



ministerio del  
ambiente  
República del Ecuador



GEF



# VULNERABILIDAD- ADAPTACIÓN Y MITIGACIÓN AL CAMBIO CLIMÁTICO EN EL ECUADOR

Compendio de medidas,  
estrategias y perfiles de  
proyectos de los sectores  
energético, forestal, agrí-  
cola, marino costero y  
recursos hídricos

# **DULNERABILIDAD-ADAPTACIÓN Y MITIGACIÓN AL CAMBIO CLIMÁTICO**

**Compendio de medidas, estrategias y  
perfiles de proyectos de los sectores  
energético, forestal, agrícola, marino  
costero y recursos hídricos**

**COMITÉ NACIONAL SOBRE EL CLIMA  
MINISTERIO DEL AMBIENTE**

**Auspicio:** Fondo para el Medio Ambiente Mundial, Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo

**Preparación, integración y edición:** Luis Cáceres Silva

**Asistencia en preparación, integración y edición:** Roberto Carrillo

**Diagramación:** Claudia Luján

**Impresión:** Gráficas Iberia (Bogotá 4-53 y América, teléfono: 521 529)

---

## AUTORES:

---

### **Sector Agrícola:**

*Institución responsable:* Ministerio de Agricultura y Ganadería

*Nombre de los estudios y autores:*

Evaluación de los Impactos Ambientales, Económicos y Sociales de la Implementación de las Medidas de Mitigación al Cambio Climático en el Sector Agrícola: Biol. Jaime Vargas, Srta. Pamela Paula Alarcón, Sr. Remigio Jara

Evaluación de los Impactos Ambientales, Económicos y Sociales de la Implementación de las Medidas de Adaptación al Cambio Climático en el Sector Agrícola: Ing. Hernán Velásquez, Ing. Washington Amores, Srta. Mónica Maldonado.

### **SECTOR ENERGÉTICO:**

*Institución responsable:* Ministerio de Energía y Minas

*Nombre de los estudios y autores:*

Evaluación de los Impactos Ambientales, Económicos y Sociales de la Implementación de las Medidas de Mitigación al Cambio Climático en el Sector Energético: Ing. Fernando Bastidas, Ing. Herol Bustamante, Ing. Alvaro Morales, Ing. Marlene Palacios, Ing. Julio Rosero

### **SECTOR FORESTAL:**

*Institución responsable:* Ministerio del Ambiente y Centro de Levantamientos Integrados de Recursos Naturales por Sensores Remotos (CLIRSEN).

*Nombre de los estudios y autores:*

Evaluación de los Impactos Ambientales, Económicos y Sociales de la Implementación de las Medidas de Mitigación al Cambio Climático en el Sector Forestal: Ing. Julio Cornejo V., Ing. Basilio Toro

Evaluación de los Impactos Ambientales, Económicos y Sociales de la Implementación de las Medidas de Adaptación al Cambio Climático en el Sector Forestal: Das. Mirian Fernández, Ing. Harold Troya

### **SECTOR MARINO COSTERO:**

*Instituciones responsables:* Ministerio del Ambiente, Instituto Nacional de Pesca (INP), Instituto Oceanográfico de la Armada (INOCAR), Instituto Nacional de Meteorología e Hidrología (INAMHI), Universidad de Guayaquil, consultores privados.

*Nombre del estudio y autores:*

Evaluación de Vulnerabilidad de la Zona Costera del Golfo de Guayaquil: MsC Nikita Gaibor. Biol. Pablo Montero, Biol. Carlos Medina, Ing. Raúl Mejía, Ing. Iván López, Ing. Severo Ronquillo, Ing. Ricardo Noboa.

### **MÓDULO RECURSOS HÍDRICOS:**

*Institución responsable:* Instituto Nacional de Meteorología e Hidrología (INAMHI)

*Nombre del estudio y autores:*

Evaluación de Vulnerabilidad ante el Cambio Climático de los Recursos Hídricos: Ing. Milton Silveira, Ing. Anibal Vaca, Ing. Edmundo Granja, Ing. Jorge Ramírez, Ing. Carlos Gutiérrez, Ing. Edison Heredia, Ing. Rodrigo Pombosa, Ing. Javier Roura, Sr. Francisco Martínez, Ing. Gilma Carvaja M., Ing. René Moya, Ing. Manuel Carvajal, Sr. Darío Vélez, Ing. Gonzalo Ontaneda, Ing. Raúl Mejía, Ing. Jorge Chávez, Sra. Nancy Moya

---

Impreso en Ecuador  
Junio 2001

MINISTERIO DEL AMBIENTE

Proyecto ECU/99/G31 Cambio Climático

Av. Amazonas y Eloy Alfaro, Edif. MAG, 7mo. piso, oficina 709

Teléfono: (593-2) 508-510

Fax: (593-2) 508-510

Correo electrónico: cclimat@ambiente.gov.ec

Quito, Ecuador

# INDICE

|  |           |
|--|-----------|
| <b>CAPITULO 1: ASPECTOS GENERALES</b> .....  | <b>1</b>  |
| 1. Antecedentes .....  | 3         |
| 2. Alcance, sectores considerados y metodología .....  | 3         |
| <b>CAPÍTULO II: MITIGACIÓN ANTE EL CAMBIO CLIMÁTICO. EVALUACIÓN DE MEDIDAS Y PERFILES DE PROYECTOS</b> ..                          | <b>5</b>  |
| <b>II A Sector forestal</b> .....  | <b>7</b>  |
| 1. Características generales del sector .....  | 7         |
| 2. Descripción de las medidas de mitigación y evaluación de los impactos ambientales y socio-económicos de su implementación ..... | 7         |
| 2.1 Descripción de las medidas de mitigación .....   | 7         |
| 2.2 Evaluación de los impactos .....   | 8         |
| 3. Estrategias para vencer las barreras detectadas .....   | 10        |
| 3.1 Estrategias sectoriales .....  | 10        |
| 3.2 Estrategias específicas .....  | 11        |
| 4. Perfiles de proyectos .....   | 13        |
| 4.1 Manejo forestal sustentable del bosques nativo de los Chachi del río Cayapas .....   | 13        |
| 4.2 Fortalecimiento del Sistema Nacional de Areas Protegidas del Ecuador, SNAP .....   | 13        |
| 4.3 Manejo de bosques protectores de cuencas hidrográficas en el cantón Puyango. ....  | 14        |
| 4.4 Establecimiento de sistemas agroforestales en el cantón El Carmen .....  | 15        |
| 4.5 Establecimiento de sistemas silvopastoriles en el cantón Guamote .....   | 15        |
| 4.6 Plantaciones forestales productivas en el Cantón Balzar .....  | 16        |
| 4.7 Plantaciones forestales protectoras en el Cantón Bolívar. ....   | 17        |
| 4.8 Cinturón verde de la ciudad de Guayaquil .....   | 17        |
| 5. Aspectos institucionales .....  | 19        |
| <b>II B Sector energético</b> .....  | <b>18</b> |
| 1. Características generales del sector .....  | 18        |
| 2. Descripción de las medidas de mitigación y evaluación de los impactos ambientales y socio-económicos de su implementación ..... | 19        |
| 2.1 Descripción de las medidas de mitigación .....   | 19        |
| 2.2 Evaluación de los impactos .....   | 21        |
| 3. Estrategias para vencer las barreras detectadas .....   | 22        |
| 3.1 Estrategias sectoriales .....  | 22        |
| 3.2 Estrategias específicas .....  | 25        |
| 4. Perfiles de proyectos .....   | 28        |
| 4.1 Oferta .....   | 28        |
| 4.2 Demanda .....  | 32        |
| 4.3 Resumen de las reducciones de emisiones de CO2 derivadas de los proyectos del sector energético                                | 38        |
| 5. Aspectos institucionales .....  | 39        |
| <b>II C Sector agrícola</b> .....  | <b>39</b> |
| 1. Características generales del sector .....  | 39        |
| 2. Descripción de las medidas de mitigación y evaluación de los impactos ambientales y socio-económicos de su implementación ..... | 40        |
| 2.1 Descripción de las medidas de mitigación .....   | 40        |
| 2.2 Evaluación de los impactos .....   | 40        |
| 3. Estrategias para vencer las barreras detectadas .....   | 41        |
| 4. Perfiles de proyectos .....   | 42        |
| 4.1 Mejoramiento de la dieta alimentaria del ganado bovino, mediante programas de manejo y gestión de las praderas .....           | 42        |

|  |           |
|--|-----------|
| 4.2 Manejo del estiércol a través de biodigestores . . . . .   | 43        |
| 4.3 Uso y manejo de desechos o residuos de las cosechas de arroz a través de composteras y procesos de reciclaje . . . . .                               | 43        |
| 5. Aspectos institucionales . . . . .  | 43        |
| <b>CAPÍTULO III: ADAPTACIÓN AL CAMBIO CLIMÁTICO. EVALUACIÓN DE MEDIDAS Y PERFILES DE PROYECTOS . . . .</b>   | <b>45</b> |
| <b>III A Sector agrícola . . . . .</b>   | <b>47</b> |
| 1. Características generales del sector . . . . .  | 47        |
| 2. Descripción de las medidas de adaptación y evaluación de los impactos ambientales y socio-económicos de su implementación . . . . .                   | 47        |
| 2.1 Descripción de las medidas de mitigación . . . . .   | 47        |
| 2.2 Evaluación de los impactos . . . . .   | 48        |
| 3. Estrategias para vencer las barreras detectadas . . . . .   | 48        |
| 3.1 Estrategias sectoriales . . . . .  | 48        |
| 3.2 Estrategias específicas . . . . .  | 50        |
| 4. Perfiles de proyectos . . . . .   | 50        |
| 4.1 Zonificación agro ecológica y épocas adecuadas de siembra y cosechas . . . . .   | 50        |
| 4.2 Introducción de variedades de mayor rendimiento . . . . .  | 51        |
| 4.3 Implementación de sistemas de riego . . . . .  | 52        |
| 4.4 Uso adecuado de fertilizantes . . . . .  | 53        |
| 4.5 Implementación de un sistema de control de plagas y enfermedades . . . . .   | 53        |
| 5. Aspectos institucionales . . . . .  | 54        |
| <b>III B Sector forestal . . . . .</b>   | <b>54</b> |
| 1. Características generales del sector . . . . .  | 54        |
| 2. Descripción de las medidas y evaluación de los impactos ambientales y socio-económicos de su implementación . . . . .                                 | 55        |
| 2.1 Descripción de las medidas de adaptación . . . . .   | 55        |
| 2.2 Evaluación de los impactos . . . . .   | 56        |
| 3. Estrategias para vencer las barreras detectadas . . . . .   | 57        |
| 3.1 Estrategias sectoriales . . . . .  | 57        |
| 3.2 Estrategias específicas . . . . .  | 58        |
| 4. Perfiles de proyectos . . . . .   | 59        |
| 4.1 Actividades productivas comunitarias para la obtención de productos no maderables en los remanentes de bosques sector del cantón El Carmen . . . . . | 59        |
| 4.2 Manejo sustentable de plantaciones forestales en las provincias de Cotopaxi y Tungurahua. . . . .  | 59        |
| 4.3 Desarrollo rural integral sustentable en micro-cuencas hidrográficas en la provincia de Loja . . . . .   | 60        |
| 4.4 Manejo sustentable del páramo del Cajas . . . . .  | 61        |
| 4.5 Plantaciones de protección en la provincial de El Oro . . . . .  | 61        |
| 4.6 Establecimiento de sistemas agroforestales comunitarios en las Provincia de Tungurahua . . . . .   | 62        |
| 4.7 Establecimiento de sistemas silvopastoriles en las áreas rurales ganaderas de Manabí. . . . .  | 63        |
| 4.8 Protección forestal contra incendios en los cinturones verdes del área metropolitana de la ciudad de Quito . . . . .                                 | 63        |
| 4.9 Programas integrales antidesertificación en las zonas vulnerables al cambio climático . . . . .  | 64        |
| 5. Aspectos institucionales . . . . .  | 64        |
| <b>CAPÍTULO IV: SECTOR RECURSOS HÍDRICOS . . . . .</b>   | <b>67</b> |
| 1. Aspectos generales . . . . .  | 69        |
| 1.1 Antecedentes . . . . .   | 69        |
| 2. Oferta de los recursos hídricos en el Ecuador . . . . .   | 69        |
| 3. Demanda de recursos hídricos . . . . .  | 71        |
| 3.1 Uso agrícola . . . . .   | 71        |
| 3.2 Uso doméstico e industrial . . . . .   | 71        |

|   |    |
|---|----|
| 3.3 Demanda total   | 71 |
| 4. Índice de sequías  | 71 |
| 5. Oferta versus demanda. La vulnerabilidad de los recursos hídricos ante el cambio climático       | 72 |
| 5.1 Escenario base  | 72 |
| 5.2 Escenario ECC1 (T +1°C; P -15%)   | 73 |
| 5.3 Escenario ECC2 (T + 1°C; P +20%)  | 74 |
| 5.4 Escenario ECC3 (T +2°C; P -15%)   | 74 |
| 5.5 Escenario ECC4 (T +2°C; P +20%)   | 75 |
| 6. Medidas de respuesta ante el cambio climático en las cuencas de los ríos Guayas, Paute y Pastaza | 76 |
| 7. Análisis específicos de vulnerabilidad   | 77 |
| 7.1 Proyecto hidroeléctrico Paute   | 77 |
| 7.2 Proyecto hidroeléctrico Agoyán  | 78 |
| 8. Anexos recursos hídricos   | 79 |

## **CAPÍTULO V: ESTRATEGIA DE ADAPTACIÓN AL CAMBIO CLIMÁTICO EN LA CUENCA BAJA DEL RÍO GUAYAS Y GOLFO INTERIOR**

**83**

|  |     |
|--|-----|
| 1. Antecedentes  | 85  |
| 2. Evaluación de vulnerabilidad  | 85  |
| 2.1 Aspectos metodológicos   | 85  |
| 2.2 Principales resultados   | 86  |
| 2.3 Identificación y categorización de los impactos sobre los sectores económicos de los segmentos del estudio | 86  |
| 2.4 Categorización de los impactos identificados   | 91  |
| 3. Evaluación ambiental, económica y social de la implementación de las medidas de adaptación                  | 93  |
| 3.1 Definición de las medidas de adaptación  | 94  |
| 4. Estrategias de adaptación   | 98  |
| 4.1 Adecuación y mantenimiento del sistema de drenaje vial   | 98  |
| 4.2 Relleno hidráulico de zonas urbanas densamente pobladas  | 98  |
| 4.3 Adecuación de la actividad camaronera  | 99  |
| 4.4 Establecimiento de un programa de monitoreo biofísico y vigilancia ante el cambio climático                | 100 |
| 4.5 Establecimiento de líneas de retiro, zonas de amortiguamiento y bordes de protección urbanos               | 100 |
| 4.6 Preservación y reforestación del manglar   | 101 |

## **LISTADO DE CUADROS**

|   |    |
|---|----|
| 1. Medidas de mitigación forestal priorizadas   | 8  |
| 2. Nivel de viabilidad de las medidas de mitigación forestal  | 9  |
| 3. Análisis de impactos de las medidas de mitigación forestal   | 9  |
| 4. Análisis financiero de las medidas de mitigación forestal  | 9  |
| 5. Factibilidad total de las medidas de mitigación forestal   | 10 |
| 6. Medidas de mitigación energética priorizadas   | 20 |
| 7. Análisis integrado de medidas de mitigación en el sector energético                                | 22 |
| 8. Reducción de emisiones de CO <sub>2</sub> a través de los proyectos propuestos                     | 38 |
| 9. Medidas agrícolas de mitigación priorizadas  | 40 |
| 10. Niveles de viabilidad de las medidas de mitigación agrícola                                       | 41 |
| 11. Medidas de adaptación identificadas   | 47 |
| 12. Niveles de factibilidad de las medidas agrícolas de adaptación                                    | 49 |
| 13. Medidas de adaptación forestal priorizadas  | 55 |
| 14. Factibilidad total de las medidas de adaptación forestal  |    |
| 15. Aportación con y sin cambio climático en once cuencas hidrográficas en Ecuador (Hm <sup>3</sup> ) | 70 |
| 16. Porcentaje de variación de las aportaciones en relación al escenario base (5)                     | 70 |
| 17. Demanda total nacional actual del recurso agua  | 70 |
| 18. Demanda total nacional del recurso agua al año 2010   | 70 |
| 19. Demanda total nacional del recurso agua al año 2010   | 71 |

|  |    |
|--|----|
| 20. Índice de sequía HIMAT   | 72 |
| 21. Índice de sequías en Ecuador. Método HIMAT   | 73 |
| 22. Balance demanda-oferta del Recurso Hídrico (5): Escenario Base   | 74 |
| 23. Balance de la demanda-oferta del Recurso Hídrico (%). ECC1 (T= +1°C; RR = -15%)                        | 74 |
| 24. Balance de la demanda-oferta del Recurso Hídrico (%). ECC2 (T= +1°C; RR = +20%)                        | 74 |
| 25. Balance de la demanda-oferta del Recurso Hídrico (%). ECC3 (T= +2°C; RR = -15%)                        | 74 |
| 26. Balance de la demanda-oferta del Recurso Hídrico (%). ECC4 (T= +2°C; RR = +20%)                        | 74 |
| 27. Aportación de 11 cuencas hidrográficas (Hm <sup>3</sup> ). Escenario base                              | 79 |
| 28. Aportación de 11 cuencas hidrográficas (Hm <sup>3</sup> ). Escenario: T +1°C; P -15%                   | 79 |
| 29. Aportación de 11 cuencas hidrográficas (Hm <sup>3</sup> ). Escenario: T +1°C; P +20%                   | 79 |
| 30. Aportación de 11 cuencas hidrográficas (Hm <sup>3</sup> ). Escenario: T +2°C; P -15%                   | 80 |
| 31. Aportación de 11 cuencas hidrográficas (Hm <sup>3</sup> ). Escenario: T +2°C; P +20%                   | 80 |
| 32. Balance demanda-oferta del Recurso Hídrico (Hm <sup>3</sup> ). Escenario base                          | 80 |
| 33. Balance demanda-oferta del Recurso Hídrico (Hm <sup>3</sup> ). Escenario 1 (T + 1°C, P-15%) - Año 2010 | 81 |
| 34. Balance demanda-oferta del Recurso Hídrico (Hm <sup>3</sup> ). Escenario 1 (T + 1°C, P+20%) - Año 2010 | 81 |
| 35. Balance demanda-oferta del Recurso Hídrico (Hm <sup>3</sup> ). Escenario 1 (T + 2°C, P-15%) - Año 2010 | 81 |
| 36. Balance demanda-oferta del Recurso Hídrico (Hm <sup>3</sup> ). Escenario 1 (T + 2°C, P+20%) - Año 2010 | 82 |
| 37. Escenarios de cambio climático   | 85 |
| 38. Impactos del sistema natural(km <sup>2</sup> )   | 86 |
| 39. Areas inundables (km <sup>2</sup> )  | 86 |
| 40. Capital es riesgo  | 86 |
| 41. Potencial población en riesgo  | 86 |
| 42. Potenciales impactos en manglares (km <sup>2</sup> )   | 87 |
| 43. Análisis de viabilidad de las medidas de adaptación en el sector marino-costero                        | 94 |

## LISTADO DE GRAFICOS

|   |    |
|---|----|
| 1. Concepción general de la metodología de evaluación de impactos | 4  |
| 2. Zonas de impactos  | 85 |

## PRESENTACIÓN

El creciente aumento de las emisiones de los Gases de Efecto de Invernadero durante las últimas décadas, debido a la explotación no sostenible de recursos naturales y al acelerado ritmo de industrialización en amplias regiones de nuestro planeta, ha derivado en el fenómeno del Calentamiento Global. Fenómeno que ya está causando estragos a nivel nacional, regional y global. Las evidencias en nuestro país día a día son cada vez más dramáticas y aumentan la certeza sobre el problema y los retos a los cuales la presente y las futuras generaciones deberán confrontar.

El Ecuador ha soportado una serie de anomalías climáticas con intensidad y frecuencia inusuales en los registros históricos de nuestra época. Tormentas, inundaciones y deslizamientos que han azotado al país, principalmente relacionadas con eventos del fenómeno climático El Niño, han dejado resultados nefastos en la socioeconomía local, sin olvidar la irreparable pérdida de valiosas vidas humanas.

Algo de incertidumbre acompaña a la ciencia en torno a los múltiples vínculos entre la variación de los patrones climáticos y la intensificación del efecto invernadero. Sin embargo, ello no puede ser motivo para no tomar medidas y acciones que permitan enfrentar el problema. En este contexto, el Comité Nacional sobre el Clima (CNC), con el auspicio de la cooperación internacional, lleva adelante un proceso que ya ha generado 19 perfiles de proyectos elaborados por diversas instituciones nacionales.

En el mes de noviembre del 2000, el Ecuador presentó su Primera Comunicación Nacional ante la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre Cambio Climático, la cual consolida en un informe nacional los resultados de los antes mencionados estudios. La Primera Comunicación Nacional fue preparada en el marco del Proyecto ECU/99/G31 Cambio Climático, con el auspicio del Fondo para el Medio Ambiente Mundial y a través del Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo.

En esta oportunidad, en mi calidad de Presidenta del CNC, entrego a la comunidad nacional e internacional la presente publicación que resume los últimos estudios y evaluaciones en materia de mitigación y adaptación en nuestro país, así como los perfiles de proyectos planteados en la Comunicación Nacional.

El Gobierno Nacional está trabajando con la participación de la sociedad para transitar por un sendero de desarrollo sustentable, en el cual mejoremos significativamente la calidad de vida de nuestra sociedad para transitar por un sendero de desarrollo sustentable, en el cual mejoremos significativamente la calidad de vida de nuestra sociedad y garanticemos la satisfacción de las necesidades de las futuras generaciones. Ante ello, reiteramos el compromiso de este Ministerio y del Comité Nacional sobre el Clima de continuar con los esfuerzos y las acciones necesarias para prevenir, reducir y adaptarnos a los impactos del Cambio Climático.

**LOURDES LUQUE DE JARAMILLO**  
Ministra del Ambiente





---

# ASPECTOS GENERALES

---



## 1. ANTECEDENTES

Las evidencias del cambio climático detectadas por la comunidad científica en diferentes lugares del globo terrestre han generado respuestas al más alto nivel político de la humanidad y especialmente de las Naciones Unidas.

En el plano internacional, la adopción de la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre Cambio Climático (CMNUCC) en el año de 1992, así como la adopción del Protocolo de Kyoto en 1997, son las señales más importantes del reconocimiento de la necesidad de enfrentar con decisión el cambio climático y tomar las pertinentes medidas de respuesta.

A nivel del país, desde el año de 1993 se lleva adelante el denominado Proceso del Cambio Climático en Ecuador, en cuyo contexto se han desarrollado acciones en el plano político y técnico con diferente alcance y objetivos, por lo que pueden ser englobadas en dos grandes Fases.

La Fase I está caracterizada por la coordinación nacional e internacional, el fomento de la capacidad y la ejecución de proyectos que generaron estudios. En el plano político sobresale la creación del Comité Nacional sobre el Clima (CNC) mediante decreto ejecutivo en el año de 1999. Con el apoyo internacional, entre los años 1995 y 1998 se desarrollaron estudios técnicos de mitigación y vulnerabilidad y adaptación en los campos agrícola, energético, forestal y marino costero, además de la definición de escenarios nacionales de cambio climático y la detección de evidencias de cambio en el Ecuador. Los estudios mencionados llegaron a proponer listados de medidas de respuesta, y en algunos casos medidas con cierto nivel de sustento.

Para la Fase II, en el año de 1999, el gobierno del Ecuador, representado por los Ministerios de Relaciones Exteriores y Ambiente, y el Fondo para el Medio Ambiente Mundial a través del PNUD, suscribieron un acuerdo para ejecutar el proyecto ECU/99/G31 Cambio Climático, bajo responsabilidad del CNC representado por el Ministerio del Ambiente. El objetivo fundamental del proyecto fue preparar y presentar la Comunicación Nacional (CN) del Ecuador ante la CMNUCC, hecho que fue cumplido en el mes de noviembre del 2000.

En el contexto del proceso de preparación de la CN se desarrollaron análisis y estudios, entre los cuales se incluyen los relacionados a la evaluación de los impactos ambientales y socioeconómicos que podrían generarse en el caso de implementarse las medidas de mitigación y adaptación que fueran sugeridas en los estudios realizados en la Fase I.

Como resultado de estas evaluaciones se detectaron potenciales barreras que podrían frenar o impedir la implementación de las medidas de respuesta sugeridas, por

lo que se plantearon estrategias para vencer estos obstáculos. Finalmente, se definieron perfiles de proyectos que permitan implementar las medidas de mitigación y adaptación ante el cambio climático en los sectores agrícola, energético y forestal.

En forma paralela, se efectuó la evaluación de la vulnerabilidad de los recursos hídricos del Ecuador ante el cambio climático, así como se desarrolló una estrategia de adaptación al cambio climático en la Cuenca Baja del Río Guayas y Golfo Interior, como una actualización y profundización de un estudio de vulnerabilidad efectuado anteriormente.

Dado que la Comunicación Nacional tiene un formato definido, gran parte de la información y detalles de los estudios no fueron incluidos. Por esta razón, el proyecto contempló la compilación resumida de los resultados fundamentales de los estudios efectuados en un solo documento, el presente, para de esta manera entregar a los diferentes usuarios nacionales e internacionales la información lo más completa posible.

Los estudios de soporte se realizaron con la participación de las instituciones y organismos responsables de cada uno de los sectores involucrados, bajo la coordinación del Proyecto Cambio Climático. Para cada estudio se conformaron grupos técnicos multidisciplinarios.

## 2. ALCANCE, SECTORES CONSIDERADOS Y METODOLOGÍA

El alcance y metodología de los estudios realizados bajo el proyecto en referencia difieren entre sí básicamente por la existencia o no de estudios anteriores. Por ejemplo, en el sector de recursos hídricos recién se empieza con el estudio de vulnerabilidad.

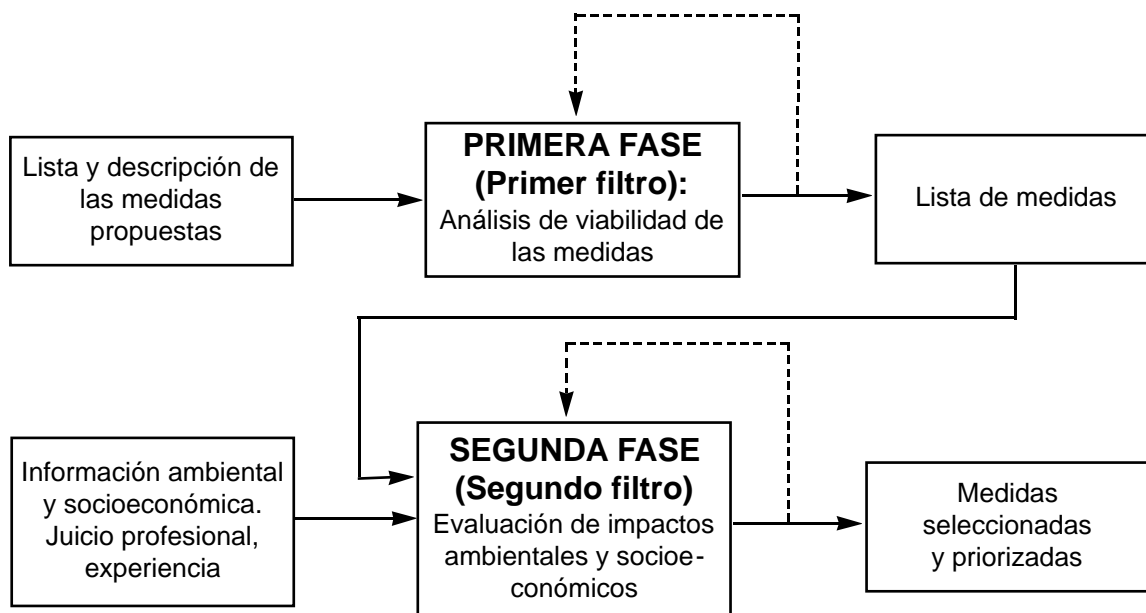
Por lo señalado, la evaluación de los impactos se efectuó en el contexto de la adaptación para los sectores agrícola y forestal, y en el de la mitigación para los sectores forestal, energético y agrícola.

La metodología para la evaluación de los impactos fue desarrollada especialmente para el proyecto por la consultora ECOENERGY, quien además apoyó a las instituciones durante el desarrollo de los estudios.

La evaluación parte de los listados de medidas de mitigación o adaptación sugeridas en los estudios realizados en la Fase I

La metodología reconoce la necesidad de integrar en el análisis los aspectos políticos, jurídicos, institucionales socioeconómicos y ambientales como la mejor forma para determinar la viabilidad y prioridad de las medidas a ser implementadas como se muestra en la figura. Para ello establece una estrategia de selección y priorización de medidas por etapas en sucesivos filtros: el primero se refiere a la consistencia de las medidas con los objetivos

Gráfico 1: Concepción general de la metodología de evaluación de impactos



del desarrollo nacional y sectorial; el segundo, a la posibilidad de que las medidas puedan superar los diversos tipos de barreras para su implementación (tecnológicas, institucionales, socioeconómicas); el tercero, a la evaluación de impactos socioeconómico y ambiental de las medidas.

Finalmente, la metodología propone seleccionar y priorizar las medidas para cuya implementación se definirán estrategias y perfiles de proyectos.

Para el análisis y evaluación de algunas medidas en las que no fue factible utilizar esta metodología se utili-

zaron instrumentos de tipo cualitativo, cuantitativo y financiero.

Para la evaluación de la vulnerabilidad de los recursos hídricos se recurrió al modelo WATBAL, ya probado en un estudio similar para la Cuenca del Río Guayas.

La idea y sustento metodológico para la definición de la estrategia de adaptación en la Cuenca Baja del Guayas surgió del análisis de un grupo de profesionales reunidos en un taller organizado por el proyecto. La mayoría de este grupo se responsabilizó de la preparación de la estrategia.

---

**MITIGACIÓN ANTE EL  
CAMBIO CLIMÁTICO.  
EVALUACIÓN DE MEDIDAS Y  
PERFILES DE PROYECTOS**

---



En la Fase II, las evaluaciones en el campo de la mitigación se efectuaron para los sectores forestal, energético y agrícola, sustentados en estudios anteriores de la Fase I elaborados por las mismas instituciones responsables, es decir, Ministerio del Ambiente – CLIRSEN, Ministerio de Energía y Minas y Ministerio de Agricultura y Ganadería, respectivamente.

Los resultados de estos estudios constan en los siguientes documentos:

- Evaluación de los Impactos Ambientales, Económicos y Sociales de la Implementación de las Medidas de Mitigación al Cambio Climático en el Sector Forestal, elaborado por un esfuerzo conjunto entre el Ministerio del Ambiente y el CLIRSEN.
- Evaluación Ambiental y Socioeconómica de la Implantación de Medidas de Mitigación de Gases de Efecto Invernadero en el Sector Energético, elaborado por el Ministerio de Energía y Minas.
- Evaluación de los Impactos Ambientales, Económicos y Sociales de la Implementación de las Medidas de Mitigación al Cambio Climático en el Sector Agrícola, preparado por el Ministerio de Agricultura y Ganadería.

## II A SECTOR FORESTAL

### 1. CARACTERÍSTICAS GENERALES DEL SECTOR

Ecuador tiene 114.733 km<sup>2</sup> de bosques nativos, lo que significa el 42% del territorio nacional (CLIRSEN, 1992), la mayor parte de ellos se encuentran en la Amazonía Ecuatoriana con una superficie de 9.2 Mha, correspondientes al 80%; la Región Litoral o Costa posee 1.5 Mha de bosques, o sea el 13% y, la Región Interandina o Sierra que es la más severamente alterada, apenas alcanza a 0.8 Mha, es decir el 7% del bosque natural (INEFAN, 1995). La tasa de deforestación anual promedio es de 106.500 (INEFAN, 1995). La deforestación producida corresponde aproximadamente a bosques nativos húmedos (90%) y a bosques nativos secos (10%).

Para disminuir la eliminación de bosques por el avance de la frontera agropecuaria, que es la causa principal para el cambio de uso de suelos forestales a actividades agrícolas y ganaderas, como primer paso se derogó la Ley de Reforma Agraria y Colonización (tenencia de tierras). Posteriormente se han venido implementando diversos proyectos de asistencia técnica en agricultura y silvicultura para los campesinos de todo el país. Finalmente, a través del Banco Nacional de Fomento, se conceden préstamos a pequeños y medianos agricultores y ganaderos para tecnificar e intensificar las actividades de estos sectores.

