de Medio Ambiente y Recursos Naturales. Las decisiones son tomadas, en su mayoría, de manera centralizada y en el nivel ministerial. 	<ul style="list-style-type: none"> Las decisiones tomadas son lentas, por el largo proceso de consultas. Los técnicos y expertos no tienen la autoridad necesaria para acción adecuada.
Derechos sobre la propiedad y su tenencia <ul style="list-style-type: none"> Los derechos sobre la propiedad y su tenencia son respetados 	<ol style="list-style-type: none"> En el país hay derecho sobre la propiedad, y la tenencia es respetada, en cuanto a propiedad tangible. Existe la Ley 65- 2000 sobre el Derecho de Autor; y la Ley 2- 2007 que la modifica, actualizándola. 	<ul style="list-style-type: none"> Faltan avances en lo que respecta a la propiedad intelectual.
Mercados y flujos financieros <ul style="list-style-type: none"> Aplicación de una economía orientada hacia mercados; los precios reflejan la escasez 	<ol style="list-style-type: none"> La economía dominicana está orientada hacia los mercados, y la entrada en vigencia del DR-CAFTA aumenta la competencia que ya es parte del comercio dominicano. Existe la Ley 424- 2006 para la Implementación del DR-CAFTA 	<ul style="list-style-type: none"> Las aduanas de la RD son lentas y burocráticas afectan directamente el costo de las importaciones y el limitan en parte, el acceso al mercado de muchos productos.

Capacidad general del país para implementar la CMNUCC y oportunidades para el fortalecimiento de capacidades		
Indicadores de necesidades de capacidad para el nivel sistémico	Situación actual	Problemática identificada
Ciencia y riesgo • La ciencia se encuentra incorporada apropiadamente dentro del proceso de toma de decisiones	I. Las diferentes fuentes de información disponibles resultan en contradicciones que disminuyen el rol de la ciencia en las decisiones.	• La ciencia no esta incorporada de manera apropiada en el proceso de toma de decisiones.
Acciones potenciales para el Fortalecimiento de Capacidades al Nivel Sistémico		
<ul style="list-style-type: none"> • Establecer una Estrategia Nacional de Cambio Climático. • Emprender acciones que mejoren los lazos de cooperación interinstitucional. • Incluir el tema de cambios climáticos en la educación formal. • Políticas de gobierno, dirigidas a reducir las causas del cambio climático. • Especializar recursos del presupuesto nacional para financiar programas de mitigación de los cambios climáticos. • Establecer un Año de Cambios Climáticos (por la sensibilización que trae). • Mejorar la cooperación horizontal entre los involucrados y aumentar las sinergias a nivel nacional e internacional. • Elaborar y aprobar una ley marco sobre cambio climático. • Elaborar e implementar el plan de ordenamiento del territorio, según categorías. • Implementar y velar por el cumplimiento de la Ley 64-00, relativo a la protección de la atmósfera. 		

En conclusión, la Autoevaluación de Capacidades Nacionales (NCSA) como Iniciativa Global de Desarrollo de Capacidades, patrocinada por el GEF a través del PNUD. Ha cumplido con su objetivo de contribuir a formular una política nacional para el desarrollo de capacidades, que permitió integrar progresivamente criterios ambientales en las políticas públicas, particularmente, las involucradas en la implementación de los tratados internacionales de las Naciones Unidas sobre Diversidad Biológica, Cambio Climático y Combate a la Desertificación, y participar en el debate nacional sobre el desarrollo y el crecimiento.

6.16 Proyecto de auto evaluación de la Capacidad Nacional (AECN) para atender los compromisos ambientales internacionales y mejorar la gestión del Medio Ambiente mundial.

Este proyecto contó con el apoyo Fondo para el Medio Ambiente Mundial, y el PNUD en el marco de las iniciativas para la realización de la autoevaluación de capacidad nacional para cumplir con los compromisos asumidos en la firma y ratificación de los acuerdos multilaterales ambientales, principalmente en lo concerniente a las esferas temáticas de Cambio Climático (CMNUCC), Diversidad Biológica (CDB) y Desertificación y Sequía (CNULD), desarrollando estrategias de involucramiento de los organismos gubernamentales y de las organizaciones de la sociedad civil, públicas y privadas, en la implementación de programas y proyectos que promuevan una acertada gestión ambiental, y a la identificación de las oportunidades de realizar acciones con efecto sinérgico en la implementación de las mismas.

En República Dominicana el proceso de la AECN se ejecutó mediante la realización de talleres nacionales con enfoques temáticos; se adoptaron modalidades diferentes para las consultas a partes interesadas y la recolección de los datos necesarios para conocer la situación del país respecto al medio ambiente y los recursos naturales; pero centrados en la investigación científica, la recolección y distribución de información, la difusión y/o divulgación de los estudios e investigaciones, el financiamiento, la pertinencia y avance en el marco regulatorio e institucional, la educación y la sensibilización pública, y los mecanismos de relación interinstitucional.

El proceso de la AECN involucró a una diversidad de actores de diferentes niveles: tomadores de decisiones, o técnicos, representantes de entidades gubernamentales centralizadas y autónomas, ONGs, sociedad civil, instituciones académicas y de investigación científica especializada, y a organismos de cooperación internacional.

Durante los talleres temáticos, y en el transcurso del análisis situacional se determinaron los principales problemas que afectan el cumplimiento de los convenios, son los más comunes:

- Debilidad en la coordinación intra interinstitucional e intrainstitucional.
- Falta de leyes sectoriales y normas complementarias.
- Recursos económicos y humanos insuficientes.
- Desconocimiento del territorio y de sus recursos. Falta de planificación territorial.
- Incumplimiento de la legislación ambiental y debilidad en la aplicación de sanciones.
- Solapamiento de funciones entre las entidades que manejan el MARN.
- Carencia de información, desactualización y dificultad en el acceso a las existentes.
- Insuficiente concienciación de los tomadores de decisiones, a nivel general, y de promoción para la sensibilización pública.
- Inestabilidad del personal y carencia de incentivos para estos.

El proceso final de la AECN derivó en la elaboración de un Plan Estratégico de Desarrollo de Capacidades con miras a fortalecer las restricciones o limitaciones al cumplimiento de las convenciones de Río y otros acuerdos multilaterales ambientales que buscan hacer más eficiente la gestión del ambiente nacional y mundial, determinándose en él los componentes prioritarios que han de ser fortalecidos y dentro de ellos las líneas estratégicas principales resultantes del conjunto de actividades señaladas por los actores relevantes en los perfiles temáticos y en el análisis sinérgico, a saber:

- a.- Información y Conocimiento;
- b.- Participación de las partes interesadas;
- c.- Planificación y Política;
- d.- Organización y Aplicación; y
- e.- Monitoreo y Evaluación.

7

OBSTÁCULOS, VACÍOS Y NECESIDADES DE FINANCIACIÓN

7.1 Introducción.

La República Dominicana ha tomado muy en serio el tema del cambio climático y es por esto por lo que estamos incluyendo el tema en el “Plan Nacional de Desarrollo”, y se ha considerado como un tema transversal con la gestión de riesgo, área en la que el país desarrolla un programa nacional.