La protección de los bosques nativos en el país se ha venido realizando con dos enfoques principales diferentes. Por un lado está el Patrimonio Áreas Naturales Protegidas del Estado, que tiene un marco legal definido, una estructura administrativa dependiente del Ministerio del Ambiente, pero que no cuenta con suficientes recursos financieros; y, por otro, los Bosques Protectores y el Patrimonio Forestal del Estado, que no tienen la atención necesaria para cumplir con los objetivos para los que fueron declarados.

Por otra parte se estima que en el Ecuador existen 1.3 millones de hectáreas de tierras marginales abandonadas, las que corresponden aproximadamente al 5% del territorio total del país, que podrían ser utilizadas para plantaciones forestales con fines madereros o de protección de suelos y de cuencas hidrográficas.

Las emisiones de dióxido de carbono en el país al año de 1990 provienen principalmente del cambio en el uso del suelo y silvicultura, (69,5%), y del sector energético (28,8%), que sumados superan el 98 % del total.

Las emisiones del sector son generadas básicamente por el cambio en las existencias en pie de bosques y de otra biomasa leñosa (11.718,8 Gg), y por la conversión de bosques y praderas (33.824,34 Gg).

Para enfrentar esta grave situación, el Estado Ecuatoriano ha realizado, en la Fase I, los estudios de “Evaluación de la Vulnerabilidad de los Ecosistemas Forestales al Cambio Climático”, “Evaluación de las Opciones de Mitigación Forestal”, y en la Fase II, la “Evaluación de los Impactos Ambientales, Económicos y Sociales de la Implementación de las Medidas de Adaptación” y “Evaluación de los Impactos Ambientales, Económicos y Sociales de la Implementación de las Medidas de Mitigación al Cambio Climático en el Sector Forestal”.

Los dos primeros estudios analizan y proponen algunas medidas de adaptación y mitigación forestal para enfrentar los cambios climáticos; el tercer estudio, realiza la evaluación de los impactos que estas medidas producirían al ser implementadas y selecciona las medidas más adecuadas desde el punto de vista ambiental, económico y social para enfrentar los problemas que los cambios climáticos ocasionen en el Sector Forestal del país.

### 2. DESCRIPCIÓN DE LAS MEDIDAS DE MITIGACIÓN Y EVALUACIÓN DE LOS IMPACTOS AMBIENTALES Y SOCIO-ECONÓMICOS DE SU IMPLEMENTACIÓN

#### 2.1 DESCRIPCIÓN DE LAS MEDIDAS DE MITIGACIÓN

Para la Fase II, se tomaron como sustento los resultados de la Fase I establecidos en el documento Evalua-



ción de las Opciones de Mitigación Forestal ejecutado por el CLIRSEN.

A partir de este documento se determinaron cinco grandes áreas temáticas de mayor importancia y potencialidad a criterio del equipo multidisciplinario ejecutor del proyecto. De estas áreas surgieron varias macromedidas que permitieron elaborar una lista preliminar de medidas “candidatas”, las que fueron sometidas a un análisis que permitió jerarquizar y seleccionar las medidas definitivas de mitigación del sector forestal (cuadro 1).

El objetivo de cada una de las medidas se detalla a continuación.

### Manejo forestal sustentable del bosque nativo

Incentivar la aplicación de sistemas de manejo forestal sustentable para asegurar la conservación de los bosques naturales y de los servicios ambientales con la participación de las comunidades.

### Plantaciones forestales productoras, Plantaciones forestales protectoras y Cinturones verdes de ciudades

Establecer plantaciones forestales productoras y protectoras que permitan incrementar la fijación de carbono y equilibrar el desbalance entre la deforestación y la forestación, brindando servicios ambientales a las zonas rurales y urbanas, satisfaciendo la demanda industrial y mejorando el nivel de vida de la población.

### Fortalecimiento del Sistema Nacional de Áreas Protegidas y Manejo sustentable de ecosistemas frágiles

Fortalecer el sistema nacional de áreas protegidas y de ecosistemas frágiles, mediante la aplicación de políticas, estrategias y planes de manejo sustentable que permitan conservar la diversidad de especies y recursos genéticos en peligro de extinción, ofertar bienes y servicios

**Cuadro No.1: Medidas de mitigación forestal priorizadas**

| GRUPO | DESCRIPCIÓN  |
|-------|--|
| 1     | Manejo forestal sustentable del bosque nativo.   |
| 2     | Plantaciones forestales productoras.<br>Plantaciones forestales protectoras.<br>Cinturones verdes de ciudades. |
| 3     | Fortalecimiento del Sistema Nacional de Áreas Protegidas y Manejo sustentable de ecosistemas frágiles.         |
| 4     | Manejo de bosques protectores de cuencas hidrográficas.  |
| 5     | Fomento de sistemas agroforestales<br>Fomento de sistemas silvopastoriles                                      |

ambientales, garantizar la permanencia de valores culturales de las poblaciones de asentamiento tradicional en las áreas protegidas y ecosistemas frágiles.

### Manejo de bosques protectores de cuencas hidrográficas

Generar planes de manejo para la vegetación que protege las tierras altas en las cuencas hidrográficas que contribuyen a la producción de agua, manteniendo su calidad, impidiendo su contaminación por sedimentos, protegiéndola de la erosión del suelo, asegurando su funcionamiento como captadora de humedad y constituyéndose en sumideros de CO<sub>2</sub>.

### Fomento de sistemas agroforestales y Fomento de sistemas silvopastoriles

Incentivar e incrementar el uso de especies forestales de uso múltiple dentro del espacio agropecuario, que permitan mejorar las condiciones ambientales y la captación de CO<sub>2</sub>, para mejorar las condiciones sociales, económicas y culturales de las comunidades rurales.

## 2.2 EVALUACIÓN DE LOS IMPACTOS

El análisis de las medidas de mitigación considera cuatro etapas consecutivas: la viabilidad, la evaluación de impactos ambientales y socioeconómicos, la valoración financiero – ambiental, y el análisis integrado (factibilidad) de estos componentes.

El análisis mostró que las medidas propuestas son, en gran medida, compatibles con los planes generales, con los planes del Sector Forestal oficial (Estrategia de Desarrollo Forestal Sustentable, Estrategia Ambiental de Desarrollo Sostenible, Plan Estratégico de Áreas Naturales Protegidas, entre otros). Además, son compatibles con los esfuerzos internacionales de Cambio Climático y Desarrollo Sustentable, así como con las leyes y reglamentos relativos al Sector Forestal. Por otra parte, no presentan barreras técnicas e institucionales significativas. Existen algunas barreras sociales superables en las comunidades campesinas. Los resultados del análisis de viabilidad se reflejan en el cuadro 2.

Del análisis del Impacto Total (cuadro 3) se desprende que todas las medidas de mitigación forestal tienen un impacto positivo, siendo las que se refieren a Cinturones verdes de ciudades, Manejo de bosques protectores en cuencas hidrográficas y Plantaciones forestales protectoras, un tanto menos amigables al ambiente que las otras.

El análisis financiero (Cuadro 4), nos muestra para todas las medidas con valoración de externalidades (servicios ambientales y, especialmente, captación del carbono), tasas beneficio/costo mayores que uno y tasas internas de retorno superiores al 12%, lo que significa que todas las medidas son financieramente aceptables.

**Cuadro No. 2: Nivel de viabilidad de las medidas de mitigación forestal**

| MEDIDAS DE MITIGACIÓN                                  | NIVEL DE VIABILIDAD |
|--|---------------------|
| Plantaciones forestales productivas                    | ALTO                |
| Plantaciones forestales protectoras                    |                     |
| Cinturones verdes de ciudades                          |                     |
| Fortalecimiento del SNAP                               | MEDIO               |
| Manejo sustentable de ecosistemas frágiles             |                     |
| Manejo forestal sustentable del bosque nativo          |                     |
| Fomento de sistemas agroforestales                     |                     |
| Manejo de bosques protectores de cuencas hidrográficas |                     |
| Fomento de sistemas silvopastoriles                    |                     |

**Cuadro No. 3: Análisis de impactos de las medidas de mitigación forestal**

| MEDIDAS DE MITIGACIÓN                                  | NIVEL DE IMPACTO |
|--|------------------|
| Cinturones verdes de ciudades                          | POSITIVO BAJO    |
| Manejo de bosques protectores en cuencas hidrográficas |                  |
| Plantaciones forestales protectoras                    |                  |
| Fomento de sistemas agroforestales                     | POSITIVO MEDIO   |
| Fortalecimiento del SNAP                               |                  |
| Manejo sustentable de ecosistemas frágiles             |                  |
| Fomento de sistemas silvopastoriles                    |                  |
| Plantaciones forestales productivas                    |                  |
| Manejo forestal sustentable del bosque nativo          |                  |

**Cuadro No. 4: Análisis financiero de las medidas de mitigación forestal**

| MEDIDA   | SIN EXTERNALIDAD |       | CON EXTERNALIDAD |       |
|--|------------------|-------|------------------|-------|
|  | TASA C / B       | TIR % | TASA C / B       | TIR % |
| Manejo de bosques protectores de cuencas hidrográficas   | 2.16             | 48    | 2.91             | 73    |
| Cinturones verdes de ciudades                            | 1.20             | 12    | 2.05             | 66    |
| Plantaciones forestales productivas                      | 4.23             | 29    | 4.34             | 30    |
| Manejo sustentable de ecosistemas frágiles               | 1.62             | 16    | 2.56             | 30    |
| Fortalecimiento del sistema nacional de áreas protegidas | 1.26             | 14    | 1.49             | 30    |
| Fomento de sistemas agroforestales                       | 1.71             | 26    | 1.81             | 28    |
| Fomento de sistemas silvopastoriles                      | 1.64             | 23    | 1.65             | 23    |
| Plantaciones forestales protectoras                      | 1.39             | 21    | 1.39             | 21    |
| Manejo sustentable de bosques nativos                    | 2.19             | 13    | 2.28             | 14    |

La explicación de que las medidas Manejo de bosques protectores de cuencas hidrográficas y Cinturones verdes de ciudades hayan obtenido la mayor rentabilidad es que los beneficios ambientales son muy importantes, especialmente considerando la gran cantidad de personas que se benefician directa e indirectamente con los resultados de estas medidas, como captación de carbono y producción de productos no maderables (medicinales, ornamentales, alimenticios, fauna).

Las Plantaciones forestales protectoras, y el Manejo sustentable de bosques nativos, ofrecen servicios ambientales muy importantes y valiosos, así como bienes y productos no maderables, que elevan la importancia de sus beneficios sociales y ambientales, pero debido a la dificultad para valorar económicamente estos servicios, se consideró para el cálculo de las externalidades, solamente la captación de carbono.

Una vez considerados en forma conjunta los diversos análisis, se estableció el nivel de factibilidad total (cuadro 5) de cada medida, obteniéndose los siguientes resultados:

Del análisis de Factibilidad Total que resume la Evaluación de Viabilidad y el análisis financiero – ambiental, se desprende que las medidas: Cinturones verdes de ciudades, Manejo de bosques protectores de cuencas hidrográficas, Plantaciones forestales productivas y Fortalecimiento del Sistema Natural de Áreas Protegidas, tienen los niveles de factibilidad más altos.

La medida de Cinturones Verdes de Ciudades no ocasiona ningún impacto ambiental, ya que utiliza tierras donde no existen recursos naturales o se encuentran muy deteriorados y, por el contrario, recupera la fertilidad de los suelos, aumenta la capacidad de retención del agua y tiene además un impacto socioeconómico positivo, pues mejora las condiciones de seguridad de los habitantes de las ciuda-

des, limpia el aire contaminado y eleva las condiciones de vida de las comunidades involucradas en la plantación.

Por otra parte, el Manejo Forestal Sustentable del Bosque Nativo no presenta barreras institucionales, pero si barreras técnicas o sociales para su aplicación, ya que en el país no existe experiencia en este manejo y los madereros y las comunidades campesinas prefieren explotar el bosque libremente. La cantidad de carbono que puede ser almacenada a través de esta medida es muy superior a todas las demás analizadas.

### 3. ESTRATEGIAS PARA VENCER LAS BARRERAS DETECTADAS

Las principales barreras detectadas son la falta de aplicación de las leyes forestal y ambiental, la coordinación interinstitucional, el financiamiento, la falta de difusión, concientización y capacitación, la falta de planificación y de un adecuado ordenamiento territorial, para las cuales han sido preparadas estrategias para vencerlas.

#### 3.1 ESTRATEGIAS SECTORIALES

##### *Acerca de la Ley Forestal y reglamentos*

- El Ministerio del Ambiente deberá normar y regular las políticas forestales a nivel nacional y regional. Para el efecto, se deberá impulsar la aprobación de la Ley Forestal y su Reglamento, y generar normativas que instrumentalicen su aplicación y la de otras normas legales relacionadas.

##### *Acerca de los Mecanismos de Financiamiento*

- Buscar mecanismos para el financiamiento de las medidas, mediante la promoción de los productos del bosque.

**Cuadro No. 5: Factibilidad Total de las medidas de mitigación forestal**

| MEDIDAS DE MITIGACIÓN                                    | NIVEL DE VIABILIDAD | NIVEL DE IMPACTOS | VIABILIDAD FINANCIERA | NIVEL DE FACTIBILIDAD |
|--|---------------------|-------------------|-----------------------|-----------------------|
| Cinturones Verdes de Ciudades                            | Alto                | Bajo positivo     | Muy alto              | Alto                  |
| Manejo de Bosques Protectores de Cuencas Hidrográficas   | Medio               | Bajo positivo     | Muy alto              | Alto                  |
| Fortalecimiento del Sistema Nacional de Áreas Protegidas | Alto                | Medio positivo    | Medio                 | Alto                  |
| Plantaciones Forestales Productivas                      | Alto                | Medio positivo    | Medio                 | Alto                  |
| Plantaciones Forestales Protectoras                      | Alto                | Bajo positivo     | Medio                 | Medio                 |
| Manejo Sustentable de Ecosistemas Frágiles               | Medio               | Medio positivo    | Medio                 | Medio                 |
| Fomento de Sistemas Silvopastoriles                      | Medio               | Medio positivo    | Medio                 | Medio                 |
| Fomento de Sistemas Agroforestales                       | Medio               | Medio positivo    | Medio                 | Medio                 |
| Manejo Sustentable de Bosques Nativos                    | Medio               | Medio positivo    | Bajo                  | Medio                 |

- Promover el pago por servicios ambientales, mediante mecanismos de compensación por fijación de carbono.

Con este fin, y siempre que los bosques sean aceptados como sumideros bajo el Mecanismo de Desarrollo Limpio dentro del Protocolo de Kyoto, se deberá generar proyectos que viabilicen el pago de servicios ambientales a través de este Mecanismo.

- Promover, por parte del Estado, la búsqueda de cooperación internacional para la captación de recursos, que permitan reforestar áreas deforestadas y aprovechar en un largo plazo los productos maderables.
- Incentivar la participación de las comunas y agrupaciones campesinas, en el desarrollo de actividades forestales que permitan mejorar sus condiciones socio – económicas.
- Gestionar el canje, compra o condonación de deuda externa, pública o privada, para la generación de fondos que permitan reforestar las áreas degradadas y así mitigar el impacto del cambio climático en el Sector.

#### ***Sobre el Ordenamiento forestal y uso del suelo***

- El Ministerio del Ambiente en coordinación estrecha con las instituciones y comunas involucradas desarrollarán el ordenamiento forestal. Para el efecto se deberá impulsar la aplicación de la Ley Forestal y su Reglamento en el proceso de aplicación del ordenamiento forestal, la organización a las comunas y agrupaciones campesinas en el uso ordenado del suelo.
- Mitigar los procesos erosivos en las áreas de intervención y de esta manera conservar los procesos físicos y bióticos.
- Prevenir los procesos erosivos conservando los bosques de estribaciones, con su efecto sumidero.
- Evitar la superposición de acciones entre las instituciones con el fin de utilizar en forma ordenada los recursos destinados para el manejo y conservación del bosque.

#### ***Realización de actividades de difusión***

- Promover actividades que permitan orientar el desarrollo sostenible y la conservación de la calidad ambiental; entre ellas, actividades de difusión, concientización y capacitación a las comunidades sobre el uso de los bienes del bosque.
- Procurar una adecuada coordinación institucional entre el Ministerio del Ambiente y organizaciones no gubernamentales.

## **3.2 ESTRATEGIAS ESPECÍFICAS**

### **3.2.1 MANEJO FORESTAL SUSTENTABLE DEL BOSQUE NATIVO**

*Aplicar sistemas de manejo sustentable del bosque nativo a fin de conservar los recursos naturales y ambientales y mitigar los efectos del Cambio Climático, al tiempo de buscar el mejoramiento del nivel de vida de los pobladores del campo.*

- Establecer mecanismos para alcanzar un mejor conocimiento de los bienes y servicios del bosque nativo con fines de comercialización y mantener activo el efecto sumidero del bosque.
- Informar y capacitar a las comunidades sobre el valor intrínseco de los productos del bosque, y, difundir a los sectores del comercio y la industria sobre la importancia del uso moderado de los bienes de los bosques nativos.

### **3.2.2 PLANTACIONES FORESTALES PRODUCTIVAS**

*Viabilizar el establecimiento de plantaciones forestales productivas en áreas de aptitud forestal, para potenciar el proceso de fijación de C en su biomasa, a corto y mediano plazo.*

- Establecer mecanismos para superar los obstáculos de orden financiero, técnico, ambiental, operativo y sociocultural, que limitan y dificultan el desarrollo forestal productivo.
- Conseguir un mejoramiento físico, ambiental y biótico de la zona, al utilizar técnicamente los suelos de aptitud forestal, ampliando el rango de fijación de carbono en la zona y generando empleo en el campo.
- Incentivar a los productores forestales para establecer nuevas plantaciones de producción que les permitan obtener su materia prima de manera sostenible.
- Informar a los organismos internacionales de cooperación sobre los beneficios de invertir en nuevas plantaciones forestales en el Ecuador, que permitan aprovechar en un largo plazo los productos maderables del bosque, y obtener una rentabilidad complementaria de la inversión, en relación a la captación de carbono.

### **3.2.3 PLANTACIONES FORESTALES PROTECTORAS**

*Viabilizar el establecimiento de plantaciones forestales de protección de acuerdo al ordenamiento territorial forestal, para mejorar las condiciones ambientales y de biodiversidad, a través del desarrollo de actividades económicamente rentables.*

- Promover por parte del Estado, la cooperación internacional para la captación de recursos que permitan reforestar áreas protectoras deforestadas.
- Establecimiento de una normativa del uso de los beneficios de los bosques protectores por parte del Ministerio del Ambiente.
- Buscar mediante el financiamiento de organismos internacionales, los fondos necesarios para el desarrollo sostenido de las áreas protectoras.
- Difundir entre los organismos internacionales de cooperación, los beneficios de invertir en nuevas plantaciones forestales protectoras en el Ecuador, en lo relativo a la fijación de carbono y al aprovechamiento a largo plazo, de los servicios ambientales del bosque protector; e, informar a los organismos financieros sobre la importancia de conservar los bosques protectores como mecanismo de prevención de desastres.

### 3.2.4 CINTURONES VERDES DE CIUDADES

*Impulsar la formación y conservación de plantaciones forestales en áreas peri - urbanas críticas, en ciudades con alto índice poblacional del país, con la finalidad de minimizar los procesos erosivos y recuperar la estabilidad de las laderas y zonas críticas.*

- Establecer convenios entre el Ministerio del Ambiente y los gobiernos seccionales con el fin de establecer unidades de manejo ambiental local.
- Aplicar la Ley de Gestión Ambiental y su Reglamento, en cuanto a la creación de unidades de manejo ambiental en los gobiernos seccionales y fomentar la implantación del uso de especies forestales en áreas urbanas catalogadas como críticas a fin de prevenir futuros desastres.
- Promover la implantación de especies arbóreas en plazas y avenidas, a través del incentivo a los gobiernos locales para la formación de viveros forestales y la promoción entre la ciudadanía de la importancia del cuidado de las especies implantadas.

### 3.2.5 FORTALECIMIENTO DEL SISTEMA NACIONAL DE ÁREAS PROTEGIDAS. MANEJO SUSTENTABLE DE ECOSISTEMAS FRÁGILES

*Implementación del Plan Estratégico del Sistema Nacional de Áreas Protegidas y la protección de ecosistemas frágiles, mediante la aprobación de un marco legal adecuado, negociación política en los niveles más altos de decisión del Estado y gobiernos seccionales, y, concertación con ONGs y pobladores de áreas rurales circundantes o que habitan en el interior de las áreas protegidas.*

- El Ministerio del Ambiente fortalecerá la capacidad de gestión para el manejo y conservación de los bie-

nes y servicios de las Áreas Protegidas, a través de la promulgación de la Ley de Biodiversidad y la aplicación efectiva de la Ley de Gestión Ambiental y su reglamento.

- Promover una mayor participación de organismos regionales y de las poblaciones circundantes a las Áreas Protegidas, capacitándolas sobre el manejo sostenible de recursos, y promocionando alternativas productivas que minimicen la presión sobre los recursos del bosque.
- Generar un mecanismo legal de desconcentración y/o descentralización, que posibilite la participación de ONGs y organismos regionales en el manejo directo de las áreas protegidas.
- Promover convenios institucionales que permitan ofertar servicios ambientales y mejorar el equipamiento e infraestructura de la administración de las áreas.
- Difundir a nivel internacional, por parte del estado, los servicios ambientales que brindan las áreas protegidas y promover así la inversión nacional e internacional en la administración adecuada de las áreas.

### 3.2.6 MANEJO DE BOSQUES PROTECTORES DE CUENCAS HIDROGRÁFICAS

*Desarrollar Planes de Manejo Sustentable, en bosques protectores, que optimicen las tierras de las cuencas hidrográficas, tomando en consideración su producción, conservación de los suelos y los bosques, así como la regulación de las aguas y fijación de carbono.*

- Manejar la vegetación para minimizar la sedimentación de los ríos y evitar su afectación debida a las obras de infraestructura construidas en lugares cercanos u otro tipo de uso que se dé al suelo (agricultura y/o ganadería).
- El Ministerio del Ambiente, en coordinación estrecha con instituciones afines, organismos seccionales y comunas involucradas, desarrollará un ordenamiento forestal, junto a un Programa de Manejo sustentable del área.

### 3.2.7 SISTEMAS AGROFORESTALES Y SISTEMAS SILVOPASTORILES

*Impulsar la implantación de unidades agroforestales y silvopastoriles en campos agropecuarios, utilizando especies arbóreas de doble propósito, como barreras protectoras (cortinas rompevientos) o sombra o como linderos para mejorar las condiciones ambientales y socio-culturales de las comunas.*

- Seleccionar los sitios para la aplicación del sistema silvopastoril o agroforestal, e incentivar a las comu-

nidades, de acuerdo a su nivel de organización, para el establecimiento de plantaciones como cortinas rompeviento o sombra.

- Desarrollar planes y capacitar a los integrantes de las comunas sobre los beneficios del uso y formación de las cortinas rompevientos.
- Promover el uso de especies forestales forrajeras para alimentación del ganado, estableciendo viveros forestales comunales o individuales con especies forrajeras y cortinas rompeviento o plantaciones en linderos con especies forrajeras.

## 4. PERFILES DE PROYECTOS

Para la implementación de las medidas de mitigación evaluadas, el sector forestal plantea los siguientes perfiles de proyectos.

### 4.1 MANEJO FORESTAL SUSTENTABLE DEL BOSQUE NATIVO DE LOS CHACHI DEL RÍO CAYAPAS

#### *Localización y Cobertura*

Provincia de Esmeraldas, Cantón Eloy Alfaro, Parroquia Borbón, parte alta del Río Cayapas, en un área de 20.000 ha. y una duración de 15 años.

#### *Antecedentes y Justificación*

Ecuador tiene 114.733 Km<sup>2</sup> de bosques nativos, lo que significa el 42% del territorio nacional, la tasa de deforestación anual promedio es de 106.500 ha, la deforestación producida corresponde aproximadamente a bosques nativos húmedos (90%) y bosques nativos secos (10%).

Se estima que el 69.5% de total de emisiones de CO<sub>2</sub> proviene del sector cambio en el uso del suelo y silvicultura; en este porcentaje se incluyen las actividades por el cambio en las existencias en pie de bosques y de otra biomasa leñosa y la conversión de bosques y praderas.

La Etnia Chachi es un pueblo nativo de la Provincia de Esmeraldas que ha sido paulatinamente relegado por colonos mestizos y negros hacia las partes más altas de los ríos en los que se encuentra ubicado; tradicionalmente y por cultura es un pueblo que habita en las riberas de los ríos Cayapas y Onzole, practica un aprovechamiento del bosque y realiza extracción de madera y productos no maderables. En los últimos años ha conseguido adjudicación de sus tierras con lo cual se abre la posibilidad de hacer manejo forestal comunitario.

#### *Objetivo*

Implementar sistemas de manejo forestal sustentable de los bosques nativos para asegurar la conservación

de los recursos naturales y mantener los servicios ambientales a fin de evitar la emisión del carbono y otros gases de efecto invernadero.

#### *Resultados Esperados*

- Manejo forestal sustentable de 20.000 ha. de bosque nativo perteneciente a las comunidades Chachi del Río Cayapas.
- 10 comunidades Chachi capacitadas e involucradas en el manejo forestal sustentable del bosque nativo.
- Condiciones socioeconómicas de las comunidades participantes mejoradas.
- 10 productos no maderables alternativos en aprovechamiento y comercialización.
- 30.000 Ton de carbono almacenadas en el bosque nativo y que no fueron emitidas a la atmósfera.

#### *Costo Global*

El costo total de la inversión es de 1'728.000 USD.

#### *Análisis beneficio/costo*

El Análisis financiero señala que el proyecto es factible de aplicación, la relación beneficio/costo es de 2.19 con una tasa interna de retorno de 13% sin externalidades y 2.28 y 14% respectivamente, con externalidades. En los dos casos la TIR es mayor que la tasa de descuento considerada (12%), lo cual muestra que el proyecto es rentable.

### 4.2 FORTALECIMIENTO DEL SISTEMA NACIONAL DE ÁREAS PROTEGIDAS DEL ECUADOR

#### *Localización y Cobertura*

El proyecto tiene una cobertura nacional puesto que atiende a todo el SNAP. Comprende 4'669.800 ha y tendrá una duración de 30 años.

#### *Antecedentes y Justificación*

Actualmente, el 18% de la superficie total del país, 4'669.800 millones de hectáreas, conforma el Sistema Nacional de Áreas Naturales Protegidas (SNAP), bajo diferentes categorías de manejo como: Parques Nacionales, Reservas Ecológicas, Reservas Biológicas, Reservas Geobotánicas, Reservas de Producción Faunística y Áreas de Recreación (Ministerio del Ambiente, SNAP, 1999) Del total de superficie de áreas protegidas, el 73% está localizado en bosque húmedo tropical y subtropical, el 18% corresponde a bosque seco tropical y el restante 9% se ubica en el Páramo (pastos naturales a más de 3.500 metros sobre el nivel del mar).

La superficie de áreas protegidas que se pierde anualmente, por invasión de colonos que buscan tierras

en donde asentarse o por extracción ilegal de recursos naturales, es de alrededor de 0.5% o sea 23.200 ha anuales; la cubierta vegetal de las áreas protegidas en promedio aproximadamente fija 135 toneladas de carbono por hectárea (Ton/c/ha), por lo que se estaría emitiendo desde el Sistema Nacional de Áreas Protegidas la cantidad de 3'132.000 Ton de carbono anuales.

La medida "Fortalecimiento del Sistema Nacional de Áreas Protegidas" propone un manejo racional y técnico de los recursos naturales para asegurar su permanencia en el tiempo, a la vez que se aprovecha los bienes forestales no maderables de las zonas de uso especial, el turismo ecológico, las actividades recreativas, así como los servicios ambientales que las áreas protegidas proveen. De esta manera, se evitan emisiones de carbono a la atmósfera y se asegura el bienestar de la sociedad.

### **Objetivo**

Preservar y conservar en el Sistema Nacional de Áreas Protegidas, la representatividad de los ecosistemas de más alta biodiversidad y los hábitats de especies amenazadas y en peligro de extinción, mantener las funciones ambientales almacenadas, particularmente el carbono en la biomasa, y elevar el nivel socioeconómico de las comunidades que viven dentro y adyacentes a las áreas protegidas.

### **Resultados Principales**

- Sistema Nacional de Áreas Protegidas del país administrado en forma técnica y eficiente.
- 4'669.800 ha de áreas protegidas bajo programas de manejo en las que se ha logrado conservar la cobertura vegetal y la riqueza biológica
- 93,96 millones de toneladas de carbono almacenadas en las áreas protegidas y que no fueron emitidas a la atmósfera.
- Gran número de comunidades campesinas capacitadas e involucradas en el manejo del SNAP.
- Mejoramiento de las condiciones socioeconómicas de las comunidades participantes.
- Valoración integral del Sistema Nacional de Áreas Protegidas iniciado.

### **Costo Global y Financiamiento**

El costo del manejo sustentable del SNAP es de 325.12 USD/ha, incluyendo el establecimiento y mantenimiento de las instalaciones, la capacitación de las comunidades y el aprovechamiento de productos no maderables alternativos. El costo total de la inversión para 30 años es USD. 1.508'231.680.

El costo presentado es muy alto porque se incluyen todas las áreas protegidas del país. Desde el punto de vista práctico se deberá desglosar el costo para cada una de las áreas a fin de obtener financiamiento particularizado por área.

### **Análisis beneficio/costo**

El análisis financiero señala que el proyecto es factible de aplicación, la relación beneficio/costo es de 1.38 con una Tasa interna de retorno de 9% sin externalidades y, 1.63 y 29% respectivamente con externalidades. En el segundo caso la TIR es mayor que la tasa de descuento considerada (12%), lo cual muestra que el proyecto es rentable considerando externalidades.

## 4.3 MANEJO DE BOSQUES PROTECTORES DE CUENCAS HIDROGRÁFICAS EL CANTÓN PUYANGO

### **Localización y Cobertura**

Provincia de Loja, Cantón Puyango, en una superficie de 10.000 ha. y un periodo de 20 años.

### **Antecedentes y Justificación**

Los bosques protectores en las zonas altas de las cuencas hidrográficas son muy importantes para la protección de los recursos suelo y agua, la generación de servicios ambientales y para integrar a la población al proceso de desarrollo sostenible. Estos bosques cubren un área de 3'213.000 ha, que corresponde al 28% del territorio nacional, localizándose principalmente en las estribaciones de la Cordillera de los Andes.

La colonización espontánea y desordenada destruye anualmente miles de hectáreas de bosques protectores. Al utilizar prácticas agrícolas inadecuadas que erosionan el suelo, disminuyen las corrientes de agua y producen desequilibrios en las zonas altas de las cuencas hidrográficas.

La destrucción de los bosques protectores constituye un significativo aporte a la tasa de deforestación promedio anual que es de 106.500 ha. Con esta tasa de eliminación de bosques se está emitiendo una cantidad de 12'247.500 toneladas anuales de carbono a la atmósfera.

El cantón Puyango, ubicado al sur oeste de la provincia de Loja, está casi totalmente deforestado pues quedan solo pequeños remanentes de bosques nativos protectores que mantienen el régimen hídrico micro-regional.

Las principales poblaciones del Cantón, en las últimas décadas han tenido que soportar problemas por la falta del servicio de agua potable debido a una drástica disminución del caudal de ríos y quebradas.

### **Objetivo**

Proteger y manejar los bosques protectores de las cuencas hidrográficas del Cantón Puyango para mantener el régimen hídrico, la calidad del agua, mantener los suelos y la captación de carbono atmosférico e incorporar a la comunidad organizada en la administración de los bosques y participación de los beneficios socioeconómicos.

### **Resultados Principales**

- Manejo sustentable implementado para 10.000 ha de bosques protectores de las cuencas hidrográficas del cantón Puyango.
- 1.000 ha de bosque protector conservadas en estado natural.
- 105.000 Ton de carbono almacenadas en el bosque nativo no emitidas a la atmósfera.
- 10 comunidades capacitadas e involucradas en el manejo sustentable del bosque protector.
- Mejoramiento de las condiciones socioeconómicas de las comunidades participantes.
- 10 productos no maderables manejados con criterio de sostenibilidad.

### **Costo Global**

El costo total de la inversión para 20 años es de USD.1'796.000.

### **Análisis beneficio/costo**

El análisis financiero señala que el proyecto es factible de aplicación, la relación beneficio/costo es de 2.16 con una Tasa interna de retorno (TIR) de 48% sin externalidades; y, 2.91 y 73% respectivamente, con externalidades.