A través de la Secretaría de Estado de Medio Ambiente y Recursos Naturales, el Estado dominicano ha elaborado, en conjunto con la *segunda comunicación nacional*, dos programas estructurados, con miras a encaminar todos los esfuerzos nacionales a reducir los impactos del cambio climático, como son: los lineamientos para una Estrategia Nacional de cambio Climático y el Plan de Acción Nacional de Adaptación al Cambio Climático. Ambos documentos fueron consensuados por el Comité Nacional de Clima, el cual está constituido por instituciones de sector público, sector privado y las ONG's, y también han sido considerados por la Secretaría Estado de Economía, Planificación y Desarrollo, para ser incluido en el Plan Nacional de Desarrollo.

Tenemos el firme propósito de considerar, debatir y elaborar políticas que contribuyan a la mitigación y elaboración de estrategia de adaptación al cambio climático; pero estas políticas no resultaran ser efectivas si no contamos con el apoyo financiero bilateral o multilateral.

Aun cuando nuestro país, no tiene responsabilidad de reducir emisiones, a través de la mitigación del cambio climático, se trabaja directamente con la Oficina Nacional del Mecanismo de Desarrollo Limpio en el desarrollo de proyectos de reducción de emisiones en las áreas de energía eólica, captura de metano, biocombustibles, transporte (metro de Santo Domingo) y el sector forestal.

Este último sector ha tenido un gran impulso con el “Plan Quisqueya Verde”, que involucra actividades de reforestación, programa forestal comunitario, protección de cuencas hidrográficas y el fortalecimiento del marco legal para dar garantía a los inversionistas privados en el sector forestal; a través de este plan, se sembraran cerca de 10 millones de árboles, por año, durante los próximos cinco años.

La República Dominicana como pequeño Estado-Isla, situada en una posición geográfica, denominada como la *Ruta de los huracanes y tormentas tropicales*, ha sido impactada, durante el Periodo 1998-2007, por los huracanes *Georges* y *Jeanne*, y las tormentas *Noel* y *Olga*, cuatro (4) fenómenos atmosféricos demoledores, de gran intensidad que han ocasionado pérdidas económicas aproximadas a los US\$4,000 millones de dólares.

En el caso de la tormenta atípica *Noel* registrada en el año 2007, constituyó para los dominicanos el evento de mayor expresión del efecto del Cambio Climático, por acontecer fuera de la temporada ciclónica tradicional y por afectar el 70.69% de la población dominicana con un balance de 34,172 personas impactadas directamente, 87 fallecidos; 42 desaparecidos, y pérdidas económicas ascendentes a US\$421.64 millones de dólares. Esta situación nos obligó a tomar en consideración los costos, que, por un lado causan los impactos de los eventos extremos, y, por el otro lo de enfrentar la consecuencias de los efectos adversos de un cambio climático presente.

Resulta muy difícil para el Estado manejar, por un lado, la prevención de riesgos extremos con programas socioeconómicos de adecuación de infraestructura, relocalización de personas y ordenamiento territorial, y, por el otro, destinar recursos económicos para la mitigación y la adaptación al cambio climático, lo que obliga a que ambos temas sean considerados en los planes locales, regionales y nacionales de desarrollo, pero teniendo siempre presente que los recursos financieros nunca serán suficiente, por lo que se requiere del apoyo internacional, para alcanzar un desarrollo sostenible.

Se hace necesario el establecimiento de un programa de alerta temprana para eventos extremos (inundaciones y sequías) lo va a contribuir a salvaguardar vidas, y en este sentido, se ha dado un paso positivo con el apoyo de la

Comisión Europea, con el “Programa de Prevención y Preparación ante Desastres Naturales” en el cual participan la Defensa Civil, Secretaría de Estado de Salud Pública y Asistencia Social, Secretaría de Estado de Medio Ambiente y Recursos Naturales, la Cruz Roja Dominicana, y el Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo.

7.2 Necesidades de Financiamiento.

Desde la ratificación de la Convención en 1998, el país, ha dedicado escasos recursos a combatir el cambio climático, porque los recursos nacionales disponibles tienen que orientarse a reducir la pobreza y a remediar los impactos de los eventos extremos que, frecuentemente, nos afectan. Esto que hace muy difícil que el país pueda destinar recursos al cumplimiento del mandato de convención, en lo que se refiere a mitigación, adaptación y transferencia de tecnologías.

Es por eso que los recursos financieros recibidos para el cumplimiento del mandato de la Convención, a través del Fondo para el Medio Ambiente Mundial y organismos bilaterales han facilitado la preparación de nuestras comunicaciones nacionales, la realización de importantes estudios y la creación de capacidades, para enfrentar los impactos del cambio climático.

Sin este apoyo, resultará imposible para el país elaborar su Tercera Comunicación Nacional, a pesar de que el proceso de acceso a los fondos por el anexo I, para continuar con la elaboración de las comunicaciones nacionales se ha complicado, al convertirse en un fondo común, y no en uno individual por país.

La respuesta de la República Dominicana, frente a los cambios climáticos, enfatiza los compromisos y realizaciones nacionales dentro de dicha Convención, habiendo realizado el país los primeros estudios sobre nuestras vulnerabilidades ante los cambios climáticos, y los inventarios nacionales de gases de efecto invernadero, todos ellos efectuados dentro de la primera y la segunda comunicación nacional.

En esta *segunda comunicación nacional*, se han tenido dos logros importantes, como son la elaboración de los lineamientos de una *Estrategia Nacional de Cambio Climático* y la de un programa de *Acción Nacional para la Adaptación al Cambio Climático*; estos dos productos, unidos a las experiencias adquiridas en la comunicación anterior, nos da la capacidad para la elaboración de una *tercera comunicación* y refleje una mejora continua en la aplicación de la CMNUCC.

Al abordar los Lineamientos para una *Estrategia de Cambio Climático* en la República Dominicana, presentamos un marco conceptual, donde se establece que el reto del país, en este sentido, está relacionado con nuestra capacidad de enfrentar simultáneamente el cambio climático inevitable y la gestión de riesgos ante desastres naturales, a la vez que avanzamos en nuestro proceso de desarrollo económico, reducción de la pobreza y esfuerzos para la consecución de los objetivos del milenio, lo que implica el requerimiento de recursos económicos cuantiosos, y se necesita sólo, para cumplir con los objetivos del milenio, la suma de US\$ 4,752 millones y la suma para la implementación de un proyecto piloto en la provincia El Seibo, considerado el pueblo del milenio, asciende a US\$ 3,592.00 millones, para el Periodo 2009-2015.

En conclusión necesitamos apoyo financiero, por vía bilateral o multilateral, para poder seguir dando cumplimiento a la CMNUCC.

7.3 Obstáculos, vacíos y necesidades de tecnologías

En los últimos años, se han introducido nuevas tecnologías por sectores, que necesariamente no tiene que ver con actividades de cambio climático, como es el cultivo y producción de rubros agrícolas en invernadero, que permite un uso racional del agua y un manejo adecuado de fertilizantes que contribuyen al efecto invernadero, como los nitrogenados.