## **4.4 ESTABLECIMIENTO DE SISTEMAS AGROFORESTALES EN EL CANTÓN EL CARMEN**

### **Localización y Cobertura**

Provincia de Manabí, cantón El Carmen, en un área de 50.000 ha. para un periodo de 15 años.

### **Antecedentes y Justificación**

En el país se han venido realizando algunas plantaciones forestales, en los últimos años en gran escala, pero muchas de ellas no responden a las prioridades del medio, peor aún a las múltiples necesidades que tiene el campesino para obtener beneficios que le permitan mejorar la productividad de su parcela y generar ingresos adicionales. Es así como surge la necesidad de prácticas agroforestales para beneficio familiar rural y obtener productos como: leña, madera, forrajes y frutos. Consecuentemente mejorar el microclima y proteger los cultivos frente a los vientos y heladas.

La agroforestería es una de las mejores alternativas para el manejo sostenido de los recursos naturales, ya que por su multidisciplinaridad intervienen la silvicultura, agricultura, ganadería, economía y sociología, entre otras disciplinas, capaces de resolver los problemas que se suscitan en el campo.

El cantón El Carmen de la Provincia de Manabí dedica gran parte de su territorio a la producción agrícola, cultiva grandes extensiones de banano, plátano, abacá, yuca, maíz, piña, maracuyá y papaya principalmente, donde es notorio la ausencia de árboles. Para mejorar las condiciones de estos agro-ecosistemas andrógenos es muy importante el cultivo de algunas especies de árboles con el fin de proteger los cultivos, mejorar las condiciones del suelo y diversificar la economía de los campesinos.

### **Objetivo**

Combinar los cultivos agrícolas anuales o perennes con plantaciones de algunas especies de árboles a fin de optimizar la producción por unidad de superficie, mantener el reciclaje de nutrientes, mejorar la fertilidad y disminuir la erosión del suelo, respetando las condiciones ecológicas, económicas y sociales de la región.

### **Resultados Principales**

- 3.300 hectáreas anuales de sistemas agroforestales establecidas.
- Disminución de la tasa de erosión de los suelos de sectores agrícolas cantonales.
- Mejoramiento de las condiciones ambientales de 50.00 ha. del cantón El Carmen.
- Mejoramiento de las condiciones socioeconómicas de las familias campesinas.
- Consolidación de las prácticas agroforestales en el campo agrícola del cantón.
- Captación de 1.75 millones de toneladas de carbono de la atmósfera.

### **Costo**

El costo total de la inversión es de USD.4'554.500.

### **Análisis beneficio/costo**

El análisis financiero señala que el proyecto es factible de aplicación, la relación costo/beneficio es de 1.71 con una Tasa interna de retorno (TIR) de 26% sin externalidades y 1.81 y 28% respectivamente con externalidades.

## **4.5 ESTABLECIMIENTO DE SISTEMAS SILVO-PASTORILES EN EL CANTÓN GUAMOTE**

### **Localización y Cobertura**

Provincia del Chimborazo, Cantón Guamote, en un área de 50.000 ha. en un periodo de 15 años.

### **Antecedentes y Justificación**

El sistema pastoril es una práctica aplicada por los pueblos de las zonas tropandinas desde hace siglos; pero en las últimas décadas se ha producido una degradación



de los pastos naturales, por lo que es necesario y conveniente establecer sistemas silvopastoriles que consisten en asociar árboles y/o arbustos con pastos y ganado.

La ganadería con sobre pastoreo durante la estación seca elimina las especies forrajeras importantes dentro de los pastizales, por lo tanto entre las alternativas se ha demostrado lo ventajoso en combinar árboles con pastos para mejorar la productividad del ganado. Los beneficios que ofrecen los árboles en el campo incluyen el ahorro de tiempo en el abastecimiento de leña, conservación de la salud, diversificación de los alimentos, protección para los animales y los cultivos y mejoramiento ambiental.

El cantón Guamote se encuentra ubicado en el centro de la provincia de Chimborazo, tiene una topografía muy accidentada e irregular por lo que gran parte de su territorio está dedicado a la ganadería intensiva; los pastizales están totalmente desprovistos de árboles por lo que el ganado se ve expuesto a los fuertes vientos y heladas que frecuentemente ocurren en el sector.

#### Objetivo

Combinar los pastizales con plantaciones de algunas especies de árboles de uso múltiple a fin de optimizar la producción ganadera, mantener los ciclos de nutrientes, incrementar el carbono almacenado en la biomasa y proteger el suelo, preservando las condiciones ecológicas, económicas y sociales de la región.

#### Resultados Principales

- 3.300 ha de sistemas silvopastoriles establecidas por año.
- Mejoramiento de la capacidad proteínica de los animales.
- 10.000.000 de árboles plantados en los pastizales del cantón Guamote.
- Mejoramiento de la calidad de vida de las comunas
- 1.75 millones de toneladas de carbono capturado de la atmósfera.
- Consolidación de la práctica silvopastoril en el campo pecuario del cantón Guamote

#### Costo Global

El costo total de la inversión para 15 años es de USD.3'184.500.

#### Análisis beneficio/costo

El análisis financiero indica que el proyecto es factible de aplicación por tener una relación costo beneficio de 1.64 y un TIR de 23% sin externalidades; y 1.65 y 23% respectivamente con externalidades.

## 4.6 PLANTACIONES FORESTALES PRODUCTIVAS EN EL CANTÓN BALZAR

### Localización y Cobertura

Provincia del Guayas, cantón Balzar, en un área de 10.000 ha. por el tiempo de 10 años.

### Antecedentes y Justificación

El bosque seco tropical localizado a lo largo de cordón costero e influenciado por la corriente de Humboldt, está constituido por especies tales como ceibo (*Ceiba sp.*), guayacán (*Tabebuia sp.*), algarrobo (*Prosopis sp.*), faique (*Acacia macrantha*), guarango (*Caesalpinia espinosa*), guachapelí (*Albizia guachapele*), fernansanchez (*Triplaris guayaquilensis*), entre otras muchas especies.

El estudio de Evaluación de la Vulnerabilidad de los Ecosistemas Forestales al Cambio Climático propone algunas medidas para enfrentar el cambio climático, entre ellas la ampliación de las áreas de plantaciones forestales productivas.

El cantón Balzar de la provincia del Guayas dedica su territorio principalmente a cultivos perennes de café, cacao y banano y a los pastos para ganadería extensiva, quedando pequeñísimos remanentes de bosque seco tropical muy intervenido en las áreas colindadas. La ganadería tiene baja productividad por lo que se podría promover entre los pequeños propietarios locales las plantaciones forestales de especies madereras valiosas como: cedro, guayacán, ternaunsachea, teca y otras.

### Objetivo

Contribuir al incremento de plantaciones forestales productivas que corresponda con las necesidades de protección, la demanda industrial y artesanal de madera y que contribuya a la captación del carbono y al mejoramiento del nivel de vida de la población rural.

### Resultados Principales

- 10.000 ha de plantaciones forestales productivas establecidas en el cantón Balzar.
- Varias comunidades campesinas capacitadas e involucradas en la producción de plantas y en el establecimiento de plantaciones forestales productivas.
- Una propuesta de incentivos elaborada para el manejo y mantenimiento de los servicios ambientales de las plantaciones forestales protectoras, orientado a pequeños y medianos propietarios.
- Mejoramiento de las condiciones socioeconómicas de las comunidades participantes.

- 1.75 millones de toneladas de carbono captadas de la atmósfera.

#### **Costo Global**

El costo total de la inversión es de USD.1'980.000

#### **Análisis Costo- Beneficio**

El análisis financiero señala que el proyecto es factible de aplicación, la relación beneficio/costo es de 4.23 con una Tasa interna de retorno de 29% sin externalidades y 4.34 y 30% respectivamente con externalidades.

### **4.7 PLANTACIONES FORESTALES PROTECTORAS EN EL CANTÓN BOLÍVAR**

#### **Localización y Cobertura**

Provincia del Carchi, cantón Bolívar en un área de 5.000 ha. por un periodo de 30 años.

#### **Antecedentes y Justificación**

La Sierra es la región más severamente deforestada; la superficie cubierta de bosques nativos alcanza a 794.474 ha., que corresponde al 7% del bosque natural del país.

Desde el inicio de la colonización, la región interandina del Ecuador se constituyó en la zona predilecta para los asentamientos humanos, siendo por lo tanto la región del país donde es más fuerte la presión del hombre sobre los recursos naturales en general y, sobre los bosques naturales y suelos en particular. Actualmente los bosques nativos de la región interandina, prácticamente han desaparecido y los suelos son muy mal utilizados propiciando la aparición de grandes áreas erosionadas o degradadas.

En la provincia del Carchi, al norte del cantón Bolívar existe una gran superficie de suelo desnudo, de aproximadamente 5.000 ha; estos suelos antes fueron tierras cultivadas, pero por la sobre explotación o las malas prácticas agrícolas se convirtieron paulatinamente en tierras marginales, sin cubierta vegetal y muy erosionadas.

El bosque protector de estribaciones, en su estado de madurez, mantiene fijadas alrededor de 105 Ton C/ha, (cantidad promedio de los bosques nativos andinos de estribaciones); esta cantidad fue emitida a la atmósfera al haber eliminado totalmente la cubierta vegetal de estas tierras actualmente erosionadas. Una plantación forestal de protección como la que se planea establecer en el Carchi cumple similares funciones del bosque nativo, protegiendo y recuperando los suelos y el agua, y al final del período de rotación, puede capturar de la atmósfera aproximadamente la misma cantidad de carbono que fue emitida anteriormente.

#### **Objetivo**

Fomentar el establecimiento de plantaciones forestales protectoras con objetivos definidos de utilización y aprovechamiento orientados hacia la protección del sue-

lo, agua y el mantenimiento de las funciones ecológicas como el almacenamiento de carbono y a la vez la satisfacción de las necesidades socioeconómicas de las comunidades locales.

#### **Resultados Principales**

- 5.000 ha plantadas sobre terrenos degradados de la parroquia urbana Bolívar.
- Al menos 10 comunidades campesinas capacitadas e involucradas en la producción de plantas y en el establecimiento de plantaciones forestales protectoras.
- Mejoramiento de las condiciones socioeconómicas de las comunidades participantes.
- 525.000 Ton de carbono almacenadas en las plantaciones forestales protectoras.

#### **Costo Global**

El costo total de la inversión es de USD.70'949.000.

#### **Análisis beneficio/costo**

El Análisis financiero señala que el proyecto es factible de aplicación. La relación beneficio/costo es de 1.39 con una Tasa interna de retorno de 21% sin externalidades y 1.39 y 21% respectivamente, con externalidades.

### **4.8 CINTURÓN VERDE DE LA CIUDAD DE GUAYAQUIL**

#### **Localización y Cobertura**

Provincia del Guayas, cantón Guayaquil, con un área de 400 ha. y un periodo de 15 años.

#### **Antecedentes y Justificación**

En el año 1962 residían en el campo el 68 % de la población, pero en 1990 disminuyó al 45%, lo que indica un incremento creciente de la población urbana, y se prevé continúe en aumento la migración rural y la formación de centros poblados.

Es necesario implementar cinturones verdes (plantaciones de protección), en áreas circundantes a los sectores poblados utilizando especies forestales nativas que minimicen los procesos erosivos en laderas, que por acciones inadecuadas del hombre se ha deteriorado el ambiente original, se ha alterado el paisaje del Sector y disminuido los servicios ambientales del bosque y consecuentemente su capacidad mitigadora de gases de efecto invernadero.

En los parques de las ciudades, en las avenidas y en los alrededores de las casas se puede incrementar el número y variedad de especies que se utilizan para la ornamentación. También en los jardines botánicos y arboretos deben incluirse especies nativas de importancia para conocimiento del público.

Guayaquil es la ciudad más grande del Ecuador con aproximadamente 2.5 millones de habitantes y tiene el parque industrial más grande del país. La formación del cinturón verde es una necesidad vital para sus pobladores, ya que por su crecimiento poblacional y del parque automotriz generan un alto volumen de emisiones de gases que se incrementa a un ritmo acelerado, por lo que es imperioso iniciar un programa de plantación de las áreas periurbanas estratégicas de la ciudad.

### **Objetivo**

Incrementar la formación y conservación de un cinturón verde como área protectora circundante de la ciudad de mayor población del país, así como el fomento de la arborización urbana para mitigar los efectos de la acumulación de gases de efecto invernadero.

### **Resultados Principales**

- 400 ha. de plantaciones forestales protectoras forman el cinturón verde de la ciudad.
- Obras de interés local y nacional ubicadas junto al cinturón verde de protección.
- Áreas de recreación y educación ambiental establecidas
- 42.000 toneladas de carbono capturadas de la atmósfera de la ciudad.

### **Costo Global**

El costo total de la inversión es de USD. 111.056

### **Relación beneficio/costo**

El proyecto tiene alta viabilidad, con un valor neto positivo de USD. 558 y una tasa interna de retorno del 21%, indicadores que pueden subir significativamente con una valoración adecuada de los servicios ambientales.

## **5. ASPECTOS INSTITUCIONALES**

Para la implementación de las medidas y la aplicación de las estrategias propuestas, es necesario contar con el esfuerzo conjunto y coordinado de varias organizaciones públicas y privadas.

Los principales protagonistas serán el Ministerio del Ambiente y el Comité Nacional del Clima, con una estrecha cooperación del Ministerio de Agricultura y Ganadería y de los organismos seccionales (Municipios y Consejos Provinciales).

Las ONG's y agencias de desarrollo con capacidad administrativa y técnica comprobadas, así como las Comunidades campesinas participarán activamente. El Sector Privado estará representado por las empresas forestales y los agricultores, entre otros.

## **II B SECTOR ENERGÉTICO**

### **1. CARACTERÍSTICAS GENERALES DEL SECTOR**

Las condiciones actuales dejan de manifiesto que efectivamente estamos inmersos en una verdadera crisis ecológica que obliga a que la Humanidad tome conciencia de que no se puede quemar todo el material energético fósil existente (petróleo, gas natural y carbono), si no se quiere producir cambios ecológicos irreversibles y peligrosos para la existencia de la vida misma en la Tierra.

Reducir en una proporción considerable las emisiones netas de los gases de efecto invernadero es técnicamente posible y económicamente factible. Particularmente en el Sector Energético, la promoción de las energías renovables, el uso eficiente de la energía y el empleo de tecnologías y procesos limpios constituyen los mecanismos más idóneos para reducir este tipo de emisiones.

Ecuador cuenta con importantes recursos energéticos renovables y no renovables, entre los que se destacan las energías solar e hidráulica, por el gran potencial que presentan y el petróleo, por ser la principal fuente de ingresos de divisas del país.

La hidroelectricidad es la fuente de energía más rica como recurso, sin embargo de lo cual su participación en el balance de energía es muy reducida.

La ubicación geográfica del Ecuador confirma las grandes posibilidades de aprovechamiento de la energía solar, existiendo muchas zonas en las que se presentan importantes niveles de radiación que se hallan en el orden de 3 a 4 kWh/m<sup>2</sup>-día e incluso mayores. Existen regiones en las que los altos niveles de nubosidad afectan el aprovechamiento de este recurso, sin dejar por ello de ser factible el uso de esta energía.

La disponibilidad del recurso eólico es de carácter localizado, pues si bien existen áreas del país en donde se presentan altas velocidades de viento (3-8m/s), es necesario para su aprovechamiento energético que también exista continuidad en las corrientes. La poca información que se tiene respecto al potencial existente, son algunas de las causas principales para que en el país no se haya alcanzado un desarrollo significativo y una aplicación real de este recurso.

El potencial energético derivado de la biomasa ha sido estimado en función de la existencia de 4.2 millones de hectáreas de bosque productor accesible, 78 mil hectáreas de plantaciones forestales y una producción anual superior a los 2 millones de toneladas métricas de residuos agrícolas, conforme a los estudios realizados por la

Comisión Asesora Ambiental en 1995. La información anterior no registra el potencial de biogás derivado de los diferentes tipos de residuos orgánicos.

En cuanto a los recursos no renovables, de acuerdo a algunos estudios se estima que las reservas probadas remanentes del petróleo alcanzarían para 15 -20 años más, con la tasa de explotación actual de este recurso, mientras que el potencial proveniente del carbono mineral aún es incierto y la explotación de este recurso con fines energéticos inexistente, no obstante de que existen yacimientos de carbono bituminoso y subbituminoso en el país.

Cabe señalar, respecto a la demanda de energía en Ecuador, un aspecto que preocupa desde el punto de vista estratégico y ambiental: el predominio de los derivados del petróleo es una característica que se ha mantenido por más de dos décadas, con variaciones mínimas en la participación, sin existir evidencias claras de que la electricidad u otro energético, pueda en el futuro reemplazar significativamente a esta fuente.

Entre los sectores consumidores sobresale el transporte, tanto por los altos ritmos de crecimiento, cuanto por su participación en la estructura porcentual del consumo de alrededor del 40%. El Sector Residencial ocupa el segundo lugar en su participación en el consumo de energía con el 26% (cabe resaltar que la mayor proporción del consumo residencial corresponde a la demanda energética de las áreas rurales, debido al consumo de leña). Al Sector Industrial le corresponde el 20% del consumo final energético, lo cual en cierta forma, es un reflejo del grado de industrialización del país. El Sector Servicios, representa el 6% de la demanda total a nivel nacional y los sectores de Agricultura, Pesca y otros alcanzan alrededor del 9%.

Por lo expuesto y en consideración a que el consumo energético del país se sustenta preponderantemente en los hidrocarburos, recursos naturales no renovables, es imperioso que el país desarrolle programas sobre uso eficiente de los hidrocarburos, la electricidad y otros recursos energéticos, la diversificación y el aprovechamiento de fuentes renovables de energía, a fin de mantener una importante reserva para el consumo interno y un excedente exportable de petróleo por un lado, y por otro contribuir a proteger el ambiente, y especialmente al esfuerzo mundial de limitar las emisiones de gases de efecto invernadero.

Desde el punto de vista ambiental, en la actualidad los países industrializados son los que emiten más del 70% de las emisiones de bióxido de carbono, principal causa del calentamiento global de la atmósfera y el 90% de los productos cloro - fluoruro - carbono, destructores de la capa de ozono, mientras América Latina sólo produce el 4% de las emisiones globales de dióxido de carbono. Sin embargo, no se puede ignorar que la demanda de energía crecerá más rápido en los países en desarrollo, aumentando su responsabilidad en la emisión de contaminantes y, además, de que los efectos del Cambio

Climático afectan a todos los países y con mayores problemas a los subdesarrollados.

Por otra parte, si bien la mayoría de los problemas ambientales de los países en desarrollo como Ecuador se originan más en las mismas características de subdesarrollo y pobreza que en la explotación y en el consumo de los recursos energéticos naturales, la responsabilidad del sistema energético del país como un todo en el efecto invernadero va a crecer substancialmente en el futuro cercano debido al crecimiento poblacional y a las metas de desarrollo socioeconómico.

## 2. DESCRIPCIÓN DE LAS MEDIDAS DE MITIGACIÓN Y EVALUACIÓN DE LOS IMPACTOS AMBIENTALES Y SOCIO-ECONÓMICOS DE SU IMPLEMENTACIÓN

La implementación de las medidas de mitigación de gases de efecto invernadero provenientes del Sector Energético, presentan la posibilidad de conciliar los retos del desarrollo socioeconómico del país con la necesidad de preservación del ambiente, generando a su vez grandes beneficios para el país como son:

- La aplicación del uso eficiente de la energía a lo largo de la cadena energética.
- La optimización de los sistemas de generación, transformación y distribución de la energía eléctrica.
- La Implementación de programas de administración de la demanda de la energía eléctrica y ahorro de energía.
- El fomento en la diversificación energética, mediante el uso de fuentes alternas de energía.
- Descentralización, diversificación y/o sustitución de fuentes de energía.
- La reducción de otros impactos ambientales, provocados por los diversos sectores tanto desde el punto de vista de Demanda como de Oferta de Energía.

Dentro de este contexto, en el presente estudio, el análisis del Sector Energético se lo ha desarrollado en los sectores principales de la oferta y la demanda.

### 2.1 DESCRIPCIÓN DE LAS MEDIDAS DE MITIGACIÓN

Para el análisis de las medidas en el marco del presente estudio se partió del listado general de medidas de mitigación citadas en el “Estudio de Cambio Climático en el Ecuador, Mitigación de gases de efecto invernadero Sector Energético” y de otras medidas que actualmente se consideran factibles de ejecutar.

La preselección de las medidas se basó en criterios de la factibilidad técnica y económica para su ejecución y de su efectividad para abatir las emisiones gaseosas del Sector Energético, así como en las prioridades a nivel nacional y sectorial relacionadas a la energía como un factor de desarrollo socioeconómico en el país (cuadro 6).

### 2.1.1 SECTOR OFERTA

#### Generación de energía mediante pequeñas centrales hidroeléctricas

Desarrollar, como parte de un programa de Energización Rural, pequeñas centrales hidroeléctricas, en los casos en los cuales los estudios previos se encuentren en la fase de factibilidad o en una más avanzada y, por lo tanto, sean susceptibles de ser construidas en el corto plazo.

#### Reducción de pérdidas en el Sector Eléctrico

Reducir los niveles de pérdidas en la fase de distribución de electricidad, tanto de las no técnicas (o negras) para lograr el aumento de la facturación de energía eléctrica por parte de las empresas de distribución, como de las de carácter técnico que implican la disminución de la generación de electricidad (menor capacidad instalada) o incremento de la energía disponible.

#### Aprovechamiento del gas natural asociado de los campos petroleros de la zona nororiental del Ecuador

Lograr un mayor aprovechamiento del gas natural asociado, mediante el empleo más racional de este recur-

so de carácter agotable, de tal manera de lograr la reducción de las emisiones atmosféricas derivadas de la quema o venteo del gas asociado, así como la disminución de las importaciones de Gas Licuado de Petróleo (GLP) con el consiguiente ahorro de divisas para el país.

### 2.1.2 SECTOR DEMANDA

En el lado de la demanda energética, se analizaron medidas de eficiencia en el uso de la energía, aprovechamiento de fuentes renovables y sustitución de fuentes energéticas en los sectores Residencial, Comercial y Servicios, Transporte, Industrial y Agrícola, bajo la óptica de su efectividad para abatir las emisiones gaseosas de efecto invernadero y reducir otros impactos ambientales asociados al uso de la energía en cada uno de estos sectores.

Se consideró siempre, como un factor clave para definir las prioridades, el aporte de cada una de estas medidas energéticas al desarrollo socioeconómico sustentable en el país.

#### Sustitución de lámparas incandescentes por luminarias más eficientes, para los abonados residenciales

Sustituir a nivel nacional las lámparas incandescente de 100W por luminarias más eficiente (fluorescente compacta de 20W), con lo que se alcanzan ahorros en el consumo de energía de alrededor del 75-80% lo que, a su vez, significa disminuir la potencia de generación eléctrica térmica y las consiguientes emisiones de gases de efecto invernadero, especialmente en las horas de punta de la curva de carga del Sector Eléctrico.

CUADRO No. 6: Medidas de mitigación energética priorizadas

| SUBSECTOR                                 | MEDIDA   |
|---|--|
| <b>OFERTA</b>                             |  |
| Eléctrico                                 | Generación de energía mediante pequeñas centrales hidroeléctricas<br>Reducción de pérdidas en el Sector Eléctrico  |
| Hidrocarburiífero                         | Aprovechamiento del gas natural asociado de los campos petroleros de la zona nororiental del Ecuador   |
| <b>DEMANDA</b>                            |  |
| Residencial                               | Sustitución de lámparas incandescentes por luminarias más eficientes para los abonados residenciales.<br>Uso de la energía solar para calentamiento de agua.<br>Electrificación rural con energía solar fotovoltaica.<br>Promoción y difusión de estufas mejoradas en el Sector Rural. |
| Comercial y Servicios Públicos y Privados | Sustitución de luminarias en alumbrado público.<br>Sustitución de lámparas incandescentes por luminarias más eficientes en los sectores Comercial y de Servicios.  |
| Industrial<br>Transporte<br>Agrícola      | Optimización de la combustión de las calderas para generar vapor.<br>Conversión de vehículos a Gas Natural Comprimido.<br>Programa de biogas para el Sector Agrícola y Ganadero del país.  |

### **Uso de la energía solar para calentamiento de agua**

Promocionar e instalar sistemas solares de calentamiento de agua en las provincias de la Sierra del Ecuador, lo que significa disminuir el requerimiento de generación térmica y de gas licuado de petróleo, con lo que se logra una considerable disminución de emisiones de gases de efecto invernadero.

### **Electrificación rural con energía solar fotovoltaica**

Instalar sistemas fotovoltaicos para viviendas y servicios básicos del Sector Rural, en donde la dotación del servicio eléctrico de las redes de distribución se configura técnicamente compleja y económicamente onerosa.

### **Promoción y difusión de estufas mejoradas en el Sector Rural**

Impulsar, a nivel nacional, en las zonas rurales, la construcción de fogones mejorados y la difusión de prácticas ahorradoras de leña, de tal forma que se contribuya a la reducción de las emisiones de gases de efecto invernadero y al ahorro de leña (disminución de la deforestación).

### **Sustitución de luminarias en alumbrado público**

Sustituir las luminarias de alumbrado público de mercurio por las lámparas de vapor de sodio de alta presión, con lo cual se lograría la reducción de emisiones de gases de efecto invernadero producto de la menor generación térmica en las horas pico, lo que significa también un ahorro de energía y de potencia eléctrica.

### **Sustitución de lámparas incandescentes por luminarias más eficientes en los sectores Comercial y de Servicios**

Sustituir los focos incandescentes de 100W por lámparas fluorescentes compactas de 20W en los sectores Comercial y Servicios, con lo cual se conseguiría reducir emisiones de gases de efecto invernadero, un ahorro de energía para los usuarios y un ahorro de potencia para el Sistema Eléctrico.

### **Optimización de la combustión de las calderas para generar vapor**

La medida consiste en optimizar, en el Sector Industrial y a nivel nacional, la combustión en calderas industriales que consumen diesel y búnker para generar vapor, a través de la instalación de economizadores y controles automáticos, con lo cual se conseguiría un ahorro de combustibles y la consecuente reducción de emisiones de GEI.

### **Conversión de vehículos a gas natural comprimido (GNC)**

Sustituir los combustibles tradicionales por gas natural en vehículos, mediante la conversión de taxis y buses destinados a la transportación pública, con lo que se lograría una mejor eficiencia vehicular y la reducción de gases de efecto invernadero.

### **Programa de biogas para el Sector Agrícola y Ganadero del país**

Instalar biodigestores, con fines de generar biogas para su utilización en usos domiciliarios o en procesos productivos, lo que permitirá sustituir el uso de combustibles fósiles reduciendo, de esta forma, la emisión de efluentes contaminantes al ambiente.

## **2.2 EVALUACIÓN DE LOS IMPACTOS**

De los resultados del análisis de la evaluación de impactos ambientales, económicos y sociales de la implementación de las medidas de mitigación al Cambio Climático en el Sector Energético, (Cuadro 7), se puede observar que las medidas fueron seleccionadas y priorizadas en función de la viabilidad de la evaluación de impactos ambientales y socio-económicos y del análisis beneficio/costo cuantitativo.

Las medidas que fueron evaluadas en el marco del presente estudio, presentan una alta compatibilidad con los planes y leyes de los sectores Energético y del Ambiente y los esfuerzos internacionales del país bajo las temáticas de desarrollo sustentable, Cambio Climático y tecnologías limpias.

En cuanto a barreras de tipo institucional, tecnológico y sociocultural, existentes para su implementación, los resultados demuestran que la mayoría de las medidas presentan un índice de barreras bajo.

Como se puede apreciar, se obtiene un índice de viabilidad (IV) alto para todas las medidas, lo cual indica que las medidas seleccionadas son viables de ser implementadas.

Con relación a los Índices Ponderados Ambiental y Socioeconómico de las medidas, (Iap) e (Isp), respectivamente, los resultados demuestran que los impactos ambientales son positivos altos y medios para las medidas con mayor posibilidad de contribuir a abatir las emisiones gaseosas de efecto invernadero y de otros impactos ambientales asociados a la explotación, producción y uso de derivados del petróleo, así como a la generación y usos de la electricidad, cuya reducción conlleva beneficios relacionados con la salud y el entorno ambiental.

Desde el punto de vista socioeconómico las medidas que presentan un mayor índice ponderado socioeconómico son aquellas cuya ejecución contribuye a elevar los niveles de vida de la población beneficiaria y al desarrollo sustentable y socioeconómico en general.

Con relación al análisis financiero de los proyectos elaborados en el marco del presente estudio, se debe indicar que la mayoría de los índices económicos beneficio/costo ( sin externalidades y beneficios ambientales) de los mismos, son igual o mayor que uno, cumpliendo con ello los criterios de evaluación económica de proyectos que demuestran la viabilidad de su implementación.

**Cuadro No. 7: Análisis integrado de medidas de mitigación en el sector energético.**

| MEDIDA/INDICE  | Iv   | Iap               | Isp               | B/C  |
|--|------|-------------------|-------------------|------|
| <b>SECTOR OFERTA<br/>SECTOR ELECTRICIDAD</b>                   |      |                   |                   |      |
| Generación de energía mediante pequeñas centrales hidráulicas. | Alta | Moderado positivo | Moderado positivo | 1    |
| Reducción de pérdidas eléctricas.                              | Alta | Alto positivo     | Medio positivo    | 1.71 |
| <b>SECTOR PETROLEOS</b>  |      |                   |                   |      |
| Recuperación de GLPa partir del gas natural asociado.          | Alta | Alto positivo     | Medio positivo    | 2.5  |
| Generación de electricidad mediante el empleo de gas natural.  | Alta | Medio positivo    | Medio positivo    | 1.3  |
| <b>SECTOR DEMANDA<br/>SECTOR RESIDENCIAL</b>                   |      |                   |                   |      |
| Sustitución de luminarias incandescentes                       | Alta | Medio positivo    | Medio positivo    | 2.79 |
| Uso de la energía solar para calentamiento de agua.            | Alta | Moderado positivo | Moderado positivo | 1.62 |
| Electrificación rural con energía solar fotovoltaica.          | Alta | Moderado positivo | Moderado positivo | 0.2  |
| Promoción y difusión de estufas mejoradas en el Sector Rural.  | Alta | Moderado positivo | Medio positivo    | 9    |
| <b>SECTOR COMERCIAL Y SERVICIOS</b>                            |      |                   |                   |      |
| Sustitución de luminarias en Alumbrado Público.                | Alta | Moderado positivo | Moderado positivo | 1.96 |
| Sustitución de luminarias incandescentes.                      | Alta | Moderado positivo | Moderado positivo | 2.79 |
| <b>SECTOR INDUSTRIAL</b>                                       |      |                   |                   |      |
| Optimización de la combustión en calderas. Alta                |      | Moderado positivo | Moderado positivo | -    |
| <b>SECTOR TRANSPORTE</b>                                       |      |                   |                   |      |
| Uso de GNC en vehículos.                                       | Alta | Moderado positivo | Moderado positivo | 1.05 |
| <b>SECTOR AGRÍCOLA Y GANADERO</b>                              |      |                   |                   |      |
| Programa de Biogas.  | Alta | Moderado positivo | Medio positivo    | 1    |

### 3. ESTRATEGIAS PARA VENCER LAS BARRERAS DETECTADAS

De los análisis de viabilidad, de las evaluaciones de impactos ambientales y socioeconómicos de la implementación de las medidas de mitigación, así como de los correspondientes análisis financiero-ambientales, se detectaron una serie de barreras que dificultan y han dificultado permanentemente, en el Ecuador, la ejecución de las medidas.

Las barreras principales detectadas son de tipo regulatorio y normativo, de capacidad nacional (coordinación institucional, capacidad técnica, concientización, educación y hábitos), de financiamiento e incentivos.

Como una respuesta a esta problemática, se han detectado y propuesto un conjunto de estrategias orientadas a “romper” esas barreras y, de esta forma, abrir el camino para que las medidas y los proyectos derivados de las mismas tengan una mayor posibilidad de ejecutarse.

#### 3.1 ESTRATEGIAS SECTORIALES

*Incluir en la reglamentación del Sector Energético y en particular en la Ley de Régimen del Sector Eléctrico, aspectos relacionados a la aplicación del uso eficiente de la energía y al fomento de las fuentes renovables de energía.*

- Elaborar la reglamentación que en forma explícita permita la aplicación de las Leyes del Sector Energético, en general, y Ley de Régimen del Sector Eléctrico, en particular en lo relacionado al fomento de las fuentes renovables de energía.
- Incluir en el marco legal regulatorio del Sector Energético y Eléctrico, la aplicación del uso racional de la energía como un instrumento de política orientado a mejorar la eficiencia energética y la preservación del ambiente.
- Considerar en la reglamentación correspondiente, instrumentos de carácter fiscal y tributario como exenciones en aranceles para la importación de equipos y materiales destinados al aprovechamiento de las fuentes renovables y uso racional de la energía en toda la cadena energética (oferta y demanda).
- Incluir en la reglamentación correspondiente del Sector Energético, la obligación de ejecutar acciones permanentes sobre energía y medio ambiente, en empresas industriales y servicios públicos y privados (transporte, hoteles, hospitales, etc.) de alto consumo energético.
- Impulsar el establecimiento de sistema de etiquetado de equipos energéticos que informe al usuario sobre el consumo de energía y los niveles de eficiencia.