Ahora bien, el país, a través del Mecanismo de Desarrollo Limpio y del Protocolo de Kioto, se encamina a tener transferencia de nuevas tecnologías a través de las energías renovables, como la eólica, y ya tiene aprobado por la Junta Ejecutiva del MDL un proyecto de 64.5 Mw, y varios más en vía de aprobación, iniciando dos de sus fases de construcción y que suman 100Mw. Esta iniciativa a la transferencia de tecnología, por vía de las energías renovables, está apoyado en la Ley 57-07 de incentivos a las renovables y su Reglamento.

Otro dato importante es que dentro de la Estrategia, de Ciencia y Tecnología e Innovación 2008-2018 de la República Dominicana, se propone la creación de redes de investigación y desarrollo con varios grupos de trabajo entre los que se encuentran los siguientes relacionados con los cambios climáticos:

- Red de trabajo en cambio climático y desertificación
- Red de trabajo en medio ambiente y recursos naturales
- Grupo de trabajo en biocombustibles

La estrategia propone dos grandes programas, como son el **“Programa de ciencias atmosféricas y cambio climático”** y el **programa de “Energía y Biocombustibles”**.

Pero, aun la importancia que revisten estos programas, nuestra insularidad, las características tecnológicas y económicas del sistema de producción y distribución de la riqueza, y las tecnologías que poseemos actualmente nos hacen altamente vulnerables a los efectos del cambio climático y de fenómenos atmosféricos, como los ciclones y huracanes, a pesar de tener avances significativos en los sistemas de alerta temprana y de prevención de riesgos. La ausencia de un programa nacional de investigación en ciencias atmosféricas y cambio climático limita las capacidades nacionales para la gestión y comprensión de las implicaciones territoriales y económicas del cambio climático.

Las acciones encaminadas con el MDL y la estrategia de ciencia y tecnología, le permiten al país tener una amplia visión para el desarrollo y la transferencia de tecnologías, para la mitigación y la adaptación al cambio climático. Además, la Oficina de Producción más Limpia está jugando un importante papel para el cambio de conducta de las empresas en el uso racional de la energía, cambio de combustible, cambio de tecnologías, trabajando en conjunto los sectores público y privado. Pero esto no implica que ante la complejidad del cambio climático el país no necesite apoyo para el uso de nuevas tecnologías.

7.4 Recursos financieros y técnicos para las comunicaciones nacionales

A partir de las actividades habilitantes para la preparación de su comunicación inicial y de la segunda comunicación, la República Dominicana, ha recibido los recursos financieros necesarios para su elaboración a través del Fondo para el Medio Ambiente Mundial (GEF), para el cumplimiento del Artículo 12 de la CMNUCC. El país recibió la suma de US\$ 870,000.00 para las comunicaciones nacionales, las necesidades de tecnologías y las consultas a actores principales, para la elaboración de la propuesta de la SCN.

La realización de los estudios e inventario estuvieron a cargo tanto de expertos nacionales como internacionales, contando con el apoyo del Instituto de Meteorología de Cuba y la Fundación Bariloche de Argentina, para los cuales el Estado dominicano aportó el espacio físico, logístico y todo el personal de apoyo.

Además de los fondos GEF, el país ha recibido fondos de la Agencia Internacional para el Desarrollo de Canadá, para la realización, conjuntamente con Cuba, de un estudio de adaptación a la sequía en las regiones noroeste y suroeste de la República Dominicana, usando la Guía para la Adaptación, desarrolla por el PNUMA-PNUD; también con el apoyo del Gobierno de Suiza se impartió un curso de capacitación en el manejo y uso del programa WEAP para recursos hídricos.

7.5 Obstáculos, vacíos y necesidades de capacidades

La participación del Comité Nacional de Clima en el proceso de elaboración de la SCN permitió un involucramiento y capacitación de los diferentes sectores, en la elaboración de los inventarios, en el uso de modelos para la agricultura entre otros; a nivel institucional falta una visión amplia de la importancia de la capacitación, a nivel de roles y responsabilidades de las agencias del Gobierno y del sector privado.

Pero también existe una falta de conocimiento adecuado de parte de la población con relación a las diferentes problemáticas ambientales y sus impactos sociales y económicos. Dado las investigaciones y avance que se logran cada día en el tema de cambio climático, y la escasez de recursos económicos para, como país, poder hacer investigaciones en las áreas tanto de mitigación, adaptación, observación sistemática, entre otras, y el poco conocimiento y manejo del tema, la asistencia técnica y financiera externa es fundamental para el incremento de la capacidad nacional, a niveles público y privado.

SIGLAS

SIGLAS.

SAP	Sistema de Áreas Protegidas
BAGRICOLA	Banco Agrícola de la República Dominicana
CATHALAC	Centro del Agua para el Trópico Húmedo de América Latina y el Caribe
CENCET	Centro de Control de Enfermedades Tropicales
CFC	Cloro Fluoro Carbono
COVDM	Compuestos Orgánicos Volátiles Diferentes del Metano
CMNUCC	Convención Marco de Naciones Unidas sobre Cambio Climático
CNZFE	Consejo Nacional de Zonas Francas de Exportación
COP	Conferencia de las Partes
DGII	Dirección General de Impuestos Internos
FAO	Organización para la Alimentación y la Agricultura.
FMI	Fondo Monetario Internacional
GEF	Fondo para el Medio Ambiente Mundial (Global Environmental Fund)
IEA	Siglas en inglés de la Agencia Internacional de Energía
IGEI	Inventario de Gases de Efecto Invernadero.
INDRHI	Instituto Dominicano de Recursos Hidráulicos
IPCC	Siglas en inglés del Panel Intergubernamental de Expertos sobre los Cambios Climáticos.
INPE	Instituto Nacional de Pesquisas Espaciales
MDL	Mecanismo de Desarrollo Limpio
OIEA	Organismo Internacional de Energía Atómica
OMM	Organización Meteorológica Mundial
ONAMET	Oficina Nacional de Meteorología
PNUMA	Programa de Naciones Unidas para el Medio Ambiente

SBSTA	Siglas en inglés del Órgano Subsidiario de Asesoramiento Científico y Tecnológico
SEEPyD	Secretaría de Estado de Economía, Planificación y Desarrollo
SEESCyT	Secretaría de Estado de Educación Superior, Ciencia y Tecnología
SEE	Secretaría de Estado de Educación
SEMARENA	Secretaría de Estado de Medio Ambiente y Recursos Naturales
SESPAS	Secretaría de Estado de Salud Pública y Asistencia Social
SNEM	Servicio Nacional de Erradicación de la Malaria
SIE	Superintendencia de Electricidad
UNESCO	United Nations Educational, Scientific and Cultural Organization
UV-B	Radiación ultravioleta B
ZEE	Zona Económica Exclusiva