*Fortalecer la capacidad institucional de Sector Energético para enfrentar la problemática relacionada con el Cambio Climático y la preservación del medio ambiente.*

- Establecer funciones específicas en el Sector Energético relacionadas al Cambio Climático.
- Fortalecer las funciones de uso racional de la energía, el aprovechamiento de las fuentes renovables y limpias y la protección del ambiente.
- Impulsar acciones de capacitación, entrenamiento y transferencia tecnológica en el Sector Energético sobre temas relacionados a la energía, ambiente y Cambio Climático.

*Identificar, analizar y ejecutar en forma permanente en el Sector Energético, acciones y/o actividades orientadas a enfrentar la problemática relacionada con el Cambio Climático y la preservación del ambiente.*

- Elaborar y difundir el inventario de gases de efecto invernadero provenientes del Sector Energético.
- Realizar estudios de diagnóstico y/o auditoría energética, prospectiva, uso racional de la energía, aprovechamiento de los recursos renovables y tecnologías limpias.
- Analizar medidas y elaborar perfiles de proyectos orientados a alcanzar objetivos de interés nacional y que además contribuyan a la reducción de emisiones gaseosas de efecto invernadero.
- Ejecutar y/o coordinar la ejecución de acciones y/o actividades que contribuyan entre otros objetivos a enfrentar la problemática relacionada con el Cambio Climático y el ambiente.

*Gestionar la cooperación técnica nacional e internacional para enfrentar la problemática relacionada al Cambio Climático y la preservación del medio ambiente.*

- Impulsar acciones y/o actividades de cooperación técnica orientadas a fortalecer la capacidad nacional para el análisis y ejecución de proyectos relacionados al Cambio Climático en el Sector Energético.
- Fortalecer la capacidad del país para la elaboración, presentación y negociación de proyectos en el Sector Energético, bajo la temática de Cambio Climático, desarrollo sustentable, mecanismo de desarrollo limpio, etc.
- Gestionar la cooperación técnica y financiera para la ejecución de proyectos en el Sector Energético.
- Incluir en los planes y programas de los sectores Energético y ambiental acciones que viabilicen el uso eficiente de los recursos energéticos.
- Realizar estudios de diagnóstico y encuestas sobre los usos finales de la energía en los diferentes sectores

de consumo, a fin de identificar el potencial técnico y económico del ahorro de energía y la reducción de impactos ambientales que se podría alcanzar en cada uno de ellos.

- Analizar e identificar acciones y políticas que permitan la aplicación del uso racional de la energía en toda la cadena energética.
- Establecer acciones de auditoría y certificación energética para los diferentes sectores de consumo, relacionadas a normalización y estandarización de los equipos consumidores de energía, normas de uso eficiente de la energía para viviendas, edificios, instalaciones comerciales e industriales, etc.
- Analizar e identificar los mecanismos y/o instrumentos fiscales que incentiven y/u obliguen a los productores y usuarios de la energía a considerar la diversificación energética, el uso eficiente de la energía y el uso de tecnologías limpias.

*Fomentar el aprovechamiento de las fuentes renovables de energía, el uso de tecnologías limpias y la preservación del ambiente.*

- Realizar estudios sobre potenciales alternativas técnicas y políticas energéticas, ambientales y fiscales que permitan fomentar la diversificación energética y el uso de tecnologías limpias.
- Desarrollar programas de difusión, promoción y asesoramiento técnico
- Identificar, analizar y ejecutar medidas y proyectos en el Sector Energético, que contribuyan con los objetivos de desarrollo sustentable, Cambio Climático y tecnologías limpias del país.

*Emprender en un Programa de Normalización Energética que considere el uso eficiente de la energía en la fabricación y/o importación de equipos consumidores de energía, en programas de vivienda, instalaciones industriales, comerciales, etc., así como la normalización de sistemas para el aprovechamiento de las energías renovables.*

- Establecer normas técnicas referentes a equipos energéticos eficientes y de uso de energías alternativas, de conformidad con las entidades relacionadas con esta temática (Instituto Ecuatoriano de Normalización - INEN, CONELEC, Ministerio de Energía y Minas, empresas fabricantes de equipos, Municipios y otros).
- Coordinar con los Centros de Educación Superior acciones relativas a la investigación y elaboración de normas para el uso eficiente de la energía en los diferentes sectores de consumo.
- Incorporar dentro de los objetivos nacionales la calidad y eficiencia de los servicios públicos.
- Difundir la Ley de Defensa del Consumidor a través de la cual se exija el uso de equipos eficientes, pro-



gramas de mantenimiento, estrategias administrativas y de planificación en los servicios públicos (Transporte, Alumbrado Público, etc.).

- Incluir en los objetivos nacionales los conceptos de calidad en los servicios públicos relacionada con el componente energético desde el punto de vista de uso racional de la energía, fuentes alternativas de energía y preservación del ambiente.

*Crear y/o fortalecer un centro de información y de asistencia técnica sobre el aprovechamiento de las fuentes renovables de energía y sus aplicaciones prácticas, la aplicación de la eficiencia energética y ambiente.*

- Elaborar y difundir trípticos, folletos sobre uso racional de la energía, energías alternativas y sus aplicaciones prácticas, diseño, construcción, instalación y operación de equipos y sistemas (calentamiento de agua, fotovoltaicos, eólicos, etc.).
- Crear una base de datos y establecer una red de información sobre eficiencia energética, fuentes renovables de energía y sus aplicaciones a nivel nacional, así como energía - ambiente.
- Difundir posibilidades de desarrollo y financiamiento de proyectos y acciones en el Sector Energético bajo la temática de Cambio Climático, desarrollo sustentable y Mecanismos de Desarrollo Limpio.
- Difundir información precisa sobre las alternativas tecnológicas y su factibilidad de implantación, las características del grupo de beneficiarios y el proceso que se requiere realizar para lograr los objetivos y metas de los proyectos de energización rural.

*Fortalecer la capacidad técnica nacional a nivel de consultoría y servicios sobre uso eficiente de la energía, energías renovables, ambiente y tecnologías limpias.*

- Impulsar a través de centros de educación superior acciones (cursos, postgrados, maestrías, seminarios talleres, etc.), orientadas al fortalecimiento de la capacidad profesional en el uso racional de la energía, energías renovables y temas afines.
- Incluir en el pênsum de estudios de los diferentes niveles de educación (primaria, secundaria y universitaria), temas sobre el uso racional de la energía y el aprovechamiento de fuentes renovables y limpias.
- Impulsar y desarrollar programas de capacitación y transferencia tecnológica sobre uso racional de la energía y el ambiente, con la participación activa del Estado, los centros de educación superior, gremios de profesionales, cámaras de industriales, cámaras de la construcción, etc.

*Crear un mercado de eficiencia energética, dentro de un enfoque más competitivo.*

- Impulsar acciones que permitan un nivel adecuado de coordinación entre los diferentes protagonistas

para la aplicación del uso racional de la energía (órganos reguladores, empresas eléctricas, clientes, proveedores de bienes y servicios, etc.) buscando una efectiva sinergia y compartir proporcionalmente los beneficios resultantes.

- Fortalecer la capacidad técnica nacional en servicios y consultoría sobre eficiencia energética y el ambiente.
- Fomentar el establecimiento de estrategias para el financiamiento de proyectos de Uso Racional de Energía, y el uso de mecanismos como la “Contratación por desempeño” (financiamiento a través de terceras persona), usada frecuentemente para el financiamiento de proyectos relacionadas con la conservación y el uso eficiente de la energía.
- Impulsar acciones de eficiencia energética bajo la modalidad del sistema Leasing (arrendamiento mercantil).

*Emprender en Programas de promoción, difusión e información sobre el uso racional de la energía, ambiente y uso de tecnologías limpias.*

- Sensibilizar a todo nivel (consumidores, productores, autoridades, legisladores, etc.) sobre el uso racional de la energía y el aprovechamiento de las fuentes de energía renovable.
- Realizar estudios, encuestas sobre usos finales de la energía y consumo energético, respectivamente, en los diferentes sectores.
- Realizar diagnósticos y estudios de potencial de ahorro de energía y reducción de emisiones de gases de efecto invernadero y otros impactos ambientales, en los diferentes sectores.
- Canalizar a través del Estado, recursos financieros provenientes de fuentes nacionales e internacionales bajo la temática de Cambio Climático, Desarrollo Sustentable, tecnologías limpias, etc., que permitan la ejecución de acciones de promoción, difusión e información.

*Llevar a cabo un proceso de concientización, educación y cambio de hábitos orientados a crear una cultura de ahorro de energía y formar una nueva generación de consumidores de energía con buenos hábitos de consumo.*

- Lograr la concientización y educación sobre el uso racional de la energía a través de acciones sostenidas de difusión (campañas publicitarias), información (campañas demostrativas) y educación, orientadas al cambio de hábitos y a crear una cultura de ahorro de la energía.
- Ejecutar campañas publicitarias que permitan orientar adecuadamente al consumidor sobre la problemática energética y ambiental del país y difundir medidas prácticas de ahorro de energía eléctrica,

orientadas a preservar los recursos naturales no renovables, proteger el ambiente (reducción de emisiones gaseosas) e incrementar la competitividad del país, etc.

- Impulsar una campaña educativa con el fin de formar en el Ecuador una nueva generación de consumidores de energía, con buenos hábitos de consumo, incluyendo esta temática en el Programa de la Reforma Curricular de la Educación Básica, cuyo efecto irá llegando desde las escuelas hacia los hogares en forma paulatina y reeducando a la población adulta.
- Realizar campañas demostrativas - informativas orientadas a difundir los beneficios del uso racional de la energía, en los diferentes sectores de la oferta y demanda de energía.

## 3.2 ESTRATEGIAS ESPECÍFICAS

### 3.2.1 SECTOR OFERTA

#### 3.2.1.1 GENERACIÓN DE ENERGÍA MEDIANTE PEQUEÑAS CENTRALES HIDROELÉCTRICAS

*Emprender en programas de energización rural en los cuales se considere el aprovechamiento del recurso hídrico a pequeña escala.*

- Impulsar, con la participación del sector privado, la implementación de proyectos de pequeñas centrales hidroeléctricas cuyos estudios tienen un grado de avance significativo (pre y factibilidad) y, que demuestran que su ejecución es viable desde el punto de vista técnico y económico.
- Considerar en la reglamentación del Sector Eléctrico, una tarifa mínima garantizada para los proveedores de electricidad a partir de pequeñas centrales con energías renovables.
- Fomentar el desarrollo de proyectos hidroeléctricos a pequeña escala, para dotar de energía eléctrica a comunidades alejadas de las redes eléctricas de distribución, cuya implementación no sea rentable para el sector privado, mediante el uso de recursos del Fondo de Electrificación Rural Urbano Marginal (FERUM) y la participación activa de la población beneficiaria.
- Conformar microempresas eléctricas en las comunidades beneficiarias de los proyectos, potenciando la autogestión y sostenibilidad de los mismos.
- Gestionar recursos económicos, a nivel nacional e internacional, que permitan el establecimiento de mecanismos y estrategias de financiamiento como líneas de crédito con bajos intereses, etc., para la implementación de pequeños proyectos de hidrogenación.

#### 3.2.1.2 APROVECHAMIENTO DEL GAS NATURAL ASOCIADO DE LOS POZOS PETROLEROS DE LA ZONA NORORIENTAL DEL PAÍS.

*Mejorar los niveles de coordinación institucional e intersectorial.*

- Fortalecer la capacidad institucional del Sector Hidrocarburiífero para la elaboración y análisis de políticas y lineamientos orientados al aprovechamiento racional de los recursos energéticos de este Sector.
- Lograr que las filiales de PETROECUADOR (Petroproducción, Petroindustrial y Petrocomercial) se enmarquen dentro de un proceso de planificación corporativa con el fin de que se analice las diversas alternativas de aprovechamiento del gas natural (gas lift, gas combustible, etc.) y se ejecuten proyectos en función de los intereses de País.
- Coordinar con los potenciales usuarios de gas natural, específicamente del Sector Eléctrico a fin de definir los volúmenes y condiciones en las que este recurso puede ser aprovechado para generar energía eléctrica.

*Fomentar el desarrollo tecnológico local para el aprovechamiento del gas natural.*

- Desarrollar la capacidad técnica nacional para la utilización del gas natural a pequeña y mediana escalas, mediante la implementación de plantas modulares de recuperación de GLP así como la instalación de centrales termoeléctricas.
- Impulsar la investigación y desarrollo tecnológico relativos al aprovechamiento del gas natural a través de los Centros de Educación Superior (Universidades, Politécnicas, etc.).
- Fortalecer la capacidad técnica nacional a través de acciones de capacitación, formación y transferencia tecnológica sobre el aprovechamiento del gas natural.

*Establecimiento de acciones de planificación energética estratégica*

- Realizar estudios sobre reservas de petróleo, inventarios, prospectiva y planificación energética y preservación del ambiente, con el fin de sustentar inversiones en materia de aprovechamiento del gas natural.
- Propiciar la conformación de compañías mixtas para la ejecución de proyectos de aprovechamiento del gas natural.

### 3.2.2 SECTOR DEMANDA

#### 3.2.2.1 AHORRO DE LA ENERGÍA ELÉCTRICA EN EL SECTOR RESIDENCIAL – SUSTITUCIÓN DE LUMINARIAS.

*Dinamizar la demanda de focos ahorradores.*

- Identificar y desarrollar diferentes mecanismos (publicidad, marketing, efectos demostrativos, etc.) enfocados a los diferentes segmentos de consumo de

la energía eléctrica, sobre todo a aquellos de mayor consumo y mayor poder adquisitivo.

- Llevar a cabo un programa de venta a crédito con las empresas de distribución de electricidad, que aún sean del Estado y las empresas comercializadoras, de tal manera que los focos ahorradores se paguen con los propios ahorros que generen. Una propuesta para la comercialización de luminarias es que el usuario residencial, al cancelar su tarifa eléctrica mensual, reciba una orden de compra de un foco ahorrador para sustituir al foco incandescente de mayor uso en su vivienda. Las empresas comercializadoras con esta orden de compra, entregarán al usuario del servicio eléctrico el foco ahorrador con la respectiva garantía e informarían en forma periódica a la empresa eléctrica, para que ésta a su vez, pueda recuperar el costo del foco ahorrador (en dos, tres partes a convenir), conjuntamente con la planilla eléctrica mensual de los clientes.
- Incluir en las planillas mensuales de los usuarios del Sector Residencial el consumo histórico mensual en un diagrama de barras, que les sirva para verificar cuanto están consumiendo mensualmente y cuanto están ahorrando con respecto a los meses anteriores.

### 3.2.2.2 APROVECHAMIENTO DE LA ENERGÍA SOLAR PARA CALENTAMIENTO DE AGUA EN EL SECTOR RESIDENCIAL

*Introducir una política de uso de fuentes de energía renovable como la solar, en los programas de vivienda masiva del país.*

- Incluir en el costo de la vivienda la instalación de sistemas solares para calentamiento de agua.
- Identificar mecanismos, a través de los cuales se logre bajar los costos de los sistemas solares para programas de vivienda popular.

*Identificar y poner en marcha esquemas organizativos y financieros que contribuyan al uso masivo de sistemas de calentamiento solar de agua en el Sector Residencial del país.*

- Conformar una comisión o comités a nivel institucional, para la promoción y uso de la energía solar para calentamiento de agua (Ministerio de Energía y Minas, Ministerio de la Vivienda, Cámaras de la Construcción, Cámaras de la Pequeña Industria, empresas fabricantes y/o comercializadoras, etc.).
- Gestionar la creación de un “fondo semilla” para el fomento y desarrollo del uso de la energía solar para calentamiento de agua y la aplicación de mecanismos para el financiamiento de este tipo de sistemas.

*Apoyo al desarrollo de la industria nacional de sistemas de calentamiento solar de agua.*

- Identificar mecanismos de carácter tributario como la reducción de aranceles para equipos y elementos

importados para fabricar sistemas de calentamiento de agua.

- Propiciar la capacitación de las empresas fabricantes para mejorar la eficiencia de los sistemas y el cumplimiento de normas constructivas.
- Establecer nexos entre las empresas fabricantes de sistemas solares y los Centros de Educación Superior a fin de realizar acciones de investigación y desarrollo tecnológico.

### 3.2.2.3 ELECTRIFICACIÓN RURAL CON SISTEMAS SOLARES FOTOVOLTAICOS

*Ejecutar programas de electrificación rural en los que se considere el aprovechamiento de las fuentes alternativas de energía.*

- Desarrollar proyectos en los que intervenga la dimensión energética como un factor de desarrollo socioeconómico, contando para ello con la participación activa de Estado, sector privado, comunidad y usuarios.
- Fomentar el desarrollo de proyectos de electrificación rural bajo criterios de uso de los recursos naturales locales y renovables y de compatibilidad con la necesidad de preservación del ambiente.
- Impulsar la instalación de sistemas fotovoltaicos en escuelas, centros de salud y viviendas del Sector Rural, en donde la dotación del servicio eléctrico convencional se configura difícil técnicamente y económicamente demasiado oneroso.

*Identificar y establecer esquemas y/o mecanismos organizativos y financieros para garantizar la sostenibilidad de proyectos de electrificación rural con sistemas fotovoltaicos.*

- Gestionar fondos del Estado (FERUM) e internacionales (bajo la temática de Cambio Climático y desarrollo sustentable) para la creación de un “fondo semilla” que permita financiar la instalación de sistemas fotovoltaicos en el Sector Rural.
- Identificar y establecer esquemas organizativos y/o la creación de microempresas locales que permitan la autogestión y el manejo de los recursos para el desarrollo de proyectos fotovoltaicos.

### 3.2.2.4 PROGRAMA DE USO RACIONAL DE LA ENERGÍA EN EL SECTOR RURAL - PROMOCIÓN Y DIFUSIÓN DE FOGONES MEJORADOS Y PRÁCTICAS AHORRADORAS DE LEÑA

*Promover el desarrollo de un programa de uso racional de la energía en el Sector Rural, orientado al uso eficiente de la leña y otros recursos de la biomasa usados con fines energéticos.*

- Propiciar un proceso de concientización y cambio de hábitos en la población rural, orientados al uso

eficiente de los recursos energéticos, a mejorar la productividad y la calidad de vida de los habitantes y a la preservación del ambiente.

- Impulsar acciones de capacitación, educación, difusión, promoción y demostración sobre el diseño, construcción y uso de fogones mejorados.
- Incluir en la currícula educativa temas relacionados al uso racional de la leña con fines energéticos, acciones de reforestación y manejo adecuado del recurso y el ambiente.

*Impulsar el uso racional de la energía en el Sector Rural en el marco de acciones de desarrollo rural integral y desarrollo sostenible.*

- Coordinar con instituciones de bienestar social, ambiente y desarrollo rural integral, acciones para la difusión, demostración y uso de fogones mejorados en el Sector Rural, en las cuales la población beneficiaria tenga una amplia participación.
- Integrar la promoción y uso de fogones mejorados con programas de manejo forestal, e impulsar su uso considerando los hábitos alimenticios, costumbres, recursos y locales propios de las zonas rurales del país

*Establecer esquemas organizativos y financieros para la sostenibilidad del programa a nivel nacional.*

- Crear un “fondo semilla” que permita financiar actividades de capacitación, difusión y demostración a nivel de las organizaciones comunitarias del Sector Rural.
- Formar comités de uso racional de la energía, ambiente y mejoramiento de la calidad de vida a nivel de nacionalidades indígenas y comunidades campesinas.

### 3.2.2.5 SUSTITUCIÓN DE LUMINARIAS POR OTRAS MÁS EFICIENTES EN ALUMBRADO PÚBLICO

*Incluir en la reglamentación del Sector Eléctrico disposiciones específicas para el uso eficiente de la energía en alumbrado público.*

- Que el CONELEC reconozca un cargo tarifario máximo del total del consumo de energía por concepto del servicio de alumbrado público.
- Mejorar la calidad del servicio de alumbrado público considerando aspectos de planificación urbana y el uso de luminarias eficientes.

*Elaborar y aplicar normas técnicas orientadas a mejorar los niveles de eficiencia energética en instalaciones de alumbrado público*

- Incluir en la reglamentación de la Ley de Régimen del Sector Eléctrico normas técnicas referentes al Alumbrado Público.

- Crear y/o fortalecer mecanismos de control sobre la aplicación de normas y equipos eficientes en alumbrado público.

### 3.2.2.6 SUSTITUCIÓN DE LUMINARIAS EN EL SECTOR COMERCIAL Y SERVICIOS PÚBLICOS Y PRIVADOS DEL PAÍS

*Promover el desarrollo de programas de: ahorro de energía en edificios públicos y privados, hotelería verde, uso eficiente de la energía en grandes centros comerciales, ahorro de energía en hospitales y centros de salud, etc.*

- Realizar estudios técnicos que sustenten la ejecución de acciones y/o proyectos orientados al uso racional de la energía, diversificación energética y ambiente en el Sector Comercial y Servicios.
- Canalizar a través del Estado recursos financieros provenientes de fuentes nacionales e internacionales bajo la temática de Cambio Climático, Desarrollo Sustentable, tecnologías limpias, etc.
- Dinamizar la demanda de focos ahorradores a través de mecanismos de marketing, enfocados a los diferentes abonados del Sector Comercial y Servicios, sobre todo a aquellos de mayor consumo: hoteles, hospitales, centros comerciales, etc.
- Ejecutar un programa de venta a crédito con las empresas de distribución de electricidad, que aún sean del Estado y las empresas comercializadoras, similar a lo propuesto para el Sector Residencial.
- Incluir en las planillas mensuales de los usuarios del Sector Comercial y Servicios el consumo histórico mensual en un diagrama de barras, que les sirva para verificar cuanto están consumiendo mensualmente y cuanto están ahorrando con respecto a los meses anteriores.

*Incluir en el Programa Nacional de Inversiones del Ministerio de Finanzas, una política de uso eficiente de la energía en las instituciones públicas y la obligatoriedad de poner en marcha programas de eficiencia energética a corto y mediano plazo.*

- Realizar estudios técnicos que sustenten la ejecución de medidas de uso racional de la energía en edificios públicos.
- Establecer programas de uso eficiente de la energía en edificios del sector público, en los que se considere el uso de equipos consumidores de energía eficientes y la sustitución programada de equipos ineficientes.
- Destinar recursos financieros orientados a mejorar el uso de la energía en las Instituciones públicas.

### 3.2.2.7 OPTIMIZACIÓN DE LA COMBUSTIÓN EN CALDERAS PARA GENERACIÓN DE VAPOR DEL SECTOR INDUSTRIAL

*Promover el desarrollo de un programa de uso racional de la energía en el Sector Industrial.*

- Realizar estudios de diagnóstico energético-ambiental y de potencial de ahorro de energía en las diferentes ramas de la industria.
- Coordinar conjuntamente con las Cámaras de Industriales actividades de promoción, difusión, información e implementación de acciones relacionadas a la eficiencia y diversificación energética, en este Sector.
- Gestionar recursos financieros para la ejecución de programas de ahorro de energía y reducción de impactos ambientales derivados de este Sector.

### 3.2.2.8 EMPLEO DE GAS NATURAL COMPRIMIDO (GNC), EN VEHÍCULOS

*Elaborar y aplicar normas técnicas para el uso de equipos conversores a GNC.*

- Establecer normas técnicas referentes al uso de equipos conversores a GNC en vehículos de conformidad con las entidades relacionadas (Ministerio de Energía y Minas, Ministerio del Ambiente, INEN, Consejo Nacional de Tránsito, municipios, y otros).
- Coordinar con los centros de Educación Superior actividades de investigación, elaboración de normas y desarrollo tecnológico relativo al almacenamiento, distribución y uso de GNC en vehículos.

*Promover y difundir el empleo de combustibles alternativos de mejor calidad y menor emisiones de gases de efecto invernadero en el Sector transporte.*

- Propiciar la creación de la infraestructura relacionada a la distribución, comercialización del GNC, así como, centros especializados en conversión de motores a GNC.
- Lograr un nivel de coordinación adecuado entre los diferentes actores del transporte automotor (Organismos de regulación y control energético - ambiental, Importadores de vehículos, transportistas, etc.) buscando una efectiva sinergia a fin de compartir proporcionalmente los beneficios resultantes de acciones conjuntas.
- Implementar un proceso de planificación urbana orientado a la eficiencia energética en el Sector y a la preservación del ambiente, a través de acciones sostenidas, de publicidad, demostración y capacitación.
- Fortalecer la capacidad técnica nacional a nivel de centros especializados en la conversión a GNC, me-

dante acciones de transferencia tecnológica y capacitación (cursos, postgrados, maestrías, seminarios talleres, etc.), orientadas al uso de combustibles alternativos y temas afines.

### 3.2.2.9 PROGRAMA DE BIOGAS PARA EL SECTOR AGRÍCOLA Y GANADERO DEL PAÍS

Emprender un programa masivo de aprovechamiento de desechos agropecuarios con fines energéticos y ambientales en el Sector Rural.

- Impulsar mecanismos de financiamiento que incentiven a los propietarios de los centros ganaderos a la implementación de biodigestores, potenciando la autogestión y sostenibilidad de este tipo de proyectos.
- Promover y facilitar la ejecución de proyectos de biogas, a través de la participación estatal y privada (Organismos no gubernamentales - ONGs, asociaciones de ganaderos y de agricultores, etc.), mediante acciones de asesoramiento técnico y apoyo financiero.
- Implementar campañas de difusión masiva, sobre biodigestores y uso del biogas para cocción, iluminación y fuerza motriz.

## 4. PERFILES DE PROYECTOS

Para implementar las medidas priorizadas se plantean perfiles de proyectos que, además de favorecer al desarrollo sustentable, contribuyan a la disminución de gases de efecto invernadero y a mitigar la problemática del Calentamiento Global.

### 4.1 OFERTA

#### 4.1.1 GENERACIÓN DE ENERGÍA MEDIANTE PEQUEÑAS CENTRALES HIDROELÉCTRICAS

##### *Localización y Cobertura*

El proyecto en mención beneficia a comunidades de 3 provincias del Ecuador: Azuay, Morona Santiago y Pastaza. Se instalarán cuatro proyectos en un período de 5 años.

##### *Antecedentes y Justificación*

El Ecuador posee un gran potencial de recurso hídrico en diferentes regiones del país. Según el inventario realizado por el ex-Instituto Ecuatoriano de Electrificación (INECEL), existen 101 sitios aptos para ser aprovechados con pequeñas centrales hidroeléctricas, (pi < 50 MW). El potencial teórico según este mismo inventario es de 78 MW. En 1997 existían 25 MW instalados en este tipo de centrales, que representaban tan solo el 0.85% de la potencia total instalada.

En el país se ha desarrollado con gran éxito la tecnología nacional en cuanto a diseño y fabricación de turbinas y otros equipos para mini centrales hidroeléctricas, experiencia que debe ser aprovechada para la instalación de estos sistemas.

Los potenciales beneficiarios serán las comunidades rurales ubicadas en el área de influencia del proyecto, lo que implica consecuentemente un ingreso adicional para el estado por el ahorro de combustibles, los mismos que pueden ser transferidos a otras prioridades.

Con este proyecto se contribuye a la disminución de emisiones de gases de efecto invernadero, si se considera que la alternativa más común utilizada es la instalación de pequeños grupos térmicos a gasolina o diesel.

### **Objetivos**

Reducir las emisiones de CO<sub>2</sub> mediante la implantación de pequeñas centrales hidroeléctricas, contribuyendo al mejoramiento y desarrollo de los pueblos en los diferentes procesos productivos.

### **Resultados Esperados**

- Instalación de 1360 kW distribuidos en cuatro proyectos.
- Ahorro de alrededor de 907.000 galones de diesel / año.
- Disminución de un total de 8.800 toneladas de emisión de CO<sub>2</sub>/año.

### **Costo Global y Financiamiento**

La inversión total de proyecto alcanza los USD. 3.200.000, que comprende la instalación de 4 sistemas de micro generación. Se incluye un costo de tendido de redes de 2 Km. por cada sistema.

El Ministerio de Energía y Minas, en coordinación con los demás organismos responsables, gestionará fondos locales (Estado, FERUM) e internacionales bajo la temática de desarrollo sostenible, Cambio Climático, tecnologías limpias, etc., para la ejecución de las acciones y/o actividades de promoción, difusión, capacitación y demostración, así como para cofinanciar la instalación de las pequeñas centrales.

### **Relación beneficio/costo**

Este proyecto está justificado desde el punto de vista financiero y ambiental. Debido al alto costo de la inversión inicial, la relación beneficio/costo (B/C) es igual a 1 considerando solamente los beneficios incrementales, mientras que considerando los beneficios ambientales producto de la disminución de emisiones de GEI, esta misma relación de beneficio/costo es de 1.9.

Si se priorizan los objetivos de tipo socioeconómico del país para las zonas rurales, el proyecto es más atractivo.

## **4.1.2 DISMINUCIÓN DE PÉRDIDAS EN EL SECTOR ELÉCTRICO**

### **Localización y Cobertura**

El proyecto considera la realización de acciones en las 19 empresas eléctricas de distribución del país, por lo que se desarrollará a nivel nacional, en un período de 3 años.

### **Antecedentes y Justificación**

En Ecuador el 40% de generación de energía corresponde a la termoeléctrica, dentro de las que predominan las centrales a vapor y a gas, que emplean combustibles pesados y diesel.

Las pérdidas de energía en todo el sistema eléctrico bordean el 24% de la generación total, de las cuales el 20% se presenta en los sistemas de distribución de las empresas eléctricas, valor que supera ampliamente los niveles considerados adecuados a nivel internacional (8%). El mayor porcentaje de pérdidas corresponde a las de origen no técnico (13 puntos).

De acuerdo a un estudio realizado con la asistencia técnica del Programa ESMAP del Banco Mundial, existe la posibilidad técnica y económica de reducir las pérdidas técnicas de la fase de distribución en 2.4 puntos porcentuales en un período de tres años. Respecto a las no técnicas, el programa de reducción recomendando por el estudio plantea como objetivo la disminución de 5 puntos porcentuales, en un período de dos años. En consecuencia, existe potencial para que las pérdidas sean reducidas hasta ubicarse en alrededor del 13.5%, lo que significaría disminuirlas en cerca de 750 GWh anuales. El nivel de generación posible de evitar corresponde a 69 MW.

Las emisiones de gases de efecto invernadero, específicamente CO<sub>2</sub>, evitadas como producto de la disminución de generación de electricidad por efecto de la recuperación de pérdidas técnicas y parte de las no técnicas son de 346 mil toneladas por año.

Los mayores beneficios que justifican el presente proyecto, a las empresas eléctricas, son de dos tipos: el aumento de la facturación de energía eléctrica y la disminución de la generación de electricidad térmica, lo que representa un gran beneficio en términos ambientales, al evitar emisiones de gases y otros efluentes contaminantes.

### **Objetivos**

Reducir la producción de CO<sub>2</sub>, como resultado de la implantación de acciones tendientes a controlar los niveles de pérdidas eléctricas en las empresas de distribución, reflejadas en la disminución de la generación de electricidad en las centrales termoeléctricas, y en un mejor proceso de comercialización de energía.

### **Resultados Principales**

- Disminución de 2.4 puntos de porcentaje en las pérdidas de origen técnico y de 5 puntos porcentuales de pérdidas no técnicas en la distribución de energía eléctrica.
- Disminución de 369 GWh/año y de 69 MW de capacidad instalada.
- Reducción de emisiones de 385,000 Ton de CO<sub>2</sub>/año debido a la disminución de las pérdidas técnicas y no técnicas.
- Aumento de la facturación para las empresas eléctricas de distribución.

### **Costo Global y Financiamiento**

Las inversiones requeridas para reducir el nivel de pérdidas técnicas constituyen el rubro más importante de este proyecto, superando los 109 millones de dólares. En cuanto al programa de reducción de pérdidas no técnicas, su costo de inversión supera los 19 millones de dólares en dos años de ejecución.

Se puede plantear una mayor participación de financiamiento externo (GEF) y la formulación e implementación de proyectos del Mecanismo de Desarrollo Limpio (MDL) para el caso del programa de reducción de pérdidas técnicas, que es donde se consiguen los máximos beneficios ambientales; y el aporte más alto por parte de las empresas eléctricas, inversionistas privados u organismos multilaterales de financiamiento para el caso del programa de reducción de pérdidas no técnicas, en donde debe existir un gran interés de las empresas de distribución por aumentar sus recaudaciones, con una rentabilidad financiera representativa.

### **Relación beneficio/costo**

La relación beneficio/costo es de 1.71 sin valoración ambiental y de 2.71 incluyendo la disminución de emisiones.

#### **4.1.3 RECUPERACIÓN DE GLP A PARTIR DEL GAS NATURAL ASOCIADO.**

### **Localización y Cobertura**

El proyecto abarca 22 campos petroleros ubicados en la zona nor-oriental del país, actualmente operados por Petroproducción. La ejecución se estima durará 18 meses.

En el Campo Libertador se procesarán los flujos de gas natural provenientes de 12 campos. El gas natural recolectado en 4 campos cercanos a Sacha, se suman al gas proveniente de 2 estaciones de este campo, para ser procesado en una sola planta central de tratamiento. En la zona sur, se recolectan los volúmenes de gas de 4 campos situados alrededor del campo Auca, para procesarse conjuntamente con el gas asociado producido en este

campo. Finalmente, los campos Lago Agrio y Guanta tendrán sus propias plantas modulares de recuperación de GLP.

### **Antecedentes y Justificación**

Varios estudios se han realizado para analizar la viabilidad técnica y económica de esta solución para disminuir el desperdicio del gas natural producido en la región amazónica del país, coincidiendo todos en la necesidad y conveniencia de su aplicación.

De acuerdo a estimaciones realizadas, el potencial de recuperación de GLP en los 22 campos petroleros considerados en este proyecto supera las 710 Toneladas por día (TPD), obteniendo como producto secundario un total de 203 m<sup>3</sup>/día de gasolina natural, caudal que puede ser transportado para su procesamiento en las refinerías. Con este volumen de producción de gas licuado, se podría abastecer parte de la demanda nacional de este combustible a corto plazo, lo cual representaría un importante ahorro de divisas por concepto de sustitución de importaciones.

En términos ambientales, la justificación de este proyecto es también significativa, dado el orden de magnitud de las emisiones anuales que podrían evitarse a través de este proyecto, que en total superan las 686 mil toneladas de CO<sub>2</sub> anuales.

### **Objetivos**

Reducir la emisión de CO<sub>2</sub>, mediante la disminución de la quema o venteo de gas natural asociado de los campos petroleros de la región nororiental del país, y recuperar GLP, a través de la instalación de 5 plantas de recuperación.

### **Resultados Principales**

- Instalación de 5 plantas de recuperación de gas licuado de petróleo.
- Recuperar 710 TPD de GLP.
- Reducción de 686 mil toneladas de emisiones de CO<sub>2</sub> anuales.

### **Costo Global y Financiamiento**

El costo total del proyecto bordearía los 67 millones de dólares, valor que comprende los costos de inversión, los costos de los estudios de factibilidad y los costos estimados por el diseño de detalle de cada planta.

Tratándose de proyectos que tendrían una alta rentabilidad, podría existir interés de inversionistas privados en financiar parte de los costos de inversión, complementándose con el aporte que provendría de la cooperación internacional, pues el beneficio ambiental, en términos de reducción de emisiones de gases de efecto invernadero, es considerable. Petroecuador, como operador de los campos petroleros considerados, deberá participar en el financiamiento.

### **Relación beneficio/costo**

La ejecución del proyecto presenta un índice económico beneficio/costo del orden de 2.5 sin considerar beneficios ambientales y externalidades. Si se considera el beneficio relacionado con la reducción de emisiones de CO<sub>2</sub> este mismo índice alcanza un valor aproximado de 3.5, confirmando la viabilidad financiera y ambiental de su ejecución.

#### **4.1.4 GENERACIÓN DE ELECTRICIDAD MEDIANTE EL EMPLEO DEL GAS NATURAL RESIDUAL**

##### **Localización y Cobertura**

Este proyecto contempla la utilización del gas residual derivado del procesamiento del gas natural de la mayoría de los campos de la amazonía ecuatoriana, en 35 MW de generación térmica. El proyecto depende de la realización del proyecto de recuperación de GLP a partir del gas natural asociado.

Para el efecto se consideran dos campos petroleros: Sacha, en donde se propone instalar una planta de recuperación de GLP, y Shushufindi, que utilizaría el gas residual que actualmente produce la Planta de Shushufindi y el gas procedente de la Planta en el campo Libertador.

##### **Antecedentes y Justificación**

La potencia total actualmente instalada del sistema eléctrico Sucumbios, que sirve a Lago Agrio, Coca y otras poblaciones menores, es de 30 MW, correspondiente a centrales térmicas a diesel, con un consumo anual superior a los 5 millones de galones.

El gas residual natural asociado tiene un excelente poder calórico, debido a que en su composición predominan el metano y el etano, por lo que es posible de ser empleado como combustible para la generación de electricidad.

Las centrales termoeléctricas utilizarán GLP como combustible, y sustituirán a las plantas térmicas de la zona que actualmente utilizan diesel para generar electricidad. Estos campos fueron seleccionados tomando como base los volúmenes de gas residual posibles de producir a partir del tratamiento del gas natural asociado y su ubicación respecto a los centros de consumo de electricidad y a la red de transmisión existente actualmente.

Con las dos plantas de generación a gas natural propuestas en este proyecto, se puede cubrir la demanda de esta zona durante un largo período de tiempo, reemplazando el consumo de diesel, combustible del que actualmente el país es deficitario. Adicionalmente se disminuye la emisión de CO<sub>2</sub> en 53 mil toneladas por año.

##### **Objetivos**

Reducir la producción de CO<sub>2</sub> mediante la sustitución de las centrales térmicas que actualmente utilizan diesel, como combustible, para generación de electricidad, por medio de 2 centrales termoeléctricas que utili-

cen gas residual derivado de las plantas de tratamiento del gas natural asociado de los campos petroleros de la región nororiental del país, a fin de cubrir la demanda de electricidad de la zona.

##### **Resultados Principales**

- Instalación en Sacha de una central térmica de 12 MW, y en Shushufindi de otra de 23 MW, es decir, una capacidad instalada total de 35 MW.
- Disminución de emisiones de CO<sub>2</sub>, a final del período de proyección, en 53 mil toneladas por año.

##### **Costo Global y Financiamiento**

El costo total del proyecto, superaría los 35 millones de dólares (93.45% de inversión inicial, 1.87% de estudio de factibilidad y 4.67% de ingeniería).

Este proyecto, de alta rentabilidad económica, podría ser de interés de inversionistas particulares. Debido al beneficio ambiental, parte de los recursos financieros requeridos provendrían de la cooperación internacional, así como de potenciales proyectos del Mecanismo de Desarrollo Limpio. Por ser un proyecto de significativas repercusiones en términos de mejorar el servicio eléctrico de la zona nororiental del país, podría el Fondo de Solidaridad aportar con recursos financieros complementarios para su ejecución.

##### **Relación beneficio/costo**

La ejecución del proyecto presenta un índice económico beneficio/costo de 1.3 sin considerar beneficios ambientales y externalidades. Si se considera el beneficio relacionado con la reducción de emisiones de CO<sub>2</sub> este mismo índice alcanza el valor de 1.42, confirmando la viabilidad financiera y ambiental de su ejecución.

#### **4.1.5 PROMOCIÓN Y DIFUSIÓN DE FOGONES MEJORADOS Y PRÁCTICAS AHORRADORAS DE LEÑA**

##### **Localización y Cobertura**

El proyecto se ejecutará a nivel nacional, incorporando 1000 fogones mejorados cada año, durante 10 años.

##### **Antecedentes y Justificación**

En el Sector Rural es conocido el empleo del fogón abierto o de fogones de construcción rudimentaria e ineficiente, que alcanzan una eficiencia energética de alrededor del 8%, por lo que existe un importante potencial de ahorro de energía mediante el uso de fogones mejorados y la aplicación de prácticas ahorradoras de leña, con lo que se puede alcanzar eficiencias del orden del 28%. El uso de fogones mejorados estaría orientado a reducir el consumo de leña en un 40%. Este proyecto contribuye también a reducir los efectos ambientales asociados al uso de la biomasa con fines energéticos, en los próximos años.

En vista de que la barrera más importante es la de tipo cultural, es necesario iniciar el proyecto con un pro-



grama sostenido de concientización e información en las áreas rurales del país.

La ejecución de este proyecto es compatible con los planes y programas del Sector Energético y con los esfuerzos del país en las temáticas de Cambio Climático y desarrollo sustentable. El proyecto genera impactos positivos para los usuarios que participan en este programa, al mejorar sus condiciones de salud y bienestar familiar. Al disminuirse la utilización de la leña, se contribuye a la disminución de los gases de efecto invernadero.

#### **Objetivo**

Disminuir la intensidad energética y las emisiones de CO<sub>2</sub> asociadas al empleo de recursos de la biomasa para la cocción de alimentos en el Sector Residencial Rural, a través de la introducción de fogones mejorados, contribuyendo a mejorar las condiciones de vida de la población rural y a los objetivos, políticas y programas de Desarrollo Sustentable del país.

#### **Resultados Principales**

- Implementación de 10.000 fogones mejorados en el Sector Rural, en un período de 10 años a partir del 2001.
- Ahorro de 48.000 Ton de leña y reducción de 70.000 Ton de emisiones de CO<sub>2</sub>, y de otros impactos ambientales asociados, como son la deforestación y erosión de los suelos.
- Contribución a mejorar las condiciones de salud y vida de la población rural involucrada en el proyecto y al desarrollo sostenible.
- Concientización a comunidades del Sector Rural respecto a los beneficios económicos, ambientales y a la salud de la utilización de los fogones mejorados.

#### **Costo Global y Financiamiento**

El presupuesto estimado es de 400.000 dólares.

El financiamiento de la construcción será de responsabilidad de los usuarios / beneficiarios del proyecto (alrededor de USD. 80.000), pudiendo establecerse esquemas de financiamiento comunitario de acuerdo con las organizaciones campesinas involucradas en el mismo.

Se requerirán fondos locales e internacionales bajo la temática de desarrollo rural integral, desarrollo sostenible, Cambio Climático, etc., para la ejecución de las acciones y/o actividades de planificación, organización, promoción, difusión, capacitación, demostración y seguimiento, aspectos que representan aproximadamente el 80% del presupuesto, debido a la necesidad de realizar un esfuerzo sustantivo para concienciar a la comunidad campesina sobre los beneficios de esta tecnología

#### **Relación beneficio/costo**

La construcción de los fogones mejorados presenta un índice económico beneficio/costo de 9 sin considerar

beneficios ambientales y externalidades. Si se considera el beneficio relacionado con la reducción de emisiones de CO<sub>2</sub> este mismo índice alcanza el valor de 19, confirmando la viabilidad financiera y ambiental de su ejecución.

## **4.2 DEMANDA**

### **4.2.1 AHORRO DE ENERGÍA ELÉCTRICA EN EL SECTOR RESIDENCIAL MEDIANTE SUSTITUCIÓN DE LUMINARIAS**

#### **Localización y Cobertura**

El proyecto se ejecutará en las tres ciudades más grandes del Ecuador: Quito, Guayaquil y Cuenca y consiste en sustituir 2.500.000 luminarias en un período de 7 años, en forma escalonada.

#### **Antecedentes y Justificación**

La mayor responsabilidad en la demanda máxima coincidente del Sector Eléctrico, le corresponde al Sector Residencial, destacándose la iluminación, con un aporte del 50%.

El proyecto, que consiste en la sustitución de un foco incandescente de 100 W por una lámpara fluorescente compacta de 20 W por cada abonado residencial, es compatible con los planes y programas del Sector Energético y con los esfuerzos internacionales en las temáticas de Cambio Climático y desarrollo sustentable.

La ejecución de este proyecto genera impactos positivos para la sociedad dado que se obtienen beneficios económicos, se favorece al desarrollo sustentable y se reducen los impactos ambientales. Las empresas eléctricas también se benefician porque se disminuye la generación de energía y la demanda de potencia. El proyecto contribuye a reducir las emisiones de gases de efecto invernadero, provenientes del Sector Energético.

#### **Objetivos**

Reducción de emisiones de CO<sub>2</sub>, del consumo energético y de la potencia coincidente del Sistema Eléctrico mediante la sustitución de luminarias ineficientes en el Sector Residencial, y contribución a la formación de una nueva cultura de uso racional de energía.

#### **Resultados Principales**

- Sustitución de 2.500.000 focos incandescentes de 100 W por luminarias eficientes de 20 W, en el Sector Residencial de las ciudades de Quito, Guayaquil y Cuenca.
- Ahorro de energía eléctrica, al final del período analizado, de 770 GWh, y 220 MW de potencia.
- Reducción total de emisiones de CO<sub>2</sub> al final del período, de 680.000 Ton y de otros impactos ambientales asociados a la generación eléctrica.

- Contribución a la formación de una nueva cultura de uso racional de energía a nivel de Sector Residencial.

#### **Costo Global Y Financiamiento**

La inversión autofinanciable por parte de los usuarios es del orden de USD 23.000.000 en el período analizado. El financiamiento del Programa de Difusión y Capacitación, que asciende a USD 4.200.000 requiere de recursos del Estado y de la Cooperación Internacional, bajo el contexto de Cambio Climático, desarrollo sostenible y tecnologías limpias.

#### **Relación beneficio/costo**

La ejecución del proyecto presenta un índice beneficio/costo de 2.79, sin considerar beneficios ambientales y externalidades. Si se considera el beneficio relacionado con la reducción de emisiones de CO<sub>2</sub> este mismo índice alcanza el valor de 3.1.

### **4.2.2 APROVECHAMIENTO DE LA ENERGÍA SOLAR PARA CALENTAMIENTO DE AGUA EN EL SECTOR RESIDENCIAL**

#### **Localización y Cobertura**

El proyecto se ejecutará en las provincias de la región sierra del país, durante 10 años, en forma escalonada.

#### **Antecedentes y Justificación**

El calentamiento de agua constituye uno de los principales rubros en el consumo de electricidad del Sector Residencial de la región sierra del país (aproximadamente, el 28%) y tiene una responsabilidad en la demanda de potencia en la punta, de aproximadamente el 7%. Adicionalmente, un grupo importante de consumidores utiliza calentadores de agua basados en cilindros de gas licuado de petróleo (GLP).

La utilización de calentadores de agua solares constituye la aplicación más atractiva de la energía solar disponible a la fecha. Sin embargo, existen barreras a su penetración en el mercado, relativas a la falta de información sobre dichos sistemas y su elevado costo de inversión inicial, por lo que se requiere identificar estrategias para su difusión y uso masivo.

El presente proyecto propone la difusión, promoción y uso de sistemas solares para calentamiento de agua, como una alternativa técnica, económica y ambientalmente viable, y como una acción que contribuye a la disminución de la emisión de gases de efecto invernadero.

#### **Objetivos**

Disminución de emisiones de CO<sub>2</sub> mediante el aprovechamiento de la energía solar para calentamiento de agua en el Sector Residencial en la región sierra del país, así como reducción del consumo de energía convencional (derivados de petróleo) y disminución de la demanda de potencia eléctrica.

#### **Principales Resultados**

- Instalación de 5.000 sistemas solares de calentamiento de agua para uso doméstico.
- Ahorro de energía eléctrica, equivalente a 98 GWh en el período analizado y reducción de 20 MW/año de potencia del sistema eléctrico.
- Reducción de 73.000 Ton de emisiones de CO<sub>2</sub> al final del período analizado, y de otros impactos ambientales asociados a la generación de la energía eléctrica que se sustituye.

#### **Costo Global y Financiamiento**

La inversión para la compra de los sistemas solares de calentamiento de agua para uso doméstico, que asciende a USD. 3'500.000, provendrá de los usuarios. El proyecto prevé establecer esquemas de financiamiento orientados al uso masivo de este tipo de sistemas.

En cuanto al financiamiento del programa de difusión, capacitación y demostración, que asciende a USD. 400.000, el Ministerio de Energía y Minas, conjuntamente con los demás actores involucrados gestionarán la obtención de recursos del Estado y de la Cooperación Internacional, bajo la temática de Cambio Climático, desarrollo sostenible y tecnologías limpias.

#### **Relación beneficio/costo**

La ejecución presenta resultados favorables, de tal manera que el índice económico beneficio/costo es de 1.62 sin considerar beneficios ambientales y externalidades. Si se considera el beneficio relacionado con la reducción de emisiones de CO<sub>2</sub> este mismo índice alcanza el valor de 3, confirmando la viabilidad financiera y ambiental de su ejecución.

### **4.2.3 ELECTRIFICACIÓN RURAL CON SISTEMAS SOLARES FOTOVOLTAICOS**

#### **Localización y Cobertura**

El proyecto se ejecutará a nivel nacional, con prioridad en áreas rurales de frontera y de la Amazonía y en poblaciones alejadas del Sistema Nacional Interconectado. Se instalarán 500 sistemas solares fotovoltaicos para escuelas, centros de salud y viviendas del Sector Rural, durante 10 años.

#### **Antecedentes y Justificación**

La energía solar se presenta como una alternativa para generar energía eléctrica en sitios aislados, en donde no existe otra fuente convencional de energía, para hogares y servicios básicos (puestos de salud, puntos de telecomunicaciones, casas comunales y centros educativos).

La población rural utiliza fuentes energéticas ineficientes: kerosene para la iluminación, pilas secas para la recepción de radio e iluminación y baterías de carro para televisores. En particular, los gastos de la población

rural para baterías son considerables, y los millones de pilas secas tiradas a la basura representan un creciente peligro ambiental.

Bajo estas condiciones los pequeños sistemas fotovoltaicos representan una alternativa para la creación de un mayor bienestar y de una mejor calidad de vida para la población rural de frontera, de la Amazonía y de poblaciones alejadas del Sistema Nacional Interconectado, sitios en los cuales el suministro eléctrico tradicional se torna difícil desde el punto de vista técnico y demasiado oneroso desde el punto de vista económico.

Con este proyecto se contribuye a la disminución de emisiones de gases de efecto invernadero, si se considera que la alternativa más común utilizada es la instalación de pequeños grupos térmicos a gasolina.

#### **Objetivos**

Disminuir las emisiones de CO<sub>2</sub> a través de la promoción, difusión e instalación de sistemas solares fotovoltaicos para abastecer los requerimientos básicos de energía eléctrica en viviendas, centros educativos y centros de salud en zonas rurales.

#### **Principales Resultados**

- Instalación de 5.000 sistemas solares fotovoltaicos en escuelas, centros de salud y viviendas rurales dispersas.
- Reducción de 8.400 Ton de emisiones de CO<sub>2</sub>, al final del período analizado.
- Contribución a la mejora de las condiciones de salud y vida de la población rural involucrada en el proyecto y otros objetivos planteados en la óptica de desarrollo sostenible.

#### **Costo Global y Financiamiento**

El presupuesto total estimado para la ejecución del presente proyecto es de USD. 5.100.000.

El Ministerio de Energía y Minas, en coordinación con los demás organismos responsables, gestionará fondos locales (Estado, FERUM) e internacionales bajo la temática de desarrollo sostenible, Cambio Climático, tecnologías limpias, etc., para la ejecución de las acciones y/o actividades de promoción, difusión, capacitación y demostración, así como para cofinanciar la instalación de los sistemas. Los beneficiarios aportarán por lo menos con el 50% de la inversión inicial para la instalación de los sistemas fotovoltaicos, bajo esquemas organizativos que garanticen la sostenibilidad del proyecto con relación al uso, mantenimiento, operación, reposición de partes del sistema, etc.

#### **Relación beneficio/costo**

Debido al alto costo de la inversión inicial para la instalación de este tipo de sistemas y las reposiciones que se debe hacer durante su vida útil, el índice benefi-

cio / costo sin considerar beneficios ambientales y externalidades es 0.2. Si se considera el costo tecnológico para la reducción de emisiones de CO<sub>2</sub> este mismo índice alcanza el valor de 1, lo que implica que el costo por tonelada de CO<sub>2</sub> sería superior a USD. 100, valor muy alto para efectos de negociaciones en el mercado del carbono. Sólo si se priorizan los objetivos de tipo socioeconómico del país para las zonas aisladas, se justifica la ejecución de este proyecto.

#### **4.2.4 SUSTITUCIÓN DE LUMINARIAS POR OTRAS MÁS EFICIENTES EN ALUMBRADO PÚBLICO**

##### **Localización y Cobertura**

El proyecto tiene alcance nacional y de cobertura por etapas. La primera abarcará a tres de las provincias que mayor cantidad de luminarias tiene (Pichincha, Guayas y Azuay) durante 5 años, en forma escalonada, a partir del año 2001.

##### **Antecedentes y Justificativos**

El alumbrado público se constituye en uno de los principales rubros en el consumo de electricidad del Sector Comercial y Servicios (aproximadamente, el 20%) y es uno de los servicios públicos que con más insistencia demandan los habitantes, tanto urbanos como rurales. El alumbrado público tiene mayor incidencia en las horas de demanda pico del Sistema Eléctrico (18h00 a 23h00), las cuales son generalmente satisfechas con generación térmica.

En el país existe un total de 572.000 luminarias, en el Sector Alumbrado Público, de las cuales la mitad corresponden a lámparas de mercurio, que en conjunto demandan una potencia instalada de 54 MW, ubicándose la mayor cantidad de ellas en las provincias de Pichincha, Guayas, Machala, Loja y Azuay.

La ejecución de este proyecto genera impactos positivos para la sociedad, las empresas eléctricas y el medio ambiente, bajo una óptica de desarrollo sustentable, reducción de requerimientos de energía, potencia eléctrica y emisiones de gases de efecto invernadero.

La ejecución de este proyecto es compatible con los planes y programas del Sector Energético y con los esfuerzos del país en las temáticas de Cambio Climático y desarrollo sustentable. La inversión inicial constituye una de los principales obstáculos para su implantación, el mismo que se espera sea superado en los próximos años con la recuperación económica del Sector Eléctrico y mediante la gestión de recursos nacionales e internacionales orientados a reducir los impactos ambientales y al mejoramiento de la eficiencia de los servicios públicos.

##### **Objetivos**

Disminución de emisiones de CO<sub>2</sub>, del consumo de energía eléctrica y de la demanda de potencia eléctrica,

a través de la sustitución de luminarias por otras más eficientes en el servicio de alumbrado público.

#### **Principales Resultados**

- Sustitución de 334.000 lámparas de mercurio de 125W por lámparas de sodio de alta presión de 70W, en el alumbrado público.
- Ahorro de energía eléctrica de 272 GWh y reducción de 62 MW de potencia.
- Reducción de 201.000 Ton de emisiones de CO<sub>2</sub>, y de otros impactos ambientales asociados al uso de la energía para generación eléctrica.

#### **Costo Global y Financiamiento**

La ejecución de este proyecto requiere de una inversión inicial total por parte de las empresas eléctricas para la compra de luminarias, de alrededor de USD.25'000.000, en el período analizado.

En cuanto al financiamiento del Programa de Difusión y Capacitación, que asciende a USD.300.000, el Ministerio de Energía y Minas, y el CONELEC conjuntamente con los demás actores involucrados gestionarán la obtención de recursos del Estado y de la Cooperación Internacional, bajo la temática de Cambio Climático, desarrollo sostenible y tecnologías limpias.

#### **Relación beneficio/costo**

El análisis financiero del proyecto demuestra que su ejecución presenta resultados favorables, de tal manera que el índice económico beneficio/costo es de 1.96 sin considerar beneficios ambientales y externalidades. Si se considera el beneficio relacionado con la reducción de emisiones de CO<sub>2</sub> este mismo índice alcanza el valor de 2.4.

### **4.2.5 SUSTITUCIÓN DE LUMINARIAS EN EL SECTOR COMERCIAL Y SERVICIOS DEL PAÍS**

#### **Localización y Cobertura**

El proyecto está orientado, como una primera fase, a las ciudades con mayor número de abonados: Quito, Guayaquil y Cuenca, durante 5 años, en forma escalonada, a partir del año 2001.

#### **Antecedentes y Justificación**

El consumo final energético más representativo del Sector Comercial y Servicios es el de los usos térmicos (alrededor del 52%). La iluminación eléctrica, en orden de importancia, ocupa el segundo lugar, con un 22% de la demanda energética sectorial.

En el país existe un total aproximado de 230.000 abonados comerciales y de servicios, con un consumo equivalente a 145 GWh/año. El 45% de este consumo se destina a la iluminación.

El proyecto es compatible con los planes y programas del Sector Energético y con los esfuerzos del país en las temáticas de Cambio Climático y Desarrollo Sustentable.

La ejecución de este proyecto genera impactos positivos para la sociedad dado que se obtienen beneficios económicos, se favorece al desarrollo sustentable y se reducen los impactos ambientales. Las empresas eléctricas también se benefician porque se disminuye la generación de energía y la demanda de potencia. El proyecto contribuye a reducir las emisiones de gases de efecto invernadero, provenientes del Sector Energético.

#### **Objetivos**

Reducción de CO<sub>2</sub>, ahorro de energía y reducción de la potencia coincidente del sistema, mediante la sustitución de luminarias incandescentes de 100W por lámparas fluorescentes compactas de 20 W en los sectores Comercial y Servicios.

#### **Principales Resultados**

- Sustitución de 454.000 focos incandescentes de 100W por luminarias eficientes de 20W en el Sector Comercial y Servicios de las ciudades de Quito, Guayaquil y Cuenca.
- Ahorro de energía eléctrica, al final del período analizado, de 116 GWh y reducción de potencia de 30 MW.
- Reducción de 86.000 Ton de emisiones de CO<sub>2</sub>, en el período analizado, y de otros impactos ambientales asociados a la generación eléctrica.

#### **Costo Global y Financiamiento**

Para la sustitución de luminarias en los sectores Comercial y Servicios, planteada en el presente proyecto, se requiere de una inversión inicial total por parte de los usuarios del orden de USD.4.087.660.

En cuanto al financiamiento del Programa de Difusión y Capacitación, que asciende a USD.350.000., el Ministerio de Energía y Minas, y el CONELEC conjuntamente con los demás actores involucrados gestionarán la obtención de recursos del Estado y de la cooperación internacional, bajo la temática de Cambio Climático, desarrollo sostenible y tecnologías limpias.

#### **Relación beneficio/costo**

La ejecución del proyecto presenta un índice económico beneficio/costo de 2.79 sin considerar beneficios ambientales y externalidades. Si se considera el beneficio relacionado con la reducción de emisiones de CO<sub>2</sub> este mismo índice alcanza el valor de 3.9, confirmando la viabilidad financiera y ambiental de su ejecución.

### **4.2.6 OPTIMIZACIÓN DE LA COMBUSTIÓN EN CALDERAS PARA GENERACIÓN DE VAPOR DEL SECTOR INDUSTRIAL**

#### **Localización y Cobertura**

El proyecto se lo ejecutará en las provincias de Pichincha y Guayas, sitios que en conjunto concentran alrededor del 65% de los establecimientos manufactureros

del país. Se optimizarán 270 calderas industriales en 10 años.

#### **Antecedentes y Justificación**

En 1998 el Sector Industrial requirió, para cubrir su demanda energética, aproximadamente el 16% del consumo final energético del país. Para 1990 se estimó que la industria generó  $1933 \times 10^3$  toneladas de CO<sub>2</sub> no biogénicos, lo que representó el 19% de las emisiones totales de este contaminante.

La necesidad de ahorrar energía, particularmente en el Sector Industrial donde los costos de aquella han llegado a ser una parte sustancial en la estructura de costos de producción, parece ser hoy día una acción inaplazable si se quiere mantener la competitividad en el mercado. En las provincias de Pichincha y Guayas existen alrededor de 2350 industrias catalogadas como medianas y grandes, las cuales para sus procesos productivos, en su mayoría, requieren del vapor como fluido de trabajo, constituyéndose las calderas en los equipos de mayor demanda de derivados de petróleo.

Las calderas son equipos que tienen un elevado consumo específico y presentan un gran potencial de ahorro de energía mediante mejoras en el rendimiento, a través de acciones como: optimización de la combustión, reparación o sustitución de elementos defectuosos y por la aplicación de prácticas de ahorro de energía.

El proyecto de optimización de la combustión en calderas para generar vapor es una acción orientada a la reducción de la demanda de combustibles diesel y búnker y a la disminución del nivel de contaminación de gases de efecto invernadero.

#### **Objetivos**

Reducir el CO<sub>2</sub> producidos por el uso de combustibles fósiles en la generación de vapor del Sector Industrial, mediante la disminución del consumo de éstos, a través de la instalación de equipos que permitan optimizar la combustión de las calderas.

#### **Principales Resultados**

- Incremento de la eficiencia, en un 14% en promedio, de las calderas de uso industrial con potencias iguales o superiores a 100 BHP.
- Ahorro anual en el consumo de combustibles de 2 millones de galones de diesel y 3 millones de galones de búnker.
- Reducción de emisiones de 61.000 Ton de CO<sub>2</sub> anuales, provenientes del Sector Industrial.

#### **Costo Global y Financiamiento**

El costo estimado de las inversiones requeridas para la ejecución del proyecto, que asciende a USD 1.400.000, provendrá de los industriales. El Mecanismo de Desarrollo Limpio puede ser una opción potencial.

En cuanto al financiamiento del programa de difusión, capacitación y demostración, que asciende a USD 100.000, el Ministerio de Energía y Minas, conjuntamente con los demás actores involucrados gestionarán la obtención de recursos del Estado y de la cooperación internacional, bajo la temática de Cambio Climático, desarrollo sostenible y tecnologías limpias.

#### **Relación beneficio/costo**

El proyecto es atractivo desde el punto de vista económico, pues la inversión requerida se recuperaría en un período menor a 3 años, además el índice beneficio/costo, en el caso de las calderas a diesel es 5.6 y en las de búnker, 3.9.

#### **4.2.7 EMPLEO DE GAS NATURAL COMPRIMIDO EN VEHÍCULOS DE TRANSPORTACIÓN PÚBLICA**

##### **Localización y Cobertura**

El proyecto se ejecutará en la Ciudad de Guayaquil, para 2.000 buses y 4.000 taxis, pudiéndose luego extender al resto del País. Se prevé realizarlo en 15 años.

##### **Antecedentes y Justificativos**

Guayaquil, al igual que el resto del País, registra un importante crecimiento del parque automotor, tanto público como privado. En el primer caso, materia del estudio, se estima que las unidades destinadas a la transportación pública (buses y taxis) que circulan en la urbe guayaquileña, están conformadas por más de 3.800 buses y 8000 taxis. Esta situación hace que anualmente la demanda de combustibles (gasolina y diesel), para estas categorías, esté en el orden de los 1.1 millones de barriles equivalentes de petróleo (bep) y que, como producto de la combustión, se emita alrededor de 466 mil toneladas de CO<sub>2</sub> a la atmósfera.

La obsolescencia del parque automotor se destaca como la principal causa del alto consumo Según las estadísticas del INEC, más del 56% corresponden a modelos anteriores a 1987.

Esta situación, más las regulaciones de tránsito, obliga a la incorporación de nuevas unidades eficientes desde el punto de vista del consumo de combustibles, y que el parque automotor restante (44%), mediante adecuaciones en el sistema de carburación, utilice combustibles de buena calidad como es el Gas Natural Comprimido (GNC).

Un proyecto de esta naturaleza, traería consigo importantes beneficios socioeconómicos y ambientales. En el primer caso, se crearían fuentes de trabajo asociadas al proceso de conversión de unidades a GNC, creación de un mercado de partes y repuestos del sistema conversor. En segundo lugar, existiría una diversificación en el uso de combustibles lo cual evitaría importaciones de gasolina o diesel.

Por otro lado, se estima que con la implementación de esta medida se logre reducir en alrededor del 40% de

las emisiones de CO<sub>2</sub>, derivadas de la transportación pública de taxis, buses y colectivos, meta que se lograría al final del período de 15 años.

Como complemento a lo expuesto, se destaca como punto favorable para la implementación de la medida, la cercanía de la ciudad de Guayaquil a los yacimientos del gas natural, lo cual facilitaría el aprovisionamiento y distribución de este combustible, reduciendo notablemente los costos derivados por la construcción del gasoducto. En este sentido, se estima que para cubrir la demanda de gas natural en la implementación de esta medida se requiere alrededor de un 15% de la producción estimada en 22 mil millones de pies cúbicos al año.

### **Objetivos**

Reducción de emisiones de CO<sub>2</sub> provenientes del transporte automotor, aprovechamiento eficiente de un recurso energético de carácter agotable y disminución de costos de operación y mantenimiento de los vehículos, a través del empleo de un combustible de mejor calidad.