GLOSARIO

DE TÉRMINOS

GLOSARIO DE TÉRMINOS	
Aerosol	Partículas de materia sólida o líquida en la atmósfera con la excepción del agua o hielo y que varían en tamaño desde aproximadamente 10-3 a mayores que 102 µm de radio.
Albedo	La fracción de la radiación solar total incidente sobre un cuerpo, que es reflejada por éste. Una medida del poder reflexivo de una superficie.
Anomalía climática	Desvío del valor de un elemento climático respecto del valor normal
Antrópico (a)	Resultante de o influido por las actividades humanas, usualmente utilizado aquí, en el contexto de emisiones que son producidas como resultado de las actividades humanas
Atmósfera	Envoltura de aire que rodea la Tierra
Bioclimatología	Ciencia que estudia las acciones de los distintos climas sobre los seres vivos
Cambio Climático	En el contexto del inventario, se entiende como un cambio de clima atribuido, directa o indirectamente, a la actividad humana que altera la composición de la atmósfera mundial y que se suma a la variabilidad natural del clima observada durante períodos de tiempo comparables.
Carbono Almacenado (o Secuestrado)	Carbono retenido, por largos períodos de tiempo, en productos no combustibles elaborados a partir de los combustibles.
Biomasa	Materia orgánica no fosilizada, viva o muerta, tanto en la superficie de la tierra como bajo ésta (por ejemplo, árboles, cultivos, restos de árboles, raíces entre otros).
Capa de Ozono	Una capa en la estratosfera, situada a una altura entre 15 y 30 km de la superficie, y donde se encuentra localizado la mayor cantidad de ozono atmosférico.
Ciclo Biogeoquímico	Las interacciones químicas entre la atmósfera, biosfera, hidrosfera y litosfera.
Ciclo del Carbono	El ciclo del carbono en sus diferentes formas químicas en la atmósfera, la biosfera, la hidrosfera y la litosfera.
Clorofluorocarbonos (CFC)	Derivados de los hidrocarburos, y compuestos de carbono, cloro y flúor, y en los cuales el cloro y el flúor sustituyen total o parcialmente al hidrógeno. Son sustancias químicas inertes y no tóxicas de fácil liquefacción, que se han utilizado ampliamente en refrigeración, fabricación de espumas, aerosoles etc. Sus átomos de cloro provocan la destrucción de la capa de ozono terrestre.
Coeficiente de Adsorción	Una medida de la cantidad de energía radiante, incidente perpendicularmente a una superficie plana, que es adsorbida por unidad de distancia o unidad de masa de una sustancia.
Clima	Síntesis de la condiciones meteorológicas en un lugar determinado, caracterizadas por estadísticas
Depósito	En este contexto se entiende como uno o más componentes del sistema climático en que está almacenado un gas de efecto invernadero, un aerosol o un precursor de un gas de efecto invernadero de la atmósfera.

GLOSARIO DE TÉRMINOS	
Ecosistemas	Sistema integrado de plantas, animales y otros organismos vivos (incluyendo al hombre) interactuando con los componentes de su entorno físico, en un espacio y tiempo determinados.
Efectos adversos del Cambio Climático	Cambios en el medio ambiente físico o en la biota, resultantes del cambio climático, que tienen efectos nocivos significativos en la composición, la capacidad de recuperación o la productividad de los ecosistemas naturales, el funcionamiento de los sistemas socioeconómicos, o en la salud y el bienestar humanos.
Emisiones	Liberación (emisión o expulsión) de contaminantes en este caso gases de invernadero o sus precursores hacia la atmósfera en un área y un período de tiempo especificados.
Emisiones fugitivas	Escapes –intencionales o no- de gases contaminantes procedentes de las actividades humanas.
ENOS	Evento más notable en que se presenta la variabilidad interanual del clima, y que responde a la combinación de dos componentes: una oceanográfica y otra atmosférica. La componente oceánica (El Niño) se ha referido históricamente a un calentamiento de las aguas costeras de Perú y Ecuador, que viene acompañado de lluvias torrenciales y grandes inundaciones. Es una sigla que engloba al Niño y a la SOI, indicando la presencia de dos componentes, una oceanográfica (el Niño) y otra atmosférica (la oscilación del sur)
Elemento climático	Cualquiera de las propiedades o condiciones que tomadas en conjunto, definen el clima en un lugar determinado. (Por ejemplo, temperatura, humedad, precipitación)
El Niño	Es el calentamiento anómalo, tanto de las aguas superficiales del centro como del este del Océano Pacífico tropical. (La niña cuando se refiere al proceso de enfriamiento)
Factor de emisión	Un coeficiente que relaciona los datos de actividad con las emisiones reales. Es la tasa de emisión por unidad de actividad.
Fermentación entérica	El proceso de digestión en los herbívoros que produce metano como subproducto
Gases de Invernadero	Aquellos componentes gaseosos de la atmósfera, tanto naturales como antrópicos, que adsorben y reemiten radiación infrarroja son transparentes a la radiación de onda corta proveniente del sol, pero adsorben y reemiten, en alto grado, la irradiación de onda larga proveniente de la superficie de la Tierra. Su acción es similar a la de los vidrios en un invernadero.
Gases trazas	Constituyentes menores de la atmósfera
Sumidero	Cualquier proceso, actividad o mecanismo que adsorbe un contaminante de la atmósfera en este contexto un gas de efecto invernadero, un aerosol o un precursor de un gas de efecto invernadero de la atmósfera.
Variabilidad climática	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)

LISTA DE FIGURAS

LISTA DE FIGURAS.

- Figura 1.** Mapa de la República Dominicana.
- Figura 2.** Mapa de dimensiones de la República Dominicana.
- Figura 3.** Distribución estacional de la lluvia. Línea-Base 1961 – 1990.
- Figura 4.** Emisiones de precursores del ozono y de SO_2 , procedentes de la refinación del petróleo.
- Figura 5.** Principales pasos que han de darse en la construcción de los escenarios de cambio climático.
- Figura 6.** Tendencia temperatura-promedio anual, en la Cuenca del Haina. Serie 1981 - 2000.
- Figura 7.** Anomalías de la temperatura promedio anual respecto a la media en la Cuenca del Haina.
- Figura 8.** Precipitación media mensual para los últimos 5, 10 y 20 años de la región este.
- Figura 9.** Variabilidad de la lluvia anual en la cuenca del río Haina.
- Figura 10.** Análisis de variabilidad de la lluvia anual en la cuenca del río Haina.
- Figura 11.** Variabilidad de las anomalías de la precipitación anual en la cuenca del Río Haina.
- Figura 12.** Análisis de variabilidad del caudal en la estación hidrológica “Los Corozos”.
- Figura 13.** Marcha multianual de los casos de Malaria en República Dominicana.
- Figura 14.** Tendencia de los casos de malaria para la Región I. Período 1989-2005.
- Figura 15.** Tendencia de los casos de malaria para la Región II. Período 1989-2005.
- Figura 16.** Tendencia de los casos de malaria para la Región I y II. Período 1989-2005.
- Figura 17.** Tendencia de los casos de dengue para la Región I. Período 1997-2005.
- Figura 18.** Tendencia de los casos de dengue para la Región II. Período 1997-2005.
- Figura 19.** Tendencia de los casos de dengue para la Región III. Período 1997-2005.
- Figura 20.** Distribución espacial de los casos de dengue para el mes de enero del 2006.
- Figura 21.** Distribución espacial de los casos de dengue para el mes de agosto de 2006.
- Figura 22.** Periodos de alta y baja incidencias de la Malaria en la Región I.
- Figura 23.** Periodos de alta y baja incidencias de la Malaria en la Región II.
- Figura 24.** Periodos de alta y baja incidencias de la malaria y el dengue en la Región III.
- Figura 25.** Marcha estacional de los casos de dengue, en función de las condiciones climáticas, descritas por el $IB_{t,1,R-I}$.
- Figura 26.** Marcha estacional de los casos de malaria, en función de las condiciones climáticas descritas por el $IB_{t,1,R-I}$.
- Figura 27.** Respuesta del indicador casos de malaria ante la variabilidad del clima descrita por la combinación de $IB_{t,1,R-I}$ y $IB_{t,2,R-I}$.
- Figura 28.** Respuesta del indicador casos de malaria ante la variabilidad del clima descrita por la combinación de $IB_{t,1,R-III}$ y $IB_{t,2,R-III}$.
- Figura 29.** Respuesta del indicador casos de dengue ante la variabilidad del clima, descrita por la combinación de $IB_{t,1,R-III}$ y $IB_{t,2,R-III}$.
- Figura 30.** Variación estacional para la Región I.
- Figura 31.** Variación del patrón actual de la malaria, respecto a la línea base.
- Figura 32.** Patrón de variación de los casos de dengue en la región I, respecto a la línea-base.
- Figura 33.** Proyección climática para la Región I, según las proyecciones de índice $IB_{1,E,RD}$ para el 2011 y 2015.
- Figura 34.** Proyección climática para la Región III, según las proyecciones de índice $IB_{1,E,RD}$ para el 2011 y 2015.
- Figura 35.** Proyección climática para la Región III, según las proyecciones de índice $IB_{1,E,RD}$ para el 2011 y 2015.
- Figura 35.** Proyección climática para el mes de enero del 2011.
- Figura 36.** Proyección del dengue en la Región I.