### **Principales Resultados**

- Conversión del 50% (2000 buses y 4000 taxis) del parque automotor destinado a la transportación pública que opera en la ciudad de Guayaquil.
- Ahorro por la sustitución de GNC de 50.000 bep/año.
- Reducción de 100.000 Ton de emisiones de CO<sub>2</sub> por año.

### **Costo Global y Financiamiento**

El costo estimado de las inversiones requeridas para la ejecución del proyecto, que asciende a USD 3.400.000, provendrá de los transportistas. El Mecanismo de Desarrollo Limpio es una potencial opción.

En cuanto al financiamiento del programa de difusión y capacitación, que asciende a USD 100.000, el Ministerio de Energía y Minas, conjuntamente con los demás actores involucrados, gestionarán la obtención de recursos del Estado y de la Cooperación Internacional, bajo la temática de Cambio Climático, desarrollo sostenible y tecnologías limpias.

### **Relación beneficio/costo**

De los resultados del análisis financiero ambiental se desprende que el proyecto es viable. Para el caso de taxis, la relación beneficio/costo es 1.05, sin externalidades. Considerando los costos de reducción por cada tonelada de CO<sub>2</sub>, esta relación se incrementa a 1.21. El índice para el caso de buses es 1.1 y para colectivos 1.27.

## **4.2.8 PROGRAMA DE BIOGAS PARA EL SECTOR AGRÍCOLA Y GANADERO DEL PAÍS**

### **Localización y Cobertura**

En la provincia de Pichincha se instalarán 20 biodigestores y en las provincias de Cotopaxi y Tungurahua

10. La ejecución del Programa durará 15 años.

### **Antecedentes y Justificación**

A partir de 1980 el Ex-Instituto Nacional de Energía (INE), dio inicio a la instalación de aproximadamente 60 plantas de biogas a escala nacional como un programa piloto, aprovechando desechos orgánicos animales y agroindustriales en distintas regiones del país cuyos resultados fueron satisfactorios. Sin embargo, el poco conocimiento de los usuarios sobre las bondades que presta el biodigestor, así como la falta de información y difusión, asesoramiento técnico oportuno y la ausencia de políticas energéticas sustentables, han incidido para que esta tecnología tenga muy poco desarrollo en el país.

En el Sector Rural ecuatoriano existen grandes extensiones agrícolas que, por su propia actividad, producen grandes cantidades de residuos vegetales, sumándose a ello la población ganadera principalmente de bovinos que producen grandes cantidades de desechos orgánicos.

El uso de biodigestores para aprovechar los desechos en términos energéticos, contribuye eficazmente a la reducción de emisiones de gases de efecto invernadero, específicamente metano. Se obtiene, además, un residuo orgánico de excelentes propiedades conocido como bioabono que permite reemplazar en buena forma a los fertilizantes químicos.

La población ganadera del país, de todas las especies, es de 85 millones de cabezas, las cuales teóricamente producen 54.000 millones de Kg. de materia prima (estiércol) por año. Esto generaría una producción de 3.500 millones de m<sup>3</sup> de biogas, equivalentes a 13 millones de barriles de petróleo/año, aproximadamente.

En términos de producción energética (producción de biogas), esta tecnología no es atractiva. Sin embargo, si se considera adicionalmente los ingresos por sustitución de abonos químicos, la recuperación de la inversión se lograría entre 5 y 6 años aproximadamente.

Los principales beneficiarios de este tipo de proyectos son los dueños de las ganaderías y el Estado, el cual se beneficiaría en forma indirecta, por cuanto un gran porcentaje de las haciendas ganaderas utiliza el GLP, como un combustible doméstico, el mismo que es importado a precios internacionales y distribuido a nivel interno con precios subsidiados.

### **Objetivos**

Disminuir la emisión de CO<sub>2</sub> mediante la sustitución de combustibles fósiles por el biogas como fuente energética, en los sectores Agrícola y Ganadero, y disponer de abono orgánico para reemplazar los abonos químicos que se utilizan en el Sector Agrícola.

### **Principales Resultados**

- Construcción de 40 plantas de biogas.

- Sustitución, por cada biodigestor, del consumo anual de 225 galones de gasolina y 896 Kg. de GLP, para generación de electricidad, cocción y refrigeración de alimentos respectivamente .
- Reducción de 2.681 Ton de emisiones de CO<sub>2</sub>, una vez que se instalen todos los biodigestores durante el período de análisis.

#### Costo Global y Financiamiento

El costo estimado para la ejecución del programa es de aproximadamente USD 60.000, de los cuales la ejecución de las campañas informativas representa un valor de USD 20.000.

El costo de la inversión inicial para la construcción del biodigestor, estará a cargo de los propios beneficiarios.

Instituciones como el Ministerio de Agricultura y Ganadería y el Ministerio del Ambiente, entre otras, deberán gestionar y canalizar recursos internos y externos bajo el criterio de desarrollo sostenible, Cambio Climático y de energías limpias, para ejecutar acciones o actividades que permitan promocionar, difundir, capacitar y demostrar el funcionamiento de la tecnología.

#### Relación beneficio/costo

La ejecución del proyecto presenta resultados favorables, dado que el índice económico beneficio/costo es de 1 sin considerar beneficios ambientales y externalidades. Si se considera el beneficio relacionado con la reducción de emisiones de metano este mismo índice alcanza el valor de 2.2, confirmando la viabilidad financiera y ambiental de su ejecución.

### 4.3 RESUMEN DE LAS REDUCCIONES DE EMISIONES DE CO<sub>2</sub> DERIVADAS DE LOS PROYECTOS DEL SECTOR ENERGÉTICO

En el cuadro 8 se reume las reducciones de emisiones de CO<sub>2</sub> como producto de los proyectos anteriormente descritos para el Sector.

El proyecto de Recuperación de GLP a partir de gas natural asociado es el que más contribuye con la reducción de emisiones de GEI, seguido por el proyecto de reducción de pérdidas eléctricas a nivel nacional y luego por los proyectos de sustitución de luminarias por otras de mayor eficiencia en el Sector Residencial y el de uso de GNC en vehículos.

**Cuadro No. 8: Reducción de emisiones de CO<sub>2</sub> a través de los proyectos propuestos**

| <i>PROYECTO</i>  | <i>REDUCCIÓN DE EMISIONES DE CO<sub>2</sub> (Ton. / año)</i> |
|--|--|
| <b>SECTOR OFERTA ELECTRICIDAD</b>                                      |  |
| Generación de energía mediante MCH                                     | 8,760  |
| Reducción de pérdidas eléctricas                                       | 385,000  |
| <b>PETRÓLEOS</b>   |  |
| Recuperación de GLP a partir del gas natural asociado                  | 680,961  |
| Generación de electricidad mediante el empleo de gas natural residual. | 40,217   |
| <b>SECTOR DEMANDA RESIDENCIAL</b>                                      |  |
| Sustitución de luminarias incandescentes                               | 159,646  |
| Uso de la energía solar para calentamiento de agua                     | 8,405  |
| Electrificación rural con energía solar fotovoltaica                   | 842  |
| Promoción y difusión de estufas mejoradas en el Sector Rural           | 12,880   |
| <b>COMERCIAL Y SERVICIOS</b>   |  |
| Sustitución de luminarias en Alumbrado Público                         | 77,852   |
| Sustitución de luminarias incandescentes                               | 85,561   |
| <b>INDUSTRIAL</b>  |  |
| Optimización de la combustión en calderas                              | 60,984   |
| <b>TRANSPORTE</b>  |  |
| Uso de GNC en vehículos  | 100,000  |
| <b>AGRÍCOLA Y GANADERO</b>   |  |
| Programa de Bio Gas.   | 202  |

Los proyectos de sustitución de luminarias en el Sector Comercial, sustitución de luminarias en alumbrado público, optimización de la combustión de calderas en el Sector Industrial y la generación electricidad mediante el empleo de gas natural contribuyen de menor manera con el objetivo de reducción de emisiones de GEI, debido a que el alcance de los mismos es más específico que los anteriores.

Los proyectos que menos contribuyen con el objetivo de reducir las emisiones de GEI son los referentes a la promoción y uso de estufas mejoradas en el Sector Rural, la generación eléctrica mediante la instalación de pequeñas centrales hidroeléctricas, la instalación de sistemas de calentamiento solar de agua, la instalación de sistemas fotovoltaicos en el Sector Rural y el programa de biogas con la instalación de biodigestores en el Sector Agrícola y ganadero, debido a que se trata de proyectos de pequeña cobertura, a manera de proyectos piloto.

La mayoría de los proyectos generados a través del presente estudio se elaboraron bajo una óptica de acciones iniciales en el marco de verdaderos procesos y medidas de eficiencia energética, sustitución de combustibles, aprovechamiento de fuentes renovables y tecnologías limpias a desarrollar en el mediano y largo plazo, como principales instrumentos para contribuir al desarrollo socioeconómico del país y a la preservación del ambiente en general, y en particular a la reducción de emisiones de GEI.

## 5. ASPECTOS INSTITUCIONALES

La implementación de las medidas de mitigación de gases de efecto invernadero en el Sector Energético implica el desarrollo de las estrategias detectadas y la concreción de los proyectos identificados y analizados.

Para ello se prevé la participación de varios actores que deberán asumir sus roles de una manera eficaz, lo que demanda acciones de diferente orden, como es el caso del fortalecimiento de la capacidad nacional para enfrentar el Cambio Climático, en compatibilidad con el desarrollo sustentable y socioeconómico del Ecuador.

El Ministerio de Energía y Minas, el Ministerio del Ambiente, el Consejo Nacional de Electrificación-CONELEC, el Comité Nacional del Clima y PETROECUADOR serán las principales instituciones responsables de la coordinación de la ejecución de las medidas y acciones relacionadas, tanto en lado de la oferta como de la demanda de energía, así como de la difusión y promoción de las medidas.

Desde luego, cada una de las medidas considera la participación de otros actores públicos y privados que han sido identificados durante el análisis y la evaluación de las mismas. Es evidente que las medidas en el Sec-

tor Energético, para su aplicación, demandan necesariamente del concurso de organismos públicos nacionales y seccionales, ONG's, instituciones de crédito, gremios, etc.

El sector privado, representado por fabricantes, distribuidores, constructores, consultores, expertos y empresas de servicios, tendrá un rol fundamental en el desarrollo de las medidas y proyectos propuestos.

## II C SECTOR AGRÍCOLA

### 1. CARACTERÍSTICAS GENERALES DEL SECTOR

En el estudio de mitigación en el Sector Agrícola realizado en 1998 se detectó que las principales emisiones de gases de efecto invernadero se generaban por la fermentación entérica del ganado bovino (aproximadamente 50% de las emisiones nacionales de metano y por el cultivo de arroz (aproximadamente 19% de las emisiones nacionales de metano).

En ulteriores estudios se ha resaltado la necesidad de que en el Ecuador se reinicie a la brevedad los trabajos relacionados con la actualización del inventario de las principales fuentes de emisión de gases de efecto invernadero dentro del Sector Agropecuario; la evaluación de los potenciales impactos económicos, sociales y ambientales que eventualmente causaría la implementación de las medidas de mitigación; y, por último, el desarrollo de propuestas o perfiles de proyectos.

En el campo agrícola se ha previsto la aplicación de un esquema de desarrollo del Sector Arroceros a escala regional, particularmente en la cuenca del Río Guayas (en lo que tiene que ver con proyectos para minimizar las emisiones de metano en el cultivo del arroz, uso de semillas de ciclo reducido y la implementación de composteras para los residuos o remanentes de la cosecha).

En el campo ganadero los procesos de fermentación entérica y el estiércol que genera el ganado bovino constituyen una fuente importante de emisión de metano. Los hatos ganaderos de pequeños y medianos productores podrían convertirse en entes productores de este gas, cuyo uso adecuado supliría la falta de energía en ciertas áreas rurales y urbano marginales.

Adicionalmente, los residuos de este proceso sirven para modificar y mejorar los suelos, dotándolos de nutrientes y minerales. Estos minerales y nutrientes son requerimientos vitales para la obtención de una producción acorde con las necesidades de una agricultura biológica, cada día más requerida por sus bondades naturales y por la eliminación paulatina de fertilizantes de procedencia sintética como son los químicos.



## 2. DESCRIPCIÓN DE LAS MEDIDAS DE MITIGACIÓN Y EVALUACIÓN DE LOS IMPACTOS AMBIENTALES Y SOCIO-ECONÓMICOS DE SU IMPLEMENTACIÓN

### 2.1 DESCRIPCIÓN DE LAS MEDIDAS DE MITIGACIÓN

En el marco del proyecto “Ecuador Climate Change Country Study” se propuso varias medidas de mitigación del Sector Agropecuario frente al Cambio Climático, las que fueron sometidas a un proceso de preselección, luego de lo cual, las medidas escogidas fueron puestas a consideración de los principales actores y autoridades vinculadas al Sector.

Como resultado de este proceso de análisis se identificaron tres medidas de mitigación relacionadas (cuadro 9).

El objetivo de cada una de las medidas se detalla a continuación.

#### *Mejorar la dieta alimentaria del ganado bovino mediante el manejo y gestión de las praderas*

Mejorar la alimentación del ganado bovino balanceando su dieta con leguminosas y gramíneas, lo cual permitirá mejorar los procesos digestivos de los animales y reducir las emisiones de metano, debido a que las leguminosas detentan una gran velocidad de descomposición de sus partes verdes y al alto contenido proteínico de las gramíneas, cuyo desdoblamiento y asimilación de nutrientes por parte del sistema digestivo del rumiante es rápido y de más fácil adsorción, siendo menores los procesos de fermentación y descomposición.

Simultáneamente la medida favorecerá el cambio de las especies forrajeras existentes por otras más productivas, así como el establecimiento de un manejo estabulado o semiestabulado del ganado, lo que se traducirá en una mayor rentabilidad.

#### **Cuadro No. 9: Medidas agrícolas de mitigación prioritizadas**

| MEDIDA | DESCRIPCIÓN   |
|--------|---|
| 1      | Mejorar la dieta alimentaria del ganado bovino mediante el manejo y gestión de las praderas.                      |
| 2      | Manejo del estiércol a través de biodigestores para la eliminación de metano.                                     |
| 3      | Uso y manejo de los desechos o residuos de las cosechas de arroz a través de composteras y procesos de reciclaje. |

#### *Manejo del estiércol a través de biodigestores para la eliminación de metano.*

Realizar un manejo integral del estiércol del ganado bovino mediante la utilización de biodigestores, destinados a aprovechar la energía (gas metano) resultante de la descomposición de los desechos, y a la producción de abono sólido y líquido.

De esta manera se lograría disminuir las emisiones de metano a la atmósfera gracias al aprovechamiento de este gas como sustituto de otras fuentes energéticas utilizadas en zonas rurales (gas licuado de petróleo o madera), y a la producción de abono orgánico, el mismo que utilizado adecuadamente contribuiría a mejorar la calidad de los suelos destinados a pastizales u otro tipo de producción agrícola.

#### *Uso y manejo de los desechos o residuos de las cosechas de arroz a través de composteras y procesos de reciclaje*

Reducir las emisiones de metano a través del manejo y uso de los residuos y desechos de las cosechas, por medio de la implementación de “camas” composteras. De esta manera, la biomasa reciclada o compostada mejorará las propiedades físico - químicas del suelo, regulará y estimulará la nutrición de las plantas y aumentará la productividad.

### 2.2 EVALUACIÓN DE LOS IMPACTOS

Las medidas de mitigación sugeridas en estudios anteriores fueron sometidas a la Evaluación de Impactos Ambientales y Socioeconómicos, así como al Análisis de Viabilidad correspondiente. Los resultados de esta evaluación se presentan a continuación y se suman en el cuadro 10.

#### *Análisis de viabilidad*

El análisis de viabilidad (compatibilidad y barreras de las medidas), así como la evaluación de sus impactos ambientales y sociales ratificaron la selección realizada previamente. Mediante la aplicación de la metodología se confirmó que la implementación de las tres medidas es altamente viable.

En los tres casos se determinó que las barreras identificadas son irrelevantes. Las barreras sociales son superables y vinculadas al bajo nivel educativo de los agricultores, sus bajos niveles de ingreso, el desconocimiento de alternativas tecnológicas y la probable resistencia a cambios en sus prácticas tradicionales.

En el caso de la medida “Manejo del estiércol a través de biodigestores”, se identificó la falta de capacitación de los beneficiarios, aunque sí existe disponibilidad de la tecnología.

Todas las medidas son altamente compatibles con los compromisos internacionales y las políticas, planes y programas nacionales.

Cuadro 10 : Niveles de viabilidad de las medidas de mitigación agrícola

| MEDIDAS  | VIABILIDAD | IMPACTOS AMBIENTALES | IMPACTOS SOCIO ECONOMICOS |
|--|------------|----------------------|---------------------------|
| Mejorar la dieta alimentaria del ganado bovino mediante el manejo y gestión de las praderas                      | Alta       | Bajo positivo        | Bajo positivo             |
| Manejo del estiércol a través de biodigestores para la eliminación de metano                                     | Alto       | Bajo positivo        | Bajo positivo             |
| Uso y manejo de los desechos o residuos de las cosechas de arroz a través de composteras y procesos de reciclaje | Alto       | Bajo positivo        | Bajo positivo             |

### Impactos ambientales

En los tres casos los impactos ambientales son positivos. La medida Manejo y gestión de pastizales, manifiesta un impacto positivo de mayor magnitud sobre el suelo, como consecuencia del manejo equilibrado del forraje y las gramíneas. Los impactos positivos de la medida de Manejo del estiércol a través de los biodigestores, son mayores en el agua y el suelo; mientras que en la medida Uso y manejo de desechos de las cosechas del arroz se definieron impactos negativos sobre la flora, aunque de nivel irrelevante.

### Impactos socioeconómicos

Al igual que los impactos ambientales, casi todos los socioeconómicos de las tres medidas son positivos.

## 3. ESTRATEGIAS PARA VENCER LAS BARRERAS DETECTADAS

Las principales barreras tienen que ver con la falta de capacitación de los niveles técnicos y operativos, la falta de representatividad de productores agropecuarios en la toma de decisiones, el limitado acceso a créditos e incentivos económicos, el acceso a tecnología y a expertos, y la falta de educación de la población estudiantil.

Las estrategias identificadas son de carácter sectorial y, por lo tanto, aplicables a las tres medidas seleccionadas.

*Capacitar a los niveles técnicos y operativos de planificación y ejecución del Sector Agropecuario en el manejo y gestión de praderas, manejo de estiércol y desechos de la producción arrocera*

- Capacitar a través de cursos y seminarios específicos a funcionarios de áreas especializadas del Ministerio de Agricultura y Ganadería (MAG), institutos de investigación agropecuaria y de otros organismos públicos.

- Coordinar con los miembros de los comités agroalimentarios la ejecución de campañas de capacitación y educación de los actores sociales directamente involucrados.
- Mejorar y fortalecer los mecanismos de cooperación e intercambio de información relevante entre los gremios y/o las asociaciones relacionadas con el subsector pecuario.

*Priorizar las acciones de ordenamiento territorial y zonificación agropecuaria, como herramienta de apoyo para el manejo de praderas, estiércol y residuos de las cosechas de arroz.*

- Identificar y caracterizar las nuevas áreas de desarrollo agropecuario a través de un ordenamiento integral de los espacios pecuarios.
- Utilizar la información básica existente en la Dirección Nacional de Recursos Naturales Renovables (DINAREN) sobre Ordenamiento Territorial y Zonificación Agropecuaria como instrumento de apoyo en el proceso orientado al uso racional de los recursos del Sector.
- Creación de centros de información provincial para uso de productores, ONG's, entidades financieras.

*Establecer y/o fortalecer las asociaciones de pequeños y medianos productores agropecuarios para facilitar su gestión dentro de grupos de decisión política, económica y ambiental.*

- Facilitar la formación legal y estatutaria de grupos de productores a fin de permitir un accionar más directo en los grupos de decisión política.
- Capacitar a representantes de los grupos organizados para que gestionen en el ámbito de sus asociados el uso optimizado de los recursos, especialmente los no renovables.
- Promover procesos de capacitación sobre políticas, legislación ambiental a varios niveles y diferentes sectores.

*Facilitar el acceso a créditos agropecuarios para aquellas actividades que promuevan el manejo sustentable de los recursos existentes.*

- Conseguir a través de organismos nacionales e internacionales de crédito, la apertura y priorización de líneas de créditos blandos para aquellos productores que manifiesten acciones encaminadas a minimizar las emisiones de GEI.

*Apoyar los esfuerzos existentes para desarrollar un sistema de incentivos económicos para el manejo adecuado de los recursos naturales.*

- Diseñar mecanismos para establecer incentivos económicos para los gremios que realicen actividades de conservación y manejo de los recursos del Sector.
- Delinear un sistema de sellos verdes o certificaciones que avalen aquellos productos procesados con lineamientos ambientales sanos y seguros.

*Promover, a través de organismos internacionales, la adquisición de la tecnología y financiamiento apropiados para el manejo de praderas, estiércol y desechos del arroz.*

- Identificar fuentes de financiamiento para Pequeñas y Medianas Empresas Comunitarias.
- Estimular las iniciativas estatales, privadas de grupo e individuales, para la adquisición de tecnología apropiadas.

*Fomentar la gestión estatal o privada para canalizar la cooperación técnica de expertos que fortalezca la capacidad técnica nacional.*

- Capacitación del personal de instituciones claves en el análisis de costos y beneficios ambientales en los proyectos de inversión.
- Selección de instituciones y personal clave para un proceso de capacitación en la formulación y evaluación de proyectos relacionados con el Sector.
- Capacitar a funcionarios e integrantes de entidades y organismos públicos y privados sobre mecanismos de análisis costo beneficio de medidas de mitigación.
- Mejorar la capacidad de gestión de los actores clave de los grupos organizados.
- Desarrollar programas de entrenamiento de personal calificado para fortalecer el análisis del beneficio/costo y costo/efectividad aplicable a las condiciones locales.

*Incorporar a la currícula de los niveles medio y superior de establecimientos agropecuarios estudios ambientales básicos con actividades que promuevan conocimientos prácticos.*

- Diseñar y proponer una reforma curricular en el pènsum de estudios tanto al nivel de Colegios Técnicos Agropecuarios como en las Facultades de Ve-

terinaria, Zootecnia, Agronomía y afines, en los que se valore en términos ambientales los recursos naturales renovables y no renovables.

- Incorporar como materias básicas obligatorias tanto teóricas como prácticas, entre otras: Producción y Ambiente, Agroecología, Agricultura Orgánica, Desarrollo Sostenible, Biotecnología, Energías Alternativas, etc., para el mejoramiento de la educación en aspectos ambientales.

## 4. PERFILES DE PROYECTOS

### 4.1 MEJORAMIENTOS DE LA DIETA ALIMENTARIA DEL GANADO BOVINO, MEDIANTE PROGRAMAS DE MANEJO Y GESTIÓN DE LAS PRADERAS

#### *Localización y cobertura*

El proyecto piloto será desarrollado en un área de 50 ha ubicada en la hacienda de las Fuerzas Armadas “Fuerte Atahualpa”, ubicada en la Provincia de Pichincha, Cantón Mejía, Parroquia Aloag, con una carga animal de 60 cabezas de ganado. Posteriormente se replicará la experiencia en las provincias del callejón interandino.

#### *Antecedentes y Justificación*

El estudio de mitigación llevado a efecto en el país generó varias medidas a ser aplicadas dentro del Sector, de las cuales el manejo y gestión de las praderas tiene una gran importancia debido a los impactos que generaría, a su viabilidad y operatividad.

A través del mejoramiento de la dieta del ganado bovino se busca disminuir la producción de gas metano, resultante de la fermentación entérica.

El área geográfica establecida es una zona típicamente ganadera, el uso actual del suelo determinado por la DINAREN, corresponde a espacios geográficos donde existen importantes extensiones de pasturas que sobrepasan las 50 hectáreas.

#### *Objetivos*

Optimizar la dieta alimenticia del ganado bovino y reducir sus emisiones de metano.

Promover la investigación y difusión de tecnologías nuevas adaptadas al Sector Pecuuario nacional, orientadas al mejoramiento de la nutrición animal y a la mitigación de gases con efecto invernadero.

#### *Principales resultados*

- Reducción del 15 - 20% de las emisiones de metano.
- Mejoramiento de la calidad alimenticia del ganado bovino.

- Aceleramiento en los procesos de engorde del ganado bovino.

## 4.2 MANEJO DE ESTIÉRCOL A TRAVÉS DE BIODIGESTORES

### *Localización y cobertura*

La experiencia piloto se desarrollará en la Provincia de Cotopaxi, Cantón Salcedo, hacienda Rumipamba. Posteriormente se replicará el proyecto en todo el país.

### *Antecedentes y Justificación*

El presente proyecto pretende aprovechar las emanaciones de metano que se generan con el estiércol del ganado mediante la implementación de biodigestores que evitan que el gas se emita a la atmósfera y al mismo tiempo permite la producción de energía y abono orgánico.

El manejo del estiércol implica además, todas aquellas otras actividades que se desarrollan alrededor de éste y que generan bienes y servicios, como la utilización del abono sólido (Biosol) proveniente de los biodigestores, aplicación del Biol como acelerante foliar y uso del biogas como generador energético.

### *Objetivo*

Reducir las emisiones de metano en el manejo del estiércol, con la utilización de biodigestores locales.

### *Principales resultados*

- Reducción de 15 - 20% de las emisiones de metano.
- Reducir el uso de fertilizantes químicos.
- Mejorar los ingresos económicos por venta de biosol y productos agrícolas orgánicos.
- Utilizar biogas en actividades domésticas y otros quehaceres agrícolas pequeños.

## 4.3 USO Y MANEJO DE DESECHOS O RESIDUOS DE LAS COSECHAS DE ARROZ A TRAVÉS DE COMPOSTERAS Y PROCESOS DE RECICLAJE

### *Localización y cobertura*

Provincia del Guayas, Cantón Milagro, Parroquia Pedro J. Montero, Granja Experimental “Boliche”.

### *Antecedentes y Justificación*

El presente proyecto está orientado a reducir las emisiones de metano a través del manejo y uso de los residuos y desechos de las cosechas. Con el proyecto piloto planteado se pretende, por un lado, eliminar o al me-

nos reducir las emisiones de gas metano a través del procesamiento de este residuo por medio de la implementación de las “camas” composteras y, por otro, obtener un producto que puede significar ingresos adicionales por la venta de compost.

En caso de uso en la misma parcela de la biomasa reciclada o compostada, se mejorará las propiedades físico - químicas del suelo y aumentará la productividad.

### *Objetivos*

Reducir las emisiones de metano provenientes del cultivo del arroz, con la utilización de técnicas de compostaje y/o reciclaje de residuos de las cosechas.

Promover la investigación y difusión de tecnologías de la utilización del Compost, en el Sector Agropecuario.

Mejorar la calidad del suelo de cultivo mediante la utilización del compost.

### *Principales resultados*

- Reducir alrededor del 15% de las emisiones de metano.
- Mejorar la calidad de vida de la población.
- Reducir el uso de fertilizantes químicos.
- Contribuir significativamente en el mejoramiento de los suelos.
- Mejorar los ingresos económicos por la eventual venta del compost.

## 5. ASPECTOS INSTITUCIONALES

El Ministerio de Agricultura y Ganadería, a través de la Dirección de Recursos Naturales (DINAREN), y el Comité Nacional del Clima serán quienes coordinen la ejecución de los proyectos y serán responsables de las acciones de promoción, difusión y capacitación, en estrecha relación con el Ministerio del Ambiente.

Deberán participar el Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias (INIAP), como responsable de la investigación y transferencia de tecnología, así como el Instituto Nacional de Meteorología e Hidrología (INAMHI), que se encargará del procesamiento y difusión de información climática, y el Consejo Nacional de Recursos Hídricos (CNRH), cuya acción estará ligada a la implantación de la política de riego a nivel nacional.

Un rol relevante tendrán las agencias nacionales e internacionales de promoción, facilitación tecnológica y financiera, así como los institutos de investigación, como las universidades y escuelas politécnicas.

Los gremios de los sectores Agrícola y Forestal, así como los agricultores y ganaderos serán los ejecutores y representantes del sector privado.



---

**ADAPTACIÓN AL CAMBIO CLIMÁTICO.  
EVALUACIÓN DE MEDIDAS Y  
PERFILES DE PROYECTOS**

---



En la Fase II, las evaluaciones en el campo de la adaptación se efectuaron para los sectores forestal y agrícola, sustentados en estudios anteriores de la Fase I elaborados por las mismas instituciones responsables, es decir, Ministerio del Ambiente – CLIRSEN, y Ministerio de Agricultura y Ganadería, respectivamente.

Los resultados de estos estudios constan en los siguientes documentos:

- Evaluación de los impactos ambientales, económicos y sociales de la implementación de las medidas de adaptación al Cambio Climático en el Sector Forestal, elaborado por un esfuerzo conjunto entre el Ministerio del Ambiente y el CLIRSEN.
- Evaluación de los impactos ambientales, económicos y sociales de la implementación de las medidas de adaptación al Cambio Climático en el Sector Agrícola, elaborado por el Ministerio de Agricultura.

### III A SECTOR AGRÍCOLA

#### 1. CARACTERÍSTICAS GENERALES DEL SECTOR

El Sector Agropecuario del Ecuador aporta con alrededor del 12% al Producto Interno Bruto (PIB), brinda empleo directo a un 31% de la población económicamente activa y genera aproximadamente un 48% del total de las divisas, de acuerdo a datos de los últimos años.

Sin embargo, el crecimiento de la producción nacional agropecuaria se ha basado en la ampliación de la frontera agrícola, más que en el mejoramiento de la productividad de los sistemas de producción. Tomando como año base 1954 hasta la fecha, se ha estimado una tasa de crecimiento en el uso del suelo con fines agropecuarios de 5.7% anual en la superficie ocupada, calculándose que se estaría bordeando los 10 millones de hectáreas bajo cultivos y praderas (DINAREN 2000).

En el marco de la Fase I se efectuó el estudio “Vulnerabilidad de la Agricultura ante el Cambio Climático” bajo un análisis de las condiciones climáticas en distintos escenarios que se podrían dar por las variaciones en temperatura y precipitación, indicadores que afectan directamente al Sector Agrícola.

El análisis se efectuó considerando los alimentos estratégicos en la dieta diaria de la población ecuatoriana: arroz, maíz, soya y papa, relacionados con la demanda de producción al año 2010 y 2030, bajo distintos escenarios, en los cuales se estimó diversos incrementos en temperatura y precipitación y corrida de modelos de simulación para la producción agrícola en los sitios de mayor vulnerabilidad a los cambios climáticos: la Cuenca del río Guayas en la Costa y la cuenca del río Guayllabamba en la Sierra.

## 2. DESCRIPCIÓN DE LAS MEDIDAS DE ADAPTACIÓN Y EVALUACIÓN DE LOS IMPACTOS AMBIENTALES Y SOCIO-ECONÓMICOS DE SU IMPLEMENTACIÓN

### 2.1 DESCRIPCIÓN DE LA MEDIDAS DE ADAPTACIÓN

En el marco de la Fase I fueron sugeridas varias medidas de adaptación del Sector Agropecuario frente al Cambio Climático, que fueron sometidas a un proceso de preselección, luego de lo cual, las medidas escogidas fueron puestas a consideración de los principales actores y autoridades vinculadas al Sector.

Como resultado de este proceso de análisis conducido por el Ministerio de Agricultura, se identificaron cinco medidas de adaptación, las que se indican en el cuadro 11 y cuyos objetivos se describen a continuación.

*Zonificación agro ecológica y épocas adecuadas de siembra y cosecha*

Producción agropecuaria sostenida, considerando la vulnerabilidad de las diversas zonas del país a los efectos del cambio climático, conservación de los recursos naturales y protección del ambiente.

*Introducción de variedades de mayor rendimiento*

Incrementar la productividad y disminución de la presión para ampliar la frontera agrícola, evitando la deforestación y procurando mantener la capacidad de captación de carbono, mejorar los sistemas de control biológico integrado e impulsar nuevos usos de la tierra.

*Implementación de sistemas de riego*

Posibilitar un mejor uso del recurso agua a través de la utilización de los sistemas de riego adecuados para cada cultivo y zona de producción, así como reducir un potencial déficit de agua para fines agropecuarios.