- Figura 37.** Proyección de la malaria en la Región I.
- Figura 38.** Proyección de la malaria en la Región II.
- Figura 39.** Proyección del dengue en la Región II.
- Figura 40.** Proyección de la malaria para la Región-III.
- Figura 41.** Proyección del dengue para la Región-III.
- Figura 42.** Proyección de casos de dengue para octubre del 2011 por regiones.
- Figura 43.** Proyección de los casos de malaria para octubre de 2011, por regiones.
- Figura 44.** Modelos topográficos digitales de la región de estudios aplicados a la Hoja Topográfica.
- Figura 45.** Análisis posterior del impacto del cambio climático.
- Figura 46.** Número acumulativo de hoteles construidos y habitaciones disponibles en las regiones de Bávaro y Punta Cana.
- Figura 47.** Número total de turistas que arriban, por vía aérea al país.
- Figura 48.** Variaciones estacionales de los turistas que arriban, por el Aeropuerto de Punta Cana.
- Figura 49.** Porcentaje del número de habitaciones.
- Figura 50.** Aporte del turismo a los ingresos fiscales.
- Figura 51.** Número acumulativo del total de empleos directos y empleos indirectos Bávaro y Punta Cana desde el 1980 al 2006.
- Figura 52.** Distribución general de los ecosistemas costeros y marinos de uso turístico de las regiones de Bávaro y Punta Cana.
- Figuras 53.** Pronóstico de ascenso del nivel del mar el escenario climático SRES A2, para las regiones de Bávaro y Punta Cana.
- Figura 54.** Pronóstico de ascenso del nivel del mar el escenario climático IS92a, para las regiones de Bávaro y Punta Cana (según Limia, 2007).
- Figura 55.** Serie temporal de la temperatura máxima en Punta Cana en el período de 1965 a 2003.
- Figura 56.** Variaciones estacionales de la temperatura en la Estación de Punta Cana 1965 a 2004.
- Figura 57.** Eventos meteorológicos extremos que han pasado a 50 millas o menos de Bávaro, Cabeza de Toro y Punta Cana en un período de 155 años (1851 a 2005).
- Figura 58.** Penetración del nivel del mar en el sector de Playa de Cabeza de Toro, escenarios de emisiones SRES2 de sensibilidad climática baja, media y alta (X C).
- Figura 59.** Variaciones estacionales de los turistas que arriban por el Aeropuerto de Punta Cana, de acuerdo su procedencia, según datos del Banco Central (2007).
- Figura 60.** Escenarios de Cambio Climático para el escenario de emisión SRES A1-ASF y el Modelo de circulación HadCM3. Los meses aparecen como colores.
- Figura 61.** Escenarios de Cambio Climático para el escenario de emisión SRES A1-ASF y el Modelo de circulación ECHAM4. Los meses aparecen como colores.
- Figura 62.** Rendimiento potencial de la papa sembrada alrededor del mes de diciembre en San Juan de la Maguana, expresado como porcentaje del rendimiento potencial.
- Figura 63.** Rendimiento potencial de la batata sembrada alrededor del mes de mayo, en todas las localidades simuladas, potencial escenario GHG A1ASF y Modelo CGM HadCM3.
- Figura 64.** Rendimiento de secano de la batata sembrada alrededor del mes de mayo, en todas las localidades simuladas, potencial escenario GHG A1ASF y Modelo CGM HadCM3.
- Figura 65.** San Juan de la Maguana. Rendimientos potenciales de yuca para siembra de mayo según el clima, generado por el Modelo HadCM3 con escenario de emisión de gases A1 – ASF.
- Figura 66.** San Juan de la Maguana. Rendimientos de secano para la yuca en siembra de mayo, según el clima generado por el Modelo HadCM3.

Figura 67. San Juan de la Maguana. Rendimientos potenciales de batata para siembra de mayo, según el clima generado por el Modelo HadCM3.

Figura 68. San Juan de la Maguana. Rendimientos de secano para la batata en siembra de mayo, según el clima, generado por el Modelo HadCM3 con escenario de emisión de gases AI – ASF.

Figura 69. San Juan de la Maguana. Rendimientos potenciales de arroz para siembra de mayo, según el clima generado por el Modelo HadCM3 con escenario de emisión de gases AI – ASF.

Figura 70. San Juan de la Maguana. Rendimientos de secano de arroz para siembra de mayo según el clima generado por el Modelo HadCM3 con escenario de emisión de gases AI – ASF.

Figura 71. San Juan de la Maguana. Rendimientos potenciales de papa para siembra de diciembre según el clima generado por el Modelo HadCM3 con escenario de emisión de gases.

Figura 72. San Juan de la Maguana. Rendimientos de secano de papa para siembra de diciembre según el clima generado por el Modelo HadCM3 con escenario de emisión de gases.

Figura 73. San Juan de la Maguana. Rendimientos potenciales de la yuca sembrada en mayo, con el clima generado por el modelo del ECHAM4 en el escenario de emisión BI – TME.

Figura 74. San Juan de la Maguana. Rendimientos de secano de la yuca sembrada en mayo, con el clima generado por el modelo del ECHAM4 en el escenario de emisión BI – TME.

Figura 75. San Juan de la Maguana. Rendimientos potenciales de la batata sembrada en mayo, con el clima generado por el modelo del ECHAM4 en el escenario de emisión BI – TME.

Figura 76. San Juan de la Maguana. Rendimientos de secano de la batata sembrada en mayo, con el clima generado por el modelo del ECHAM4 en el escenario de emisión BI – TME.

Figura 77. San Juan de la Maguana. Rendimientos potenciales del arroz sembrado en mayo, con el clima generado por el modelo del ECHAM4 en el escenario de emisión BI – TME.

Figura 78. San Juan de la Maguana. Rendimientos de secano del arroz sembrado en mayo, con el clima generado por el modelo del ECHAM4 en el escenario de emisión BI – TME.

Figura 79. San Juan de la Maguana. Rendimientos potenciales de la papa sembrada en diciembre, con el clima generado por el modelo del ECHAM4 en el escenario de emisión BI – TME.

Figura 80. San Juan de la Maguana. Rendimientos de secano de la papa sembrada en diciembre, con el clima generado por el modelo del ECHAM4 en el escenario de emisión BI – TME.

Figura 81. Rendimientos final de secano, expresados como porcentajes del máximo anual, del arroz Prosequisa-5, sembrado los doce meses del año en San Juan de la Maguana.

Figura 82. Dependencia de la tolerancia del rendimiento de secano de la batata al cambio climático con respecto a la altura con mayo como mes de siembra.

Figura 83. Dependencia del rendimiento de secano de la batata, sembrada en mayo, con respecto a la altura. Los rendimientos futuros corresponden al escenario severo.

Figura 84. Rendimientos potenciales, potenciales de secano y reales para el frijol de bajos insumos en el clima de referencia 1961 – 90.

Figura 85. Eficiencias tecnológicas del cultivo del frijol de bajos insumos con relación a los rendimientos potenciales (violeta) y de secano (azul).

Figura 86. Rendimientos potenciales, potenciales de secano y reales para el frijol de altos insumos en el clima de referencia 1961– 90.

Figura 87. Eficiencias tecnológicas del cultivo del frijol de altos insumos con relación a los rendimientos potenciales (violeta) y de secano (azul).

Figura 88. Rendimientos potenciales y de secano del frijol común para el 2020, 2050 y 2080, según el modelo de clima global HadCM3 y el escenario de emisión AI-ASF.

Figura 89. Rendimientos potenciales y de secano del frijol común para el 2020, 2050 y 2080, según el modelo de clima global ECHAM4 y el escenario de emisión AI-ASF.

Figura 90. Rendimientos potenciales y de secano del frijol común para el 2020, 2050 y 2080, según el modelo de clima global HadCM3 y el escenario de emisión BI-TME.

Figura 91. Rendimientos potenciales y de secano del frijol común para el 2020, 2050 y 2080, según el modelo de clima global ECHAM4 y el escenario de emisión BI-TME.

Figura 92. Valores del índice de aridez del PNUMA (K) para República Dominicana en el clima actual.

Figura 93. Valores del índice de aridez del PNUMA (K) para República Dominicana en el 2020, según el modelo de clima global HadCM3 en el escenario de emisión AI – ASF.

Figura 94. Valores del índice de aridez del PNUMA (K) para República Dominicana en el 2050, según el modelo de clima global HadCM3 en el escenario de emisión AI – ASF.

Figura 95. Valores del índice de aridez del PNUMA (K) para República Dominicana en el 2080 según el modelo de clima global HadCM3 en el escenario de emisión AI – ASF.

Figura 96. Valores de la productividad primaria neta de los ecosistemas en el clima actual (PPN en gramos / m²) para República Dominicana, según el modelo de Chikugo.

Figura 97. Valores de la productividad primaria neta de los ecosistemas en el 2020 (PPN en gramos / m²), modelo de Chikugo, correspondiente al clima del HadCM3.

Figura 98. Valores de la productividad primaria neta de los ecosistemas en el 2050 (PPN en gramos / m²), modelo de Chikugo, correspondiente al clima del HadCM3.

Figura 99. Valores de la productividad primaria neta de los ecosistemas en el 2080 (PPN en gramos / m²); modelo de Chikugo correspondiente al clima del HadCM3.

Figura 100. Estrategia de Eficiencia Energética para la República Dominicana.

Figura 101. Límites del área del Parque Nacional Los Haitises (Ley 202-04).

Figura 102. Disminución de la superficie, cubierta por matorral, Período 1988-2006.

Figura 103. Disminución de la superficie, cubierta por matorral, Período 1988-2006, contemporáneamente con la superficie agrícola.

Figura 104. Costo de la mitigación.

Figura 105. Consumo Energético Neto, por sectores - Año 2005.

Figura 106. Consumo Energético Neto, por fuentes - Año 2005.

Figura 107. Evolución de las emisiones, por habitantes.

Figura 108. La evolución de la intensidad de emisiones.

Figura 109. Quema de combustibles.

Figura 110. Wind Energy Resource Atlas of the Dominican Republic. NREL/TP-500-27602.

Figura 111. Este mapa indica que el potencial de REPÚBLICA DOMINICANA está entre 5 y 6 kWh/m², la cual es una cifra elevada que permite variadas aplicaciones de la energía solar.

Figura 112. Emisiones reducidas, por consumo de energía.

Figura 113. Emisiones reducidas con URE y sin URE.

Figura 114. se presenta la apreciación del nivel de tecnología utilizada en los diferentes sectores de consumo, del país.

Figura 115. Distribución en forma porcentual de la variación de la necesidad tecnología, por sector.

Figura 116. Distribución de sectores prioritarios.

Figura 117. Número de estaciones meteorológicas, inteligentes y no inteligentes distribuidas en todo el país.

Figura 118. Estaciones remotas hidrológicas terrenas.

Figura 119. Ubicación de mareógrafos en distintos punto de las áreas costeras del país.

Figura 120. Diagrama de multicriterios para los sectores y sistemas.

Figura 121. Mapa de aridez de la República Dominicana.

Figura 122. Guía sobre Cambio Climático y el Protocolo de Kioto, Primer Ciclo de Educación Básica Santo Domingo, República Dominicana, 2004.

LISTA DE CUADROS

LISTA DE CUADROS.

Cuadro No. 1. Promedio de horas diurnas por mes.

Cuadro No. 2. Aumento de la población y el Producto Bruto Interno Per cápita 2000-2007.

Cuadro No. 3. Representación de la Biodiversidad a nivel de especies, en la República Dominicana.

Cuadro No. 4. Clasificación de la capacidad de uso de la tierra para la República Dominicana, según el USDA.

Cuadro No. 5. Composición de desperdicios sólidos de diferentes fuentes.

Cuadro No. 6. Cantidad de desperdicios sólidos producidos.

Cuadro No. 7. Aporte de cada categoría de fuente a las emisiones de CO₂, provenientes de la quema de biomasa, con fines energéticos (Gg), años 1998 y 2000.

Cuadro No. 8. Emisiones de gases distintos del CO₂, procedentes de la quema de combustibles por categorías de fuentes (Gg); República Dominicana, años 1998, y 2000.

Cuadro No. 9. Emisiones totales de GEI, por vehículos automotores de carretera (Gg); República Dominicana, años 1990, 1994, 1998 y 2000.

Cuadro No. 10. Emisiones de GEI (Gg), provenientes de los vuelos domésticos e internacionales de la aviación civil. República Dominicana, años 1998 y 2000 (Gg).