*Uso adecuado de fertilizantes*

Aplicar una metodología para regular el uso adecuado de fertilizantes y generar en el suelo condiciones

**Cuadro No. 11: Medidas de adaptación identificadas**

| MEDIDA | DESCRIPCION   |
|--------|---|
| 1      | Zonificación agroecológica y épocas adecuadas de siembra y cosecha. |
| 2      | Introducción de variedades de mayor rendimiento.                    |
| 3      | Implementación de sistemas de riego.                                |
| 4      | Uso adecuado de fertilizantes.                                      |
| 5      | Implementación de un sistema de control de plagas y enfermedades.   |



óptimas de fertilidad, así como alcanzar la máxima productividad en una menor o igual área de cultivos, logrando una diversificación de cultivos que satisfaga la demanda alimenticia a nivel nacional.

#### *Implementación de un sistema de control de plagas y enfermedades*

Reducir los efectos de la contaminación del suelo y del agua superficial, producida por el uso indiscriminado de pesticidas y herbicidas, cuya aplicación está sujeta a los rendimientos decrecientes, lo que hace necesario una aplicación cada vez mayor para mitigar sus efectos y por ende lograr el incremento de la productividad.

Se mitigaría el ataque de plagas y enfermedades si se aplica un paquete tecnológico adaptado a cada zona y para cada cultivo, entre los que se incluyen la rotación de cultivos, la siembra de variedades de resistencia probada, el uso de semillas certificadas y la aplicación de agroquímicos en épocas oportunas y cantidades adecuadas, así como la aplicación de un control biológico integral.

## 2.2 EVALUACIÓN DE LOS IMPACTOS

### *Viabilidad*

Todas las medidas propuestas en el presente estudio presentan una alta viabilidad para su implementación como resultado del análisis de barreras y compatibilidades.

Si bien el análisis muestra que las medidas son altamente compatibles con los planes, programas y acuerdos internacionales, no todas tienen barreras irrelevantes. Las medidas Introducción de sistemas de riego y uso adecuado de fertilizantes presentan barreras aunque superables de tipo social e institucional.

La calificación de altamente viables para todas las medidas evaluadas se explica por la alta compatibilidad, lo que relativiza la presencia de barreras.

### *Impactos ambientales*

En relación a los resultados de los impactos ambientales, las medidas: Zonificación agroecológica, Introducción de variedades de mayor rendimiento, Introducción de sistemas de riego y Sistemas de control de plagas y enfermedades, muestran un nivel de impactos irrelevante en el suelo, la flora y la fauna.

La implementación de la medida Uso adecuado de fertilizantes originaría impactos ambientales por la posible afectación al suelo, flora y fauna vinculada a la utilización de agroquímicos.

### *Impactos socioeconómicos*

Todas las medidas generarían impactos socioeconómicos menores, como por ejemplo en la afectación al uso actual del suelo (medida: Introducción de variedades de mayor rendimiento), a la organización (medidas: Introducción de variedades de mayor rendimiento, Intro-

ducción de sistemas de riego) y sobre los servicios ambientales (medidas: Introducción de variedades de mayor rendimiento, Introducción de sistemas de riego, Sistemas de control de plagas y enfermedades).

### *Análisis financiero*

Para este análisis se consideró la relación beneficio/costo y la tasa interna de retorno bajo dos consideraciones: con y sin externalidades.

Al incluir externalidades en el análisis, la tasa de retorno experimenta un crecimiento importante en todas las medidas, lo cual demuestra que la inclusión de las variables ambientales y sociales en el análisis de costos hace a estas medidas financieramente más atractivas.

Asimismo se puede apreciar que para los dos casos (con y sin externalidades) la tasa interna de retorno es mayor que la tasa de descuento considerada (12%). Esto refleja que todas las medidas son económicamente rentables.

Sin considerar externalidades se observa que las medidas Zonificación agroecológica y Uso adecuado de fertilizantes tienen una tasa interna de retorno (TIR) más alta (22%) debido a su relación directa con el incremento de la productividad.

La medida que experimenta un mayor crecimiento de su TIR al considerar externalidades, del 22% al 55%, es el Uso adecuado de fertilizantes debido a que si se logra una racionalización en la utilización de este tipo de sustancias, disminuyen los efectos negativos sobre la salud y el ambiente.

El cuadro 12 resume el nivel de factibilidad de las medidas analizadas.

## 3. ESTRATEGIAS PARA VENCER LAS BARRERAS DETECTADAS

Las principales barreras detectadas son relacionadas con la coordinación interinstitucional, la falta de tecnología, de capacitación e información, de tipo financiero, así como la no incorporación de las externalidades en la valoración financiera de las medidas.

Para la implementación de las medidas de adaptación del Sector Agropecuario se han definido varias estrategias de carácter sectorial, así como estrategias específicas para cada una de las medidas seleccionadas.

### 3.1 ESTRATEGIAS SECTORIALES

*Coordinar las acciones interinstitucionales con los organismos de desarrollo del Sector Agropecuario relacionadas con la temática, para evitar la duplicidad de funciones y para definir claramente las acciones de cada entidad y aplicar metodologías de trabajo similares o complementarias.*

CUADRO 12: Niveles de factibilidad de las medidas agrícolas de adaptación

| MEDIDAS  | NIVEL DE VIABILIDAD | NIVELES PONDERADOS           |                           | TASA INTERNA DE RETORNO |                    |
|--|---------------------|------------------------------|---------------------------|-------------------------|--------------------|
|  |                     | IMPACTO AMBIENTAL<br>IMPACTO | IMPACTOS SOCIO-ECONÓMICOS | SIN EXTERNALIDADES      | CON EXTERNALIDADES |
| Zonificación agroecológica y épocas adecuadas de siembras y cosechas | Alta                | Irrelevante                  | Irrelevante               | 22                      | 30                 |
| Introducción de variedades de mayor rendimiento.                     | Alta                | Irrelevante                  | Irrelevante               | 14                      | 18                 |
| Implementación de sistemas de riego                                  | Alta                | Irrelevante                  | Irrelevante               | 15                      | 30                 |
| Uso adecuado de fertilizantes  | Alta                | MOD                          | Irrelevante               | 22                      | 55                 |
| Implementación de sistemas de control de plagas y enfermedades       | Alta                | Irrelevante                  | Irrelevante               | 14                      | 27                 |

- Delegar al MAG y a las Direcciones de Información de Recursos Naturales y Ordenamiento Rural y a la Dirección de Gestión Ambiental, mediante Acuerdo Ministerial, la coordinación interinstitucional para la ejecución de los estudios, planes, programas y proyectos.
- Establecer acuerdos o convenios interinstitucionales, para la ejecución e implementación de la zonificación agro ecológica; uso de las tierras y ordenamiento territorial.
- Establecer un sistema de flujo de información sobre las metodologías, alcances y beneficios de la aplicación de las medidas.
- Diseñar políticas para el desarrollo económico y agro-productivo, y para el uso y manejo de los recursos naturales.

*Promover convenios de cooperación con instituciones del sector privado facilitadoras de líneas de crédito con interés subsidiado que beneficie a los pequeños y medianos agricultores para la adquisición de semillas mejoradas, equipos de riego y fertilizantes.*

- Identificación de los proyectos de riego públicos y privados existentes en las dos cuencas consideradas en este proyecto.
- Zonificación agroecológica, que posibilite el uso adecuado y racional de los recursos naturales; uso y conservación del recurso agua y cobertura vegetal de las cuencas en estudio.
- Definición y divulgación intensiva de variedades mejoradas, sistemas de fertilización, sistemas de riego adecuados para cada cuenca y cultivo priorizado.
- Fortalecimiento tecnológico para el uso adecuado de los recursos y mejoramiento de la productividad.

*Concienciar y educar sobre la importancia y beneficios de las variedades mejoradas, los sistemas de riego ade-*

*cuados para cada cultivo y cada región, la fertilización adecuada y el control sistemático de plagas y enfermedades que conlleven al incremento de la productividad y nivel de vida, conservando las condiciones ambientales.*

- Mejorar la productividad y conservación del medio ambiente mediante el uso adecuado de los recursos.
- Establecer programas de capacitación y educación que permita definir variedades de semillas, sistemas de fertilización, sistemas de control de plagas y enfermedades y tipos de riego de mejor adaptación a las condiciones ambientales locales.
- Establecer un sistema de información y base de datos de las principales variedades de semillas, fertilizantes químicos y orgánicos disponibles en el país, sistemas de riego y métodos y técnicas de control de plagas y enfermedades.

*Buscar financiamiento entre los organismos nacionales e internacionales involucrados en el desarrollo agropecuario, que posibilite a los agricultores obtener un incremento en sus rendimientos.*

- Implementar un sistema de financiamiento para la adquisición de variedades mejoradas, fertilizantes adecuados y oportunos para cada cultivo.

*Capacitar y dar asistencia técnica a los pequeños y medianos agricultores en la aplicación de estas medidas.*

- Establecer programas de difusión, educación y concientización sobre el control integral de plagas y enfermedades.
- Mejorar y fortalecer los mecanismos de educación a los gremios y asociaciones relacionadas con el desarrollo del Sector Agropecuario sobre los aspectos de control medio ambiental.
- Fortalecimiento científico y tecnológico del sector para promover el incremento de la productividad y

el mantenimiento de la diversidad genética ante eventuales cambios climáticos.

### 3.2 ESTRATEGIAS ESPECÍFICAS

Para la medida “Zonificación agroecológica y épocas adecuadas de siembra y cosecha” se plantean las siguientes estrategias:

- Participar a los sectores productivos la identificación, formulación y beneficios de la zonificación agropecuaria del país para lograr el apoyo en la aplicación de esta medida.
- Integrar a los sectores involucrados con los organismos de desarrollo agropecuario para implementar una adecuada zonificación y manejo integrado de los recursos naturales y del ambiente.
- Establecer un sistema de flujo de información con los sectores de oposición involucrados en estos estudios.
- Optimizar la producción agrícola, mediante la localización de zonas aptas para los diferentes cultivos priorizados, reduciendo la superficie sembrada y elevando los rendimientos, así como la productividad, procurando la disminución de emisiones especialmente de CO<sub>2</sub> y metano.
- Mantener la producción agropecuaria en niveles que garanticen la seguridad alimenticia, evitando sobreproducciones (pilada y quema de residuos post cosecha) y beneficios de la cosecha en un solo período.

Para la medida “Introducción de variedades de mayor rendimiento” se sugieren las estrategias:

- Generación de semillas certificadas que garanticen la producción. Al mantener niveles productivos altos, las zonas dedicadas a los cultivos serán mejor utilizadas, reduciendo la presión del hombre sobre nuevas áreas de cultivo, evitando así la deforestación.
- Incentivar a las empresas y productores a la utilización de semillas mejoradas y certificadas, lo que redundará en la incorporación de mejores paquetes tecnológicos, que evitarán el uso masivo y descontrolado de pesticidas.

Para la medida “Implementación de sistemas de riego” se han previsto las siguientes estrategias:

- Apoyar el establecimiento de una política y de programas de manejo de cuencas hidrográficas.
- Evaluar la situación actual de los sistemas de riego a nivel nacional y medir su eficiencia, número de beneficiarios y condiciones de infraestructura.
- Reducir los índices de salinidad y sodicidad por el mal uso de los sistemas de riego, mediante la aplicación de medidas correctivas, a través de publicación de manuales operativos y aplicación de medidas preventivas.

- Promover el mejor uso del agua, especialmente la proveniente de sistemas de riego, por medio de la participación directa de los usuarios, optimizando el riego parcelario.
- Difundir el concepto de externalidades dentro del manejo de cuencas hidrográficas altas, evitando la destrucción de la cuenca en beneficio de los usuarios de las partes bajas.

Para la medida “Uso adecuado de fertilizantes” se plantean las siguientes estrategias:

- Mejorar los controles de calidad en los fertilizantes usados con fines agrícolas, para evitar la incorporación de materia inerte a los suelos.
- Evitar el uso de fertilizantes que coadyuven a la emisión de gases por su mal uso, en especial los nitrogenados y fosforados, incentivando el uso de compost y materia orgánica.
- Diversificar los cultivos mediante células de rotación de cultivos para que mediante cadenas sucesivas, se logre el mejor uso de los principios activos.

Para la medida “Implementación de un sistema de control de plagas y enfermedades” se proponen las siguientes estrategias:

- Determinar los umbrales económicos de una emergencia fitosanitaria, para evitar el uso masivo de pesticidas.
- Caracterizar las zonas aptas para cultivos, para evitar la incidencia de plagas y enfermedades en los cultivos seleccionados.

## 4. PERFILES DE PROYECTOS

### 4.1 ZONIFICACIÓN AGRO ECOLÓGICA Y ÉPOCAS ADECUADAS DE SIEMBRAS Y COSECHAS

#### *Localización y Cobertura*

Se plantea un sistema de zonificación de los cultivos de maíz duro, soya y arroz, en las partes bajas de la cuenca del Río Guayas, comprendida por las Provincias del Guayas y Los Ríos; y, adicionalmente, la zonificación de los cultivos de papa, maíz suave seco, en la Cuenca del Río Guayllabamba, concretamente en la Provincia de Pichincha. El proyecto se ejecutará durante 12 meses.

#### *Antecedentes y Justificación*

Cada cuenca hidrográfica presenta una combinación similar de limitaciones, potencialidades y necesidades para el uso y/o manejo de las tierras, y sirve como punto de referencia para el diseño y adaptación de sistemas de

producción agropecuaria apropiados, que sean compatibles con el manejo sostenible de los recursos naturales.

Se plantea un sistema de zonificación agroecológica que permita modificar el patrón actual de la inadecuada utilización de los recursos naturales y baja productividad agropecuaria, de tal manera de lograr una adaptación al probable Cambio Climático.

Si se considera los cambios y el efecto que produce el CO<sub>2</sub> en el Sector Agropecuario, se deduce que incide en la producción debido a la demanda que ciertos cultivos tienen de este compuesto. Se puede asumir que, al duplicarse la cantidad de CO<sub>2</sub> en la atmósfera, algunos cultivos verían incrementada su producción y, en el caso de otros cultivos, sucedería lo contrario. Esto ocasionaría cambios significativos del uso del suelo ya que se ampliarían las áreas de producción de los cultivos considerados y disminuirían las de otros cultivos, en las áreas consideradas. De ahí la necesidad de efectuar una zonificación agroecológica de acuerdo a la respuesta de los cultivos a los probables cambios climáticos.

Este proyecto presenta una alta compatibilidad con los planes regionales y sectoriales, compromisos internacionales, y leyes; así como la presencia de pocas barreras de tipo social e institucional, lo cual hace sea altamente viable para su ejecución.

Los principales beneficios que obtendría el país con la aplicación de este proyecto son: disponer de un sistema de zonificación agrícola adaptada a las condiciones específicas de cada región, como un insumo básico que luego será implementado por los beneficiarios; ratificar el papel de la política para promover la productividad del Sector Agropecuario; contribuir al diseño de políticas nacionales para la planificación regional y ordenamiento territorial y ambiental; y, contribuir al mejoramiento de la calidad de vida de los productores y de la población nacional.

### **Objetivos**

Disponer de un sistema de zonificación agroecológica, en un primer nivel, para los cultivos priorizados, que conlleve a un incremento en la productividad y que promueva el uso ambientalmente adecuado de los recursos naturales.

### **Principales Resultados**

- Disponer de un sistema de zonificación agroecológica, en un primer nivel, que constituya un insumo cuya implementación estará a cargo de los beneficiarios, y que permita el mejor aprovechamiento de los recursos naturales ante los probables cambios climáticos.
- Contar con un sistema de zonificación agroecológica que contribuya a racionalizar y manejar adecuadamente el suelo en los años 2010 y 2030, mediante una diversificación de cultivos.

- Disponibilidad de un sistema de información abierta que permita el fortalecimiento científico y tecnológico del Sector para promover la aplicación y homologación de las metodologías para una zonificación agroecológica.

### **Costo**

El presupuesto estimado para la ejecución del proyecto es de 1'000.000 dólares, del cual el 64% corresponde al establecimiento del Sistema de Información Geográfica, el 31,6% a la caracterización de los recursos biofísicos, y el 4,4% a la identificación de los requerimientos agroecológicos de los cultivos y a la actualización del calendario de siembras y cosechas.

## **4.2 INTRODUCCIÓN DE VARIEDADES DE MAYOR RENDIMIENTOS**

### **Localización y Cobertura**

Se plantea la introducción de variedades de mayor rendimiento de maíz duro, soya y arroz, en las partes bajas de la cuenca del Río Guayas, comprendida por las Provincias del Guayas y Los Ríos y, adicionalmente, la introducción de variedades de papa y maíz suave seco en la Cuenca del Río Guayllabamba, concretamente en la Provincia de Pichincha. El proyecto se ejecutará durante 12 meses.

### **Antecedentes y Justificación**

En la actualidad existe una gran conciencia en relación con los recursos genéticos y su importancia para la humanidad. La discusión se ha enfocado particularmente en la pérdida de variedades tradicionales o erosión genética y en el control del germoplasma por parte de ciertos grupos o empresas comerciales.

La modernización de la agricultura es un objetivo de política permanente para mejorar la productividad del Sector. En este sentido, este proyecto permitirá diseñar estrategias para la difusión y adaptación de nuevas variedades a nivel de pequeño y mediano agricultor y disponer de especies y variedades de nuevos cultivos adaptados a las condiciones climáticas locales y eventuales cambios medio ambientales.

Al introducir variedades de mayor rendimiento se evitará las necesidades de incrementar la superficie de siembra para cumplir con la seguridad alimentaria, con y sin Cambio Climático.

En base al análisis y valoración de compatibilidad y barreras, la ejecución e implementación de este proyecto es altamente viable. Sin embargo, debe considerarse la posible oposición que está generando la utilización de semillas transgénicas, por parte especialmente de grupos ambientalistas, debido al desconocimiento de los efectos que este tipo de soluciones podrían tener sobre la salud y el ambiente.

La implementación de este proyecto traería como beneficios un incremento de la productividad agropecuaria en relación a las variedades tradicionales y un manejo adecuado de sistemas de producción sostenibles, que evite los procesos de degradación afectando la base productiva y causando serios problemas de deterioro ambiental.

### **Objetivos**

Identificar y difundir nuevas tecnologías que incluyan la introducción, validación, adaptación y difusión de semillas de variedades mejoradas, adaptadas a las condiciones climáticas y tecnologías locales de producción, que conlleve a un incremento en la productividad.

### **Principales Resultados**

- Lograr un cambio de mentalidad en los agricultores sobre la utilización de variedades de mayor rendimiento en al menos un 10% de los potenciales beneficiarios.
- Conservación de la variabilidad genética de cada una de las especies de uso agrícola ante eventual Cambio Climático.
- Fortalecimiento científico y tecnológico del Sector Agrícola para promover los beneficios de la introducción y adaptación de variedades mejoradas.

### **Costo**

El presupuesto estimado para la ejecución del proyecto es de 1'608.000 dólares. El mayor porcentaje, 62,2%, corresponde a la introducción y difusión de variedades de altos rendimientos, el 31,1% a la incorporación de normas de fitomejoramiento y el 6,7% restante a las demás actividades consideradas.

### **Análisis beneficio/costo**

Este proyecto está relacionado con la incorporación de nuevas concepciones tecnológicas que garantizan la productividad. Al realizar un análisis financiero, se obtiene un Valor Actual Neto Positivo, lo cual denota que el proyecto es económicamente viable. Adicionalmente, se obtiene una TIR de 14%, sin considerar externalidades, y una TIR más alta equivalente a 18%, considerando externalidades, lo cual muestra que el proyecto es rentable.

## **4.3 IMPLEMENTACIÓN DE SISTEMAS DE RIEGO**

### **Localización y Cobertura**

El proyecto se ejecutará en las partes bajas de la cuenca del Río Guayas, comprendida por las Provincias del Guayas y Los Ríos; y en la Cuenca del Río Guayllabamba, concretamente en la Provincia de Pichincha. La cobertura es de 80.000 ha y la duración de 12 meses.

### **Antecedentes y Justificación**

El recurso agua atraviesa por un conjunto de problemas que tienen como origen causas de orden natural y socio económico. Se debe reconocer que el agua del país, bajo condiciones naturales, se encuentra desigualmente distribuida dificultando su manejo y uso, por lo que se hace imperativo realizar una serie de acciones de orden técnico para posibilitar su mejor uso y aprovechamiento.

Por esto, se plantea la implementación de sistemas de riego que servirán como herramientas para reducir el déficit de agua para fines agropecuarios, a través del diseño de estrategias para mejorar el manejo de agua de riego y la implementación de planes maestros de riego en las corporaciones regionales de desarrollo.

Ante un incremento de 2° C de temperatura y disminución de precipitación, se tendrá una disminución de la producción de arroz, por lo que un adecuado sistema de riego se hace primordial.

Los análisis de valoración de compatibilidad y barreras, presentan ciertas limitaciones para la ejecución e implementación de este proyecto, en los aspectos de orden institucional y social, debido a la falta de conocimiento y de capacitación de los sectores beneficiarios y técnicas optimizadas de riego.

### **Objetivos**

Promover la difusión y transferencia del manejo de los sistemas de riego a los sectores agropecuarios localizados en las dos cuencas consideradas para los cultivos de mayor importancia.

### **Principales Resultados**

- Incremento de áreas de producción con condiciones hídricas aptas para el desarrollo de los cultivos, de Arroz ( 30000 ha.), maíz Duro ( 30000 ha.), en la cuenca del río Guayas; Papa ( 10000 ha. ) y Maíz Suave ( 10000 ha. ) en la Cuenca del río Guayllabamba. Esto permitirá mantener la superficie cultivada y productividad proyectadas para los años 2010 y 2030.
- Conservación y mejoramiento de las condiciones ambientales, mediante el uso racional del recurso hídrico utilizado en el manejo sostenido de los sistemas de producción.
- Fortalecimiento tecnológico del Sector Agrícola para promover los beneficios de la implementación de sistemas de riego adecuados y oportunos.

### **Costos**

El presupuesto estimado para la ejecución del proyecto es de 943.200 dólares, cuyo porcentaje mayor, 64%, corresponde a la transferencia del manejo de los sistemas de riego a los agricultores, 16%, al diseño de

estrategias para mejorar el manejo del agua de riego, y el restante 20% a las demás actividades planteadas.

#### 4.4 USO ADECUADO DE FERTILIZANTES

##### *Localización y Cobertura*

El proyecto se ejecutará en las partes bajas de la cuenca del Río Guayas, comprendida por las Provincias del Guayas y Los Ríos; y en la Cuenca del Río Guayllabamba, concretamente en la Provincia de Pichincha. La duración del proyecto es de 12 meses.

##### *Antecedentes y Justificación*

Ante los potenciales problemas derivados del Cambio Climático, se presenta con urgencia la necesidad de encontrar medidas que permitan mejorar los rendimientos de los cultivos, y desechar la práctica de incrementar la superficie agrícola en detrimento de bosques y otros tipos de cobertura vegetal.

Con frecuencia se confunde el uso de fertilizantes y mecanización con tecnología de producción, lo que en principio se asume como la aplicación de un paquete tecnológico oportuno y eficaz, que apunte al incremento de la producción, pero sin afectar al medio ambiente.

Al contrario de lo expuesto anteriormente, el uso indiscriminado de fertilizantes y aplicación excesiva de maquinaria, acarrea problemas económicos y ambientales, que a mediano y largo plazo, repercute en el deterioro de las condiciones ambientales, con impactos negativos en la producción agropecuaria.

Para contrarrestar esta situación se plantea este proyecto cuyos principales beneficios son: reducir los costos de producción al reducir el uso excesivo de fertilizantes; disminuir el deterioro del entorno ambiental y conservación del recurso suelo, al evitar la acumulación de nutrientes que no son necesarios para el desarrollo del cultivo; y, concientización y educación a los actores de la producción agrícola sobre los beneficios económicos, sociales y ambientales que genera el uso racional de fertilizantes.

El índice de viabilidad para la aplicación de este proyecto, indica que existe alta compatibilidad con los planes sectoriales y regionales, compromisos internacionales, así como con leyes y reglamentos vigentes. Sin embargo, presenta importantes barreras de tipo social e institucional, para su ejecución e implementación, por lo que es indispensable ejecutar acciones a corto plazo para mitigar estas barreras, fundamentalmente las provocadas por la escasa disponibilidad de capital de los agricultores, que no les permite adquirir la cantidad necesaria de fertilizante para su aplicación en el momento oportuno.

##### *Objetivos*

Mantener, mejorar y difundir, los tipos y niveles de fertilización adecuados, que viabilicen el incremento de

la productividad, nivel de vida del Sector Rural y la conservación de las condiciones ambientales locales.

##### *Principales Resultados*

- Lograr un cambio de mentalidad en la utilización adecuada de los fertilizantes en al menos un 10% de los potenciales beneficiarios.
- Lograr la conservación y mejoramiento de los niveles de fertilidad de los suelos, mediante la implantación de la rotación de cultivos, que se adapten a eventuales cambios climáticos.
- Obtener el fortalecimiento del nivel tecnológico del Sector Agrícola para promover los beneficios de la introducción y adaptación de los tipos y niveles de fertilización.

##### *Costo*

El presupuesto estimado para la ejecución del proyecto es de 966.000 dólares, del cual el 54% corresponde a las recomendaciones para la aplicación adecuada de los fertilizantes, el 20% al intercambio de información sobre fertilidad del suelo, el 12% al establecimiento de las estrategias para la rotación de cultivos, y el 14% restante a la identificación y análisis de los tipos de fertilización y a la evaluación de la utilización por parte de los beneficiarios.

##### *Análisis beneficio/costo*

La incorporación de insumos en el paquete tecnológico aplicado para el Sector Agrícola, casi siempre genera un incremento en la producción y productividad. En este proyecto la TIR sin considerar las externalidades muestran un índice del 22% y con externalidades sube sustancialmente al 55%, esto se debe al incremento en la producción de fertilizantes, abonos orgánicos y nuevas industrias, mejores canales de comercialización y por consiguiente incremento neto en la producción de cosechas. Adicionalmente, el proyecto presenta un Valor Actual Neto Positivo, lo cual muestra que es un proyecto económicamente viable.

#### 4.5 IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA DE CONTROL DE PLAGAS Y ENFERMEDADES

##### *Localización y Cobertura*

El proyecto se ejecutará en las partes bajas de la cuenca del Río Guayas (comprendida por las Provincias del Guayas y Los Ríos) y en la Cuenca del Río Guayllabamba, concretamente en la Provincia de Pichincha. La duración del proyecto es de 12 meses.

##### *Antecedentes*

La agricultura crea, establece y mantiene agroecosistemas en los cuales la diversidad de especies es de las más reducidas, lo que se debe a que el hombre con la

aplicación de paquetes tecnológicos modernos que incluyen el uso inadecuado de pesticidas, herbicidas para el control de plagas y enfermedades, elimina artificialmente toda competencia inter específica para favorecer a un pequeño número de plantas cultivadas.

El efecto del ataque de plagas y enfermedades se mitigará si se aplica un paquete tecnológico adaptado a cada zona y para cada cultivo, entre los que se incluye: rotación de cultivos, siembra de variedades de resistencia probada, semillas certificadas y aplicación de agroquímicos en épocas oportunas y cantidades adecuadas.

El cambio de actitud de las nuevas generaciones de productores agropecuarios con respecto a la vida silvestre, utilización de pesticidas y el manejo integrado de plagas y enfermedades de las plantas, hacen que una serie de actividades relacionadas con la producción se mantengan con otros conceptos, en los cuales el manejo de los recursos naturales, mejoramiento de la calidad de los alimentos estén íntimamente relacionados.

El Cambio Climático que está generando el incremento de la temperatura y la variación de los regímenes de humedad producirá, probablemente, la aparición más frecuente de plagas y enfermedades. De allí la importancia de este proyecto para apoyar la adaptación del Sector Agrícola a los Cambios Climáticos.

#### **Objetivos**

Identificar los ciclos biológicos, hábitos y daños de los principales insectos plaga y microorganismos patógenos, que persistan en los cultivos seleccionados (arroz, maíz, soya y papa), así como definir las diferentes estrategias recomendadas para su control.

#### **Principales Resultados**

- Sistema de control de plagas y enfermedades para lograr el incremento de la productividad proyectada para los años 2010 y 2030, mediante la modernización de la tecnología local de producción, que incluya el uso del tipo y niveles de agroquímicos adecuados para el control de plagas y enfermedades.
- Mejoramiento del uso y manejo de los niveles de pesticidas y agroquímicos, de acuerdo al tipo de cultivo y condiciones ambientales locales
- Fortalecimiento del nivel tecnológico del Sector Agrícola para promover los beneficios del uso adecuado y oportuno de los pesticidas que posibilite el incremento de la productividad y calidad de vida del agricultor, y el mejoramiento del medio ambiente.

#### **Costo**

El presupuesto estimado para la ejecución del proyecto es de 1'300.000 dólares, del cual el 54% corresponde a la identificación de las zonas libres de plagas y enfermedades, el 24 % a la evaluación del impacto ambiental de los pesticidas en el Sector Agropecuario, el

15% a la difusión de información de controles integrados, y el 7% restante a la identificación y análisis del umbral económico de plagas y al diseño de la campaña fitosanitaria.

## **5. ASPECTOS INSTITUCIONALES**

El Ministerio de Agricultura y Ganadería, a través de la Dirección de Recursos Naturales (DINAREN), y el Comité Nacional del Clima coordinarán la ejecución de estos proyectos y serán responsables de las acciones de promoción, difusión y capacitación, en estrecha relación con el Ministerio del Ambiente.

Deberán participar el Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias (INIAP), como responsable de la investigación y transferencia de tecnología, así como el Instituto Nacional de Meteorología e Hidrología (INAMHI), para el procesamiento y difusión de información climática, y el Consejo Nacional de Recursos Hídricos (CNRH), cuya acción estará ligada a la implantación de la política de riego a nivel nacional.

Un rol relevante tendrán las agencias nacionales e internacionales de promoción, facilitación tecnológica y financiera, así como los institutos de investigación, como las universidades y escuelas politécnicas.

Los gremios de los sectores Agrícola y Forestal, así como los agricultores y ganaderos serán los ejecutores y representantes del sector privado.

## **III B SECTOR FORESTAL**

### **1. CARACTERÍSTICAS GENERALES DEL SECTOR**

Los resultados de los estudios sobre los posibles efectos del cambio climático en el Ecuador demuestran la importancia de que el país tome medidas para su prevención y la generación de políticas adecuadas y oportunas para la adaptación, la mitigación de sus efectos y la construcción de una capacidad nacional para la negociación de proyectos.

En razón de la gran vulnerabilidad de determinados ecosistemas forestales a los cambios climáticos, así como de su capacidad de actuar en sumideros de carbono, se han propuesto una serie de medidas de adaptación a fin de preservar o, mejor aún, de expandir la superficie que actualmente ocupan los bosques en el territorio nacional y que es del 45%.

El estudio "Evaluación de la Vulnerabilidad de los Ecosistemas Forestales al Cambio Climático", elaborado en la Fase I, determinó que ante un escenario de cambio climático con incremento de 2° C y una disminución de

la precipitación en un 15%, la tendencia predominante era hacia el incremento de zonas secas, definiéndose tres zonas críticas:

**Zona A:** Comprende las regiones costeras de las provincias de El Oro, Guayas y Manabí, que se encuentran bajo la influencia de la Corriente Fría de Humboldt. La deforestación producida en la región junto a la incidencia de la Corriente Fría, determinan la sequedad a la que está tendiendo esta zona. Aquí predominaría el matorral desértico tropical, matorral desértico subtropical, y bosque muy seco tropical.

**Zona B:** Comprende las regiones de las provincias centrales de la región interandina, en las que predominarían las zonas de bosque seco templado cálido y la estepa espinosa templada cálida.

**Zona C:** Ubicada en las provincias de Loja y parte de El Oro, afectadas por un acelerado proceso de desertificación y erosión. Aquí predominarían las zonas de vida bosque seco subtropical y bosque muy seco tropical. (Robalino, 1998)

La selección y priorización de las medidas de Adaptación del Sector Forestal y la evaluación subsecuente se realizó en este contexto.

## 2. DESCRIPCIÓN DE LAS MEDIDAS Y EVALUACIÓN DE LOS IMPACTOS AMBIENTALES Y SOCIO-ECONÓMICOS DE SU IMPLEMENTACIÓN

### 2.1 DESCRIPCIÓN DE LAS MEDIDAS DE ADAPTACIÓN

De las zonas críticas identificadas surgieron varias medidas “ candidatas” que fueron sometidas a un procedimiento de confrontación, a fin de determinar su grado de importancia, con lo cual se procedió a su jerarquización, y formulación como medidas preliminares de Adaptación.

Luego del proceso anterior, se definió un listado de medidas que fue sometida a la evaluación de los impactos (cuadro 13). Los objetivos de las medidas se describen a continuación.

#### **Plantaciones forestales de protección**

Formar masas forestales para controlar procesos erosivos, regular el régimen hídrico, captar CO<sub>2</sub> y disminuir su vulnerabilidad frente al Cambio Climático.