Cuadro No. 11. Emisiones totales de GEI, procedentes de las actividades de la energía (Gg). Año 1998.

Cuadro No. 12. Emisiones totales de GEI, procedentes de las actividades de la energía (Gg). Año 2000.

Cuadro No. 13. Emisiones agregadas en Gg CO₂ eq del Módulo Energía. Año 1998.

Cuadro No. 14. Emisiones agregadas en Gg CO₂ eq del Módulo Energía. Año 2000.

Cuadro No. 15. Adsorción neta de carbono y CO₂ por los cambios de biomasa en bosques y otros tipos de biomasa leñosa. República Dominicana. Años 1998 y 2000.

Cuadro No. 16. Emisiones totales (fermentación entérica y manejo del estiércol) de CH₄, procedentes del ganado doméstico (Gg). República Dominicana. Años 1998 y 2000.

Cuadro No. 17. Emisiones de Óxido Nitroso, procedentes de los sistemas de manejo del estiércol (Gg).

Cuadro No. 18. Emisiones de gases de invernadero procedentes de la quema de residuos¹ agrícolas en el campo (Gg). República Dominicana, años 1998 y 2000.

Cuadro No. 19. Adsorción neta de carbono y CO₂ por los cambios de biomasa en bosques y otros tipos de biomasa leñosa. República Dominicana. Años 1998 y 2000.

Cuadro No. 20. Emisiones de CO₂, procedentes de la quema de madera en el sitio y fuera del sitio. República Dominicana. Años 1998 y 2000.

Cuadro No. 21. Emisiones de gases distintos del CO₂ a la atmósfera provenientes de los incendios forestales de origen antrópico, durante los años 1998 y 2000 (Gg).

Cuadro No. 22. Emisiones de CH₄ por la disposición en la tierra de desechos sólidos (Gg). República Dominicana. Años 1990, 1994, 1998 y 2000.

Cuadro No. 23. Emisiones de CH₄, provenientes del tratamiento de las aguas residuales domésticas y comerciales (Gg). Años 1990, 1994, 1998 y 2000.

Cuadro No. 24. Emisiones de gases de invernadero, procedentes de la incineración de desechos biomédicos en la República Dominicana (Gg). Años 1998 y 2000.

Cuadro No. 25. Resumen de las emisiones de gases de invernadero estimadas en el módulo "Desechos" (Gg). Años 1998 y 2000.

Cuadro No. 26. Emisiones, per cápita de CO₂, Carbono y CO₂-e. República Dominicana, años 1998 y 2000.

Cuadro No. 27. Emisiones agregadas en equivalentes de CO₂ de los principales gases de efecto invernadero directo (a partir de las emisiones brutas¹). Años 1998 y 2000.

- Cuadro No. 28.** Emisiones brutas ⁽¹⁾ de GEI (Gg) por sectores. República Dominicana. Año 1998.
- Cuadro No. 29.** Emisiones brutas ⁽¹⁾ de GEI (Gg) por sectores. República Dominicana. Año 2000.
- Cuadro No. 30.** Emisiones y Adsorciones netas totales de GEI (Gg). Rep. Dominicana. Año 1998.
- Cuadro No. 31.** Emisiones y Adsorciones netas totales de GEI (Gg). Rep. Dominicana, año 2000.
- Cuadro No. 32.** Análisis estadístico de la tendencia y correlación interna en la serie de temperatura anual 1981 – 2000.
- Cuadro No. 33.** Análisis estadístico de la tendencia y correlación interna en la serie de precipitación anual 1981 – 2000.
- Cuadro No. 34.** Análisis estadístico de la tendencia y correlación interna en la serie reconstruida de escurrimiento superficial en la estación “Los Corozos. Serie 1981 – 2000.
- Cuadro No. 35.** Parámetros característicos del escurrimiento superficial. Estación hidrológica “Los Corozos”. Serie 1982 – 2003 (INDRHI, 2007).
- Cuadro No. 36.** Capacidad y características de acueductos asociados al río Haina (INDRHI, 2007).
- Cuadro No. 37.** Cobertura de la cuenca alto de río Haina (DIRENA, 2003).
- Cuadro No. 38.** Balance hídrico estimado para el escenario climático correspondiente al Modelo PRECIS.
- Cuadro No. 39.** Balance hídrico estimado para el escenario climático, correspondiente al Modelo ECH498, escenario de emisión IS92a.
- Cuadro No. 40.** Tendencia de la serie de casos de malaria, por regiones.
- Cuadro No. 41.** Tendencia de la serie de casos de dengue, por regiones.
- Cuadro No. 42.** Tendencia de las variaciones del clima, de acuerdo con el índice Complejo IBt, I-R-i, por regiones, para La República Dominicana.
- Cuadro No. 43.** Coordenadas UTM inicial y final y la distancia estimada de la línea de costa entre puntos.
- Cuadro No. 44.** Muestra el incremento sostenido de pasajeros, durante la última década.
- Cuadro No. 45.** Ingresos fiscales, relacionados con el turismo, durante el Período 1998-2006. Cifras en millones de pesos dominicanos, según Banco Central (2007).
- Cuadro No. 46.** Incrementos del nivel del mar (cm), los escenarios de emisiones, considerando la sensibilidad climática baja, media y alta (X C) (según Limia, 2007).
- Cuadro No. 47.** Estimado de la tasa de incremento-promedio del nivel del mar (mm/año), según los escenarios de emisiones, considerando la sensibilidad climática baja, media y alta (X C).
- Cuadro No. 48.** Cambios de la temperatura estacional y anual para dos modelos, asumiendo una sensibilidad climática media para el desarrollo de los escenarios climáticos.
- Cuadro No. 49.** Cambio de precipitaciones para dos modelos, asumiendo una sensibilidad climática.
- Cuadro No. 50.** Matriz interactiva de impactos principales del cambio climático sobre factores biogeofísicos de valor turístico en las regiones de Bávaro y Punta Cana.
- Cuadro No. 51.** Extensión (m) de las playas arenosas en el tramo costero del Morro de Macao a Punta Bobadilla, en relación con la ocupación de infraestructuras hoteleras.
- Cuadro No. 52.** Incrementos del nivel del mar (m), según los escenarios de emisiones SRES2, considerando las sensibilidades climáticas baja, media y alta (X C).
- Cuadro No. 53.** Matriz interactiva de impactos principales del cambio climático sobre factores socioeconómicos de valor turístico en las regiones de Bávaro y Punta Cana.
- Cuadro No. 54.** Cálculo de la capacidad de carga de del sector de Playa de Cabeza de Toro.
- Cuadro No. 55.** Plan de medidas, encaminado a la adaptación al cambio climático en las regiones de Bávaro y Punta Cana, teniendo como centro la protección del desarrollo turístico.
- Cuadros No. 56 A y B.** Evaluación de impacto, vulnerabilidad y adaptación de la Biodiversidad al Cambio Climático en la República Dominicana.

- Cuadro No. 57.** Procedencia y calibración de los parámetros de cultivo para las variedades seleccionadas para simulaciones con WOFOST 7.1.2.
- Cuadro No. 58.** Coeficientes de variación interanual del rendimiento de secano para cada mes de siembra del arroz en San Juan de la Maguana, HadCM3 y SRES A1-ASF.
- Cuadro No. 59.** Energía generada neta (GWh).
- Cuadro No. 60.** Uso y cobertura de suelo en 1988 y 2006 y variaciones relativas.
- Cuadro No. 61.** Costo del Parque Eólico Guzmancito.
- Cuadro No. 62.** Conjunto de hipótesis y parámetros asumidos.
- Cuadro No. 63.** Tasa de descuentos.
- Cuadro No. 64.** Costo de inversión.
- Cuadro No. 65.** Calentador de 50 galones.
- Cuadro No. 66.** Calentador de 150 galones.
- Cuadro No. 67.** Calentador de 100 galones.
- Cuadro No. 68.** Panel fotovoltaico.
- Cuadro No. 69.** Resultados del análisis financiero.
- Cuadro No. 70.** Resultados del análisis financiero.
- Cuadro No. 71.** Potencial de ahorro, por uso racional de la energía.
- Cuadro No. 72.** Uso racional en sectores de consumo.
- Cuadro No. 73.** La oferta total de energía.
- Cuadro No. 74.** Energía secundaria -2005 – Ktep.
- Cuadro No. 75.** Consumo total por fuente y sector – año 2005 (KTep).
- Cuadro No. 76.** Sector Residencial Urbano. Consumo de Energía Neta, por fuentes - Año 2005 (Tep).
- Cuadro No. 77.** Sector Residencial Rural. Consumo de Energía Neta, por fuentes - Año 2005 (Tep).
- Cuadro No. 78.** Subsector Hoteles. Consumo de Energía Neta, por fuentes y usos - Año 2005 (Tep).
- Cuadro No. 79.** Consumo de Energía Neta, por fuentes - Año 2005.
- Cuadro No. 80.** Subsector Resto Comercial, Servicios y Público. Consumo de Energía Neta, por fuentes Año 2005 (Tep)
- Cuadro No. 81.** Sector Industria. Consumo de Energía Neta, por fuentes - Año 2005 (Tep).
- Cuadro No. 82.** Sector Transporte. Consumo de Energía, por fuentes - Año 2005 (Tep).
- Cuadro No. 83.** Otros Sectores. Consumo de Energía Neta, por fuentes - Año 2005 (Tep).
- Cuadro No. 84.** Capacidad de generación.
- Cuadro No. 85.** Emisiones brutas totales (Gg).
- Cuadro No. 86.** Emisiones brutas Gg – CO₂ equiv.
- Cuadro No. 87.** Evolución de las emisiones del sector Energía (Ton CO₂ equiv.).
- Cuadro No. 88.** Medidas de uso racional, por fuente energéticas.
- Cuadro No. 89.** Plan Nacional de uso racional de la Energía.
- Cuadro No. 90.** Proyectos del Plan de Expansión 2012.
- Cuadro No. 91.** Reducción de Emisiones de Etanol frente a las de la Gasolina.
- Cuadro No. 92.** Emisiones 20% Biodiesel.
- Cuadro No. 93.** Centrales y mini centrales hidroeléctricas en operación.
- Cuadro No. 94.** Proyectos en ejecución.
- Cuadro No. 95.** Proyectos en busca de financiamiento.
- Cuadro No. 96.** Proyectos > 15MW.
- Cuadro No. 97.** Proyectos potenciales MDL < 15MW.

Cuadro No. 98. Proyectos MDL, con inversión estimada.

Cuadro No. 99. Ahorros anuales de energía y de emisiones de CO²

Cuadro No. 100. Evolución de la penetración estimada de energía eólica y efecto sobre emisiones.

Cuadro No. 101. Principales instituciones relacionadas con la investigación y la observación sistemática.

Cuadro No. 102. Restricciones, fortaleza y oportunidades para el desarrollo de capacidades para la aplicación de la Convención.

Cuadro No. 103. Medidas prioritarias, por sectores y sistemas.

Cuadro No. 104. Los horizontes temporales para la adaptación en diferentes sectores y sistemas.

Cuadro No. 105. Sistematización de las líneas de acción, por componentes.

Cuadro No. 106. Informe nacional sobre cumplimiento a la Convención de Biodiversidad.

Cuadro No. 107. Medidas implementadas, relacionadas con el cumplimiento de la CMNUCC.

Cuadro No. 108. Acción Nacional de Lucha contra la Desertificación y Sequía (PAN-RD).

Cuadro No. 109. Capacidad general del país, para implementar la CMNUCC y oportunidades para el fortalecimiento de capacidades.

REFERENCIAS

REFERENCIAS

- BANCO CENTRAL 2007. Estadísticas turísticas.
Sitio web: www.bancentral.gov.do
- CEPAL 1998. República Dominicana: Evaluación de los daños ocasionados por el Huracán Georges, 49 pp.
- CEPAL 2004. Los efectos socioeconómicos del Huracán Jeanne en la República Dominicana.
Sitio web: siteresources.worldbank.org/INTDISMGMT/Resources/RepDomL638-ParteI.pdf
- Cocco A 2005. Aspectos socioeconómicos de los desastres meteorológicos del 2004 en la República Dominicana.
Sitio web: <http://www.acqweather.com/Aspectos%20Socioeconomicos.pdf>
- Cocco A. y G. Gutiérrez Pérez 2000. El huracán Georges en la República Dominicana: Efectos y lecciones aprendidas.
Sitio web: http://www.reliefweb.int/library/documents/paho_hurr_3domrep.pdf
- CONGRESO NACIONAL de República Dominicana. “Proyecto de Ley de Incentivo al Desarrollo de Fuentes Renovables de Energías y de Sus Regímenes Especiales”.
- IPCC, 2000: Informe especial del Grupo de trabajo III del IPCC. Escenarios de emisiones. Resumen para responsables de políticas. ISBN: 92-9169-413-4.
- OMT 2003. Declaración de Djerba sobre Turismo y Cambio Climático, Organización.
- ONE 2006. República Dominicana en cifras. Oficina Nacional de Estadísticas.
- ONE 2007. Oficina Nacional de Estadísticas.
Sitio web: www.one.gob.do
- Rivero, R. E. (2001): Evaluación preliminar del impacto de los cambios climáticos sobre la agricultura y los bosques de República Dominicana. Informe de Consultoría, Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales, Santo Domingo.
- SEMARNA (2008): Proyecto marco para las políticas de adaptación a la sequía actual y proyectada en la República Dominicana y la República de Cuba. Secretaría de Estado de Medio Ambiente y Recursos Naturales, Santo Domingo.
- Unidad Asesora de Análisis Económico y Social (UAEEES). Secretaría de Estado de Economía, Planificación y Desarrollo (SEEPyD). “Monitor Energético”, N° 4, Ene. 2008.
- World Bank 2004. Environmental Priorities and Strategic Options Country Environmental Analysis June 29, 2004. Caribbean Country Management Unit.
Sitio web: [ttp://siteresources.worldbank.org](http://siteresources.worldbank.org)

Secretaría de Estado de Medio Ambiente y Recursos Naturales
Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo (PNUD)

Proyecto Cambio Climático 2009 Segunda Comunicación Nacional