Mejorar las condiciones físico y ambientales de las zonas críticas mediante la implantación de masas forestales de protección ambiental.

Aumentar la capacidad de retención de agua por medio de las plantaciones, recuperando el ciclo hidrológico.

#### **Protección forestal contra incendios**

Difundir e implementar actividades de prevención y control, para disminuir el nivel de ocurrencia de incendios forestales en un escenario de Cambio Climático previsible.

Proteger las cuencas hidrográficas de daños atribuibles al incendio como erosión, sedimentación e incluso inundación, así como la disminución de las reservas de aguas subterráneas y del caudal de agua de la base, la contaminación de las aguas en drenajes, quebradas y ríos.

Proteger la biodiversidad de plantas y animales y por lo tanto, las interrelaciones y el papel ecológico en el ecosistema.

#### **Protección forestal contra plagas y enfermedades**

Implementar actividades de prevención y control para disminuir el nivel de ocurrencia de plagas y enfermedades, que afectarían los bosques y, con ello, su función almacenadora de carbono.

#### **Desarrollo rural integral en cuencas hidrográficas**

Formular e implementar un programa de desarrollo rural integral, considerando el manejo sustentable de las cuencas hidrográficas para preservar el recurso suelo, la vegetación y agua.

Proteger el suelo de procesos erosivos provocados por los fenómenos climáticos, especialmente en las áreas con escasa cobertura vegetal.

Conservar la calidad y cantidad de agua proveniente de las microcuencas con el fin de asegurar este recurso natural a las poblaciones asentadas en la zona baja de las microcuencas.

**Cuadro No. 13: Medidas de adaptación forestal priorizadas**

| MEDIDA | DESCRIPCIÓN   |
|--------|---|
| 1      | Plantaciones forestales de protección.              |
| 2      | Protección forestal contra incendios.               |
| 3      | Protección forestal contra plagas y enfermedades.   |
| 4      | Desarrollo rural integral en cuencas hidrográficas. |
| 5      | Sistemas agroforestales.                            |
| 6      | Sistemas silvopastoriles.                           |
| 7      | Manejo sustentable de bosques nativos.              |
| 8      | Manejo sustentable de plantaciones de producción.   |
| 9      | Programa integral antidesertificación.              |
| 10     | Manejo sustentable de ecosistemas frágiles.         |



Conservar y mantener los recursos suelo, agua y vegetación especialmente vulnerables al Cambio Climático en las cuencas.

#### **Sistemas agroforestales**

Incrementar la utilización de especies forestales en el área agrícola para mejorar la productividad y frenar el deterioro del recurso suelo por efecto de la erosión eólica e hídrica, y a la vez incrementar la cobertura vegetal en áreas críticas.

Fomentar la plantación de árboles y arbustos en asociación con cultivos agrícolas, a fin de que las especies plantadas ofrezcan beneficios adicionales a los propietarios, como madera, leña, frutos, protección de los cultivos, mejoramiento de suelos, etc.

#### **Sistemas silvopastoriles**

Incrementar la utilización de especies forestales de usos múltiple, que proporcionen forraje y leña y disminuyan el deterioro del suelo por el sobrepastoreo en áreas críticas.

Fomentar la plantación de árboles y arbustos en asociación con pastizales, a fin de que las especies plantadas ofrezcan beneficios adicionales a los propietarios, como madera, leña y frutos, protección al ganado y a los pastos ante los efectos del clima, y aporte de materia orgánica a los suelos.

Disminuir el avance de la frontera ganadera.

Conservar los remanentes boscosos para asegurar su adaptación al Cambio Climático.

#### **Manejo sustentable de bosques nativos**

Implementar técnicas de manejo forestal para bosques nativos bajo el principio de sustentabilidad, para la obtención de productos maderables y no maderables, asegurando su conservación y la continuidad de sus procesos biológicos y contribuyendo a la adaptación al Cambio Climático.

Propiciar el desarrollo, conservación y aprovechamiento sostenido de los bosques, mediante el manejo sustentable realizado por las comunidades.

#### **Manejo sustentable de plantaciones de producción.**

Implementar las técnicas de manejo forestal de plantaciones para la obtención de productos maderables para disminuir la presión sobre los bosques nativos.

Fomentar el establecimiento de plantaciones forestales de calidad, propiciar su adecuado mantenimiento y reposición, con la finalidad de producir materias primas industriales y de disminuir la presión sobre los bosques nativos.

Lograr la participación de todos los actores relacionados con el Sector Forestal en el fomento de actividades de forestación y reforestación.

Contribuir en forma efectiva, con la actividad de forestación, al desarrollo social y económico.

#### **Programa integral antidesertificación**

Formular e implementar programas integrales anti-desertificación para preservar el recurso suelo y agua en las zonas críticas identificadas en el estudio de vulnerabilidad.

Proteger el suelo de procesos erosivos provocados por los fenómenos climáticos, especialmente en áreas con escasa cobertura vegetal.

Conservar y mantener los elementos suelo, vegetación y agua, especialmente vulnerables al Cambio Climático.

#### **Manejo sustentable de ecosistemas frágiles**

Formular e implementar actividades compatibles con la conservación de ecosistemas vulnerables al Cambio Climático como son los páramos, humedales y manglares.

Conservar un banco genético de especies vegetales y animales adaptadas al Cambio Climático.

Mantener estos ecosistemas como corredores biológicos de especies vegetales y animales para facilitar el proceso de adaptación al Cambio Climático.

Conservar y proteger los recursos naturales mediante la aplicación de prácticas de manejo sustentable del agua y del suelo.

## **2.2 EVALUACIÓN DE LOS IMPACTOS**

La evaluación de los impactos, de acuerdo a la metodología establecida, consideró las cuatro etapas consecutivas: la viabilidad, la evaluación de impactos ambientales y socio-económicas, la valoración financiero-ambiental y el análisis integrado de (factibilidad) de los componentes.

La evaluación determinó que las medidas seleccionadas son compatibles en alto grado con los planes generales de gestión ambiental del país y con los planes del Sector Forestal del Estado ecuatoriano (Estrategia Ambiental de Desarrollo Sostenible, Desarrollo Forestal, Estrategia Nacional de Conservación de la Biodiversidad, Plan Estratégico del SNAP). Además, las medidas son compatibles con los esfuerzos internacionales sobre Cambios Climáticos, Desertificación y Desarrollo Sostenible y con las leyes y reglamentos del Sector Forestal.

Las medidas no presentan barreras técnicas, institucionales o socio culturales de importancia.

Por las razones arriba señaladas, el nivel de viabilidad de las medidas analizadas es alto o medio, en tanto que el impacto es positivo (cuadro 14).

Cuadro No. 14: Factibilidad total de las medidas de adaptación forestal

| MEDIDAS DE ADAPTACIÓN                        | NIVEL DE VIABILIDAD | NIVEL DE IMPACTOS | VIABILIDAD FINANCIERA | NIVEL DE FACTIBILIDAD |
|--|---------------------|-------------------|-----------------------|-----------------------|
| Plantaciones forestales de protección        | Alta                | Medio Positivo    | Alta                  | Alto                  |
| Manejo sustentable para plantaciones         | Alta                | Medio Positivo    | Media                 | Alto                  |
| Programas de desarrollo integral en CC.HH    | Alta                | Bajo Positivo     | Media                 | Medio                 |
| Sistemas silvopastoriles                     | Media               | Bajo Positivo     | Alta                  | Medio                 |
| Sistemas agroforestales                      | Media               | Bajo Positivo     | Alta                  | Medio                 |
| Protección contra plagas                     | Media               | Bajo Positivo     | Media                 | Medio                 |
| Protección contra incendios.                 | Media               | Bajo Positivo     | Media                 | Medio                 |
| Manejo sustentable para bosques nativos.     | Alta                | Medio Positivo    | Baja                  | Bajo                  |
| Programa de manejo para ecosistemas frágiles | Alta                | Medio Positivo    | Baja                  | Bajo                  |
| Programas integrales antidesertificación     | Media               | Bajo Positivo     | Baja                  | Bajo                  |

El análisis financiero permite concluir que todas las medidas con valoración de externalidades (servicios ambientales, captación de Carbono) tienen tasas beneficio/costo mayores a uno y Tasas Internas de Retorno (TIR) superiores al 12% (con una excepción, Manejo Sustentable de bosques nativos) lo que demuestra que la mayoría de las medidas son financieramente aceptables.

Las medidas Plantaciones forestales de protección, Protección contra incendios forestales y Manejo sustentable de plantaciones forestales tienen una mayor rentabilidad, y generan importantes beneficios ambientales considerando la población que se beneficia con las medidas de manera directa e indirecta.

Las plantaciones forestales de protección contribuyen sustancialmente a mantener el régimen hídrico y protección del suelo, por tanto inciden en el proceso restauración de la cubierta vegetal y en los servicios ambientales, como la captación de CO<sub>2</sub>.

La medida Protección Forestal contra incendios asegura la permanencia de masas forestales existentes, con ello la calidad del medio ambiente y el carbono fijado.

El Manejo de plantaciones forestales con fines de producción reporta beneficios económicos directos ya que ofrece fuentes de ingreso a los pobladores del Sector Rural, además de beneficios ambientales, pues en la fase de crecimiento la captación de carbono es bastante significativa.

Del análisis de Factibilidad Total se desprende que las medidas: Plantaciones forestales de protección y Manejo Sustentable para Plantaciones tienen un nivel alto de factibilidad.

Las medidas: Programa de Desarrollo Integral de Cuencas Hidrográficas, Sistemas Silvopastoriles, Sistemas Agroforestales, Protección contra Plagas y Protección contra incendios tienen un nivel medio de factibilidad, dado que la aplicación de las mismas demandarán un mayor esfuerzo para superar ciertas barreras identificadas en lo pertinente a la viabilidad y al análisis financiero-ambiental.

Las medidas: Manejo Sustentable de Bosques Nativos, Programa de Manejo de Ecosistemas Frágiles y Programa Antidesertificación tienen un nivel bajo de factibilidad. Sin embargo, en la medida "Programa Antidesertificación", si se valorara un mayor número de externalidades positivas podría mejorar su nivel de factibilidad.

### 3. ESTRATEGIAS PARA VENCER LAS BARRERAS DETECTADAS

Las principales barreras detectadas están relacionadas con la planificación territorial, la falta de capacitación e información, la falta de certificaciones ambientales, el financiamiento y falta de incentivos, la falta de normativa, la valoración de los servicios ambientales.

Las estrategias detectadas para vencer las barreras han sido categorizadas como sectoriales (cuando su aplicación es válida para varias medidas) y específicas (cuando su aplicación es válida para una medida).

#### 3.1 ESTRATEGIAS SECTORIALES

Las estrategias sectoriales se las formuló en base al análisis de compatibilidad y barreras de cada una de las

medidas. Se detectó problemas comunes en esta fase y se establecen estrategias que intentan minimizar la incidencia de barreras e incrementar sus niveles de compatibilidad con los lineamientos generales del Sector Forestal.

*Formular e implementar, como estrategia social, programas de capacitación forestal - ambiental dirigidos a los niveles preprimario, primario y medio de la educación formal, especialmente en las zonas rurales.*

- Procurar una coordinación estrecha entre Ministerio de Educación, Ministerio de Ambiente, Organizaciones no gubernamentales, Consejos Provinciales y Municipios.
- Formular e impulsar mecanismos de implementación de programas de capacitación forestal campesina, a nivel nacional, para lograr cambios de actitud en la población rural

*Impulsar el establecimiento de un fondo nacional forestal que permita manejar el Sector Forestal con una visión de resultados a corto, mediano y largo plazo, considerando que la actividad forestal genera beneficios a largo plazo, que muchos de estos beneficios son intangibles y que sus efectos positivos son a nivel mundial.*

- Buscar financiamiento mediante fuentes nacionales e internacionales, en base a la posibilidad de obtener recursos derivados de los programas internacionales de Cambio Climático, Desarrollo Sustentable y Conservación de Recursos Naturales.
- Establecer impuestos por uso de los servicios ambientales, como suelo y agua.
- Establecer impuestos por contaminación, principalmente del parque automotor de las grandes ciudades.
- Elaborar análisis económicos que demuestren que la inversión forestal es generadora de ingresos a largo plazo, y de rentabilidad aceptable.

*Elaborar el ordenamiento territorial forestal a nivel nacional, como un instrumento de análisis y planificación para la actividad del Sector Forestal con visión a largo plazo.*

- Implementar un modelo de planificación intersectorial, que proporcione un nivel de seguridad adecuado para disminuir el nivel de riesgo de las inversiones, a consecuencia de la falta de estabilidad.
- Definir específicamente las aptitudes potenciales de los suelos forestales, por ejemplo: áreas potenciales para plantaciones de protección, plantaciones productivas, bosques nativos.
- Capacitar, a nivel técnico, en cuanto al manejo de instrumentos básicos para la planificación forestal.
- Fomentar la actividad forestal a largo plazo, como alternativa económica.

## 3.2 ESTRATEGIAS ESPECÍFICAS

### 3.2.1 MANEJO SUSTENTABLE DE BOSQUES NATIVOS

*Propender y vigilar la aplicación de la normativa en campo, que permita evaluar los resultados del aprovechamiento forestal y que establezca regulaciones para la mitigación de los impactos sociales y ambientales, generados del aprovechamiento.*

- Promover la descentralización, de modo que se permita asumir responsabilidades a los organismos seccionales.
- Procurar el cumplimiento de la normativa técnica en campo, en lo referente al aprovechamiento forestal sustentable.
- Establecer programas de capacitación profesional sobre los procedimientos técnicos en el contexto de un manejo sustentable.
- Establecer campañas de concientización a los pequeños, medianos y grandes productores, sobre la importancia de aplicar las normas técnicas para asegurar la productividad de los bosques, y de esta manera generar beneficios económicos constantes y con visión de futuro.

*Promover la certificación forestal voluntaria como herramienta para ofrecer, en el mercado nacional e internacional, productos forestales ambientalmente certificados.*

- Asignar a los productos certificados un mayor valor comercial, comparativamente con otros que provienen de bosques nativos sin ningún tipo de manejo forestal.
- Promover, a nivel interno, los cambios en las características de los productos forestales que determinan la oferta y la demanda del mercado, de modo que se incorpore la certificación ambiental y se promocióne el manejo forestal sustentable.
- Mantener los cupos de exportación de los productos forestales, garantizando su competitividad mediante la certificación ambiental.
- Capacitar a todos los niveles sobre la trascendencia de las exigencias del mercado sobre el manejo ambiental.

### 3.2.2 PLANTACIONES FORESTALES DE PROTECCIÓN

*Promover el pago por servicios ambientales, a nivel nacional e internacional, hacia los pobladores rurales.*

- Promover la apertura en el mercado a nivel nacional e internacional de los productos no maderables y el pago por servicios ambientales, para generar alternativas económicas a corto plazo para los pobladores rurales.
- Generar un mecanismo de transferencia de la zona urbana beneficiaria de los servicios ambientales, como agua y calidad de aire, a los pobladores rurales que implementan y manejan las plantaciones.

### 3.2.3 MANEJO SUSTENTABLE DE PLANTACIONES DE PRODUCCIÓN

- Promover un sistema de incentivos para pequeños y medianos productores de madera, con el propósito de solventar las necesidades de subsistencia a corto plazo.

### 3.2.4 IMPLEMENTACIÓN DE SISTEMAS AGROFORESTALES, IMPLEMENTACIÓN DE SISTEMAS SILVOPASTORILES

*Implementar un sistema de información de agroforestería, para obtener una red informativa a nivel nacional*

- Implementar una base de datos sobre experiencias agroforestales y silvopastoriles, de manera que se sistematicen las experiencias aisladas que se han realizado a nivel nacional.
- Elaborar una red informática interinstitucional que capte la sistematización de experiencia de los ejecutores.
- Elección adecuada de las especies forestales de uso múltiple para sistemas agroforestales y silvopastoriles, para garantizar la calidad de los datos e información determinada en la Red.

## 4. PERFILES DE PROYECTOS

### 4.1 ACTIVIDADES PRODUCTIVAS COMUNITARIAS PARA LA OBTENCIÓN DE PRODUCTOS NO MADERABLES EN LOS REMANENTES DE BOSQUES SECOS DEL CANTÓN EL CARMEN

#### **Localización y Cobertura**

Cantón El Carmen, Provincia de Manabí en un área potencial de 5.000 ha y por un período de 5 años.

#### **Antecedentes y Justificación**

La evaluación de vulnerabilidad del sector forestal designó como una zona de riesgo a la provincia de Manabí que se encuentra bajo la influencia de la Corriente Fría de Humboldt, lo que determina las condiciones de sequedad agravada por la alta tasa de deforestación. La ejecución del proyecto permitirá disminuir la presión existente hacia los remanentes de bosques, asegurando su conservación y el proceso de adaptación de los ecosistemas forestales al Cambio Climático

#### **Objetivo**

Fomentar el desarrollo, la conservación y el aprovechamiento racional de los bosques nativos, a través de la planificación y aplicación de sistemas de manejo forestal sustentable para la obtención de productos no maderables, para asegurar la conservación de los bos-

ques naturales como banco genético y corredor biológico y optimizar el proceso de adaptación de los ecosistemas forestales.

#### **Resultados Esperados.**

- Sistemas de aprovechamiento de productos no maderables se aplican en 30 comunidades campesinas propietarias de bosques nativos.
- 10 microempresas comunitarias organizadas, que obtienen su materia prima de los bosques nativos.
- Disminución del 1% de los volúmenes extraídos de madera de los bosques comunales.
- Promoción y apertura del mercado por medio de un punto de venta establecido.
- Una parcela demostrativa por comunidad, como banco de semillas forestales y unidad de cría de especies animales nativas de consumo humano.
- Reducción de la tasa de deforestación y conservación de remanentes de bosques nativos, sus recursos biológicos y los servicios ambientales.

#### **Costo Total**

El presupuesto estimado es de 1'250.000 USD, sin considerar la parte administrativa.

#### **Beneficios**

La inversión para la implementación del proyecto origina beneficio sociales y ambientales. Financiera-mente el retorno económico es a largo plazo y serán las comunidades beneficiarias las que reciban este ingreso. A continuación se mencionan algunos beneficios originados de la ejecución del proyecto.

1. Aumento del nivel de ingresos del poblador campesino.
2. Generación de fuentes de trabajo alternativas para hombres y mujeres.
3. Disminución de la tasa de deforestación en la zona de ejecución del proyecto y conservación de los escasos remanentes boscosos de la zona.
4. Activación de la parte productiva de las comunidades.
5. Implementación de microempresas comunitarias con capacidad de autogestión.

### 4.2 MANEJO SUSTENTABLE DE PLANTACIONES FORESTALES EN LAS PROVINCIAS DE COTOPAXI Y TUNGURAHUA

#### **Localización y Cobertura**

Provincias de Cotopaxi y Tungurahua en propiedades particulares de pequeños y medianos productores, de 20.000 ha y con una duración de 20 años.

### **Antecedentes y Justificación**

La forestación y la reforestación aumentan la cantidad de carbono almacenado en la vegetación (sobre tierra y bajo tierra), en la materia orgánica muerta y, a mediano y largo plazo, en los productos de la madera.

Se estima una captación de 125 Toneladas de carbono por hectárea en bosque tropical y 5.5 ton/ha/año en plantaciones forestales lo que, en período de rotación de 30 años, la captación total equivale a 175 toneladas de carbono almacenado.

La vegetación nativa de la Sierra fue relegada a los pequeños espacios inhóspitos y poco accesibles. Menos del 3% de la superficie de la región interandina se encuentran todavía con masas boscosas naturales. El país ha realizado plantaciones forestales, en su mayoría masivas; sin embargo, no responden a las prioridades del sector productivo.

El proyecto se establecerá en las provincias de Cotopaxi y Tungurahua, ubicadas en una zona de impactos definida en el estudio de vulnerabilidad.

### **Objetivo**

Contribuir a reducir el desbalance entre la forestación y la deforestación del país, mediante el establecimiento de plantaciones, basadas en un ordenamiento territorial forestal para favorecer la adaptación de los ecosistemas forestales al Cambio Climático y mejorar las condiciones de vida de la población rural.

### **Resultados Principales**

- 20.000 hectáreas plantadas y superficies bajo manejo producen beneficios económicos y ofrecen servicios ecológicos: conservación de suelos, régimen hídrico, mantienen y captan carbono en la masa forestal.
- 15 empresas forestales comunitarias establecidas tanto financiera como socialmente.
- Una base de datos interinstitucional que proporcione información sobre ubicación, especies, crecimiento, rendimiento, volúmenes y sistemas de manejo de los diferentes tipos de plantaciones.
- Una organización de productores forestales en áreas de concentración de plantaciones.

### **Costo Global**

El proyecto tiene un costo de USD 36.000.000, estos costos incluyen la plantación, el manejo silvicultural y el aprovechamiento final.

### **Análisis beneficio/costo**

Los beneficios económicos generados por este tipo de plantaciones, son los equivalentes a los ingresos por concepto de madera, que corresponde a un ingreso neto

de 5.000 USD por hectárea en un período de 20 años, y un ingreso total para el área de 20.000 hectáreas de 100.000.000 USD que obtienen los productores.

El proyecto manejo de plantaciones tiene una tasa interna de retorno de 28.8%.

## **4.3 DESARROLLO RURAL INTEGRAL SUSTENTABLE EN MICROCUENCAS HIDROGRÁFICAS EN LA PROVINCIA DE LOJA**

### **Localización y Cobertura**

El área de intervención se halla ubicada en la parte Sur-Occidental de la Provincia de Loja. Comprende los cantones de Celica, Macará, Pindal, Puyango y Zapotillo, en un área de 20.000 ha. El proyecto tendrá 10 años de duración.

### **Antecedentes y Justificación**

La cuenca hidrográfica es una unidad geográfica fundamental para el diseño y la aplicación de planes de ordenamiento territorial, por lo que es trascendental para la planificación del desarrollo rural integral de las comunidades que se asientan en su área de influencia.

Los cambios en los regímenes hídricos afectan directamente en la calidad y cantidad de agua que se mantiene en los cauces de las cuencas hidrográficas. Considerando el fenómeno de Cambio Climático, estos ciclos hídricos sufrirán modificaciones sustanciales que ponen el peligro la sobrevivencia de los pobladores inmersos en las áreas altas y bajas de las cuencas. Un manejo adecuado de los recursos, previene el nivel de impacto de estos efectos. La construcción de infraestructura comunitaria permitirá mitigar los daños causados por la erosión hídrica. La reforestación ayuda a mantener el nivel de humedad ambiental en las tierras altas, además de fijar carbono.

La Provincia de Loja se encuentra ubicada en una zona vulnerable a los cambios climáticos. También se encuentra afectada por procesos de desertificación y degradación de los recursos naturales renovables. La parte suroccidental de la provincia está en una zona de transición entre los Andes y la Costa del Ecuador, lo que determina variación de altitud, temperatura, pluviosidad, etc.

Los ecosistemas frágiles, como los bosques secos de la Provincia de Loja constituyen áreas particularmente vulnerables a los cambios climáticos, tal como fueron definidas en el estudio de vulnerabilidad.

### **Objetivo**

Aplicar un programa piloto para desarrollo rural integral de la provincia de Loja, a fin de conservar y restaurar las microcuencas y sus recursos.

### **Resultados Principales**

- Las fincas integradas instaladas promueven un manejo adecuado del suelo y reducen un 50% los niveles de erosión comparativamente con prácticas de uso tradicional de tierra.
- 8000 hectáreas de plantaciones forestales de protección y conservación de la biomasa para retener carbono y mantener el microclima regional.
- Obras de infraestructura construidas en 20 comunidades que contribuyen ambientalmente al control de la erosión, la reserva y distribución de agua, y el mantenimiento de la red vial.

### **Costo Global**

El costo estimado del proyecto es de US\$ 2.000.000.

### **Beneficios**

El proyecto genera beneficios sociales y ambientales. Ambientalmente se considera el valor de protección de suelos, es decir cada componente del proyecto proporciona una disminución de sedimentos depositados a los cauces de las microcuencas, lo que contribuye positivamente a mantener la calidad y cantidad de agua. El componente infraestructura comunitaria controla un promedio de 1000 toneladas de sedimentos, la reforestación 100 toneladas y fincas integradas.

## **4.4 MANEJO SUSTENTABLE DEL PÁRAMO DEL CAJAS**

### **Localización y Cobertura**

Provincia del Azuay, en un área de 10.000 ha y para 10 años de duración.

### **Antecedentes y Justificación**

Las características biológicas que presentan las ecoregiones de los Andes del Norte, que comprenden los páramos, han sido calificadas como importantes a nivel mundial por sus condiciones únicas. El estado de conservación de los páramos no es satisfactorio, lo que les sitúa en un status vulnerable que se agravaría si se produjeran modificaciones de los patrones climáticos.

Los páramos son ecosistemas frágiles que ocupan las partes altas de las regiones montañosas, de 3400 a 4500 metros sobre el nivel del mar en la parte norte y centro del callejón interandino ecuatoriano, y llegan a la línea de las nieves perpetuas, mientras que en la parte sur existen a partir de los 3.200 metros sobre el nivel del mar.

Estos ecosistemas se ubican en relieves de regulares a muy irregulares. El clima es muy frío y húmedo, con vientos de alta intensidad. Su cobertura vegetal está representada por gramíneas y otros pastos naturales. Su importancia radica en su gran capacidad de retención de agua, razón por la que contienen varias lagunas en su

interior que constituyen fuentes de las cuales dependen las poblaciones asentadas en las zonas bajas. Además el páramo actúa como fijador de carbono.

El Páramo del Cajas se encuentra en la Zona de impactos B de la zonificación de vulnerabilidad a los cambios climáticos.

### **Objetivo**

Conservar el ecosistema páramo por ser generador de bienes y servicios ambientales como protección del suelo, fijación de carbono, control de tormentas, hábitat de fauna y flora silvestre, reserva de germoplasma, turismo escénico y recreativo e investigación científica.

### **Resultados Principales**

- Zonificación del páramo del Cajas definida.
- Mantenimiento y servicios ambientales del páramo a mediano y largo plazo, particularmente en la captación de carbono.
- Actividades productivas comunitarias en 5 comunidades campesinas de las zonas de amortiguamiento de los ecosistemas frágiles, consolidadas.
- Cinco microplanes de manejo comunitarios, implementados.

### **Costo Global**

El costo estimado del proyecto es de US\$ 500.000.

### **Beneficios**

Para que el proyecto sea rentable, se requiere trabajar a largo plazo y cuantificar la generación de servicios ambientales y el ingreso económico generado por el pago por concepto de utilización para investigación, conservación y sumidero de carbono. El proyecto genera, además, beneficios sociales.

## **4.5 PLANTACIONES DE PROTECCIÓN EN LA PROVINCIA DE EL ORO**

### **Localización y Cobertura**

Provincia de El Oro, en un área de 10.000 ha. y con una duración de 20 años.

### **Antecedentes y Justificación**

En el “Estudio de vulnerabilidad de los Ecosistemas al Cambio Climático”, se detectó que las provincias de Manabí, Guayas y El Oro contienen zonas de alta vulnerabilidad frente al cambio climático.

En el estudio mencionado se analizan y proponen algunas medidas de adaptación para enfrentar los cambios climáticos, entre las cuales se incluye Plantaciones Forestales de Protección.

En el Ecuador existen muy pocas plantaciones forestales con fines de protección ambiental, no obstante la

creciente necesidad de la sociedad de garantizar la protección y la conservación de sus recursos naturales fundamentales para la supervivencia humana en un ambiente saludable. Los objetivos de las plantaciones forestales de protección son la restauración de áreas degradadas, el mantenimiento de los ciclos hidrológicos, la fijación de carbono, la estabilización microclimática, incremento de la flora y la fauna, mitigación de los procesos erosivos a través de la incorporación de materia orgánica a los suelos, etc.

Las plantaciones forestales de protección aportan a los procesos de adaptación al Cambio Climático con un doble rol, por una parte fija carbono y mantiene a largo plazo estos niveles de carbono, y por otra su implementación actúa favorablemente en el mantenimiento de los regímenes hídricos y la protección de los suelos.

#### **Objetivo**

Establecer masas forestales en áreas críticas en la provincia de El Oro, con propósitos de protección del régimen hídrico, disminución de los procesos erosivos y utilización como sumideros de carbono.

#### **Resultados Principales**

- 5000 hectáreas anuales de plantaciones forestales de protección establecidas, ofrecen servicios ambientales de protección del suelo, el agua y fijación del carbono.
- 30 viveros comunales, con una producción promedio de 100.000 plántulas.
- 30 comunidades campesinas capacitadas en técnicas forestales.
- Condiciones de vida de los habitantes de las comunidades mejoradas.
- Fijación de 8.1 toneladas de carbono por hectárea

#### **Costo Global**

Para la ejecución del proyecto se requiere un monto de US\$ 4.000.000 (reforestación de 100.000 hectáreas).

#### **Análisis beneficio/costo**

El proyecto genera beneficios económicos equivalentes a la extracción de productos no maderables, especialmente frutos para consumo humano obtenidos de los árboles forestales, con un promedio de producción de 32Kg /ha. A partir del año 10 se estima un ingreso de 400 USD /ha.

Adicionalmente, genera beneficios ambientales, tales como la fijación de carbono por medio de los árboles, con una densidad de 611 árboles por hectárea. Se estima una fijación de 8.1 toneladas de carbono por hectárea.

## 4.6 ESTABLECIMIENTO DE SISTEMAS AGROFORESTALES COMUNITARIOS EN LAS PROVINCIAS DE TUNGURAHUA

### **Localización y Cobertura**

Provincia de Tungurahua, en un área de 50.000 ha. y con 15 años de duración.

### **Antecedentes y Justificación**

El uso intensivo que se da a la tierra, tanto para la agricultura como para la ganadería, ha producido el empobrecimiento de los suelos y la erosión, a pesar de lo cual el campesino sigue cultivando en las laderas y en suelos marginales. Los escasos bosques naturales de la parte alta andina están en proceso de destrucción y las especies forestales de mayor importancia por su valor comercial corren peligro de extinción.

La diversificación de la productividad y el incremento de especies arbóreas y arbustivas mejoran las condiciones socio-económicas y ambientales de la población como la regulación de microclimas, y la conservación de la biodiversidad faunística y florística. Esta opción puede mejorar las condiciones económicas de los propietarios, mediante la provisión de frutos, plantas medicinales naturales, materia prima para artesanías, sombra y protección.

La provincia de Tungurahua, se encuentra localizada en la Zona de impactos B, detectada en el estudio de las opciones de adaptación de los ecosistemas forestales. Esta provincia enfrenta serios problemas por falta de árboles y bosques nativos en algunas zonas, disminución de la cubierta vegetal y severa incidencia de la erosión del suelo.

### **Objetivo**

Favorecer la adaptación de los elementos bióticos frente al Cambio Climático, especialmente del Sector Forestal, mediante la plantación y el mantenimiento de árboles y arbustos de especies nativas en las áreas dedicadas exclusivamente a la producción agrícola de cultivos anuales.

### **Resultados Principales**

- 10.000.000 de árboles plantados en sistemas agroforestales.
- 50 viveros comunales con una producción aproximada de 200.000 plántulas.
- 50 comunidades participantes aplican sistemas agroforestales.
- Mejoramiento de la calidad de vida de los habitantes rurales que aplican este sistema agroforestal.
- Cobertura vegetal y biomasa incrementada fija mayor cantidad de Carbono.

- Captura 2.6 toneladas/carbono/ha/año.

#### **Costo Global**

El costo total del proyecto es de US\$ 4.000.000.

#### **Beneficios**

La implementación del proyecto genera beneficios considerando la obtención de leña para autoconsumo con un promedio de 100 USD/ha hasta el año 15. La fertilización de suelos alrededor de los árboles con un promedio de 27 USD ha/año, valor que no recibe directamente el productor, pero que se traduce en beneficio económico al lograrse un mayor nivel de productividad.

### **4.7 ESTABLECIMIENTOS DE SISTEMAS SILVOPASTORILES EN LAS ÁREAS RURALES GANADERAS DE MANABÍ**

#### **Localización y Cobertura**

Áreas rurales ganaderas de la provincia de Manabí, en una superficie de 20.000 hectáreas y con 15 años de duración.

#### **Antecedentes y Justificación**

El estudio “Evaluación de la Vulnerabilidad de los Ecosistemas Forestales al Cambio Climático” determina una zonificación que incluye la región interandina, como vulnerable al Cambio Climático. Los bosques nativos del Ecuador tienen gran biodiversidad, pero la alta tasa de deforestación que enfrentan ocasiona la pérdida de muchas especies de plantas y animales.

La actividad pecuaria tiene gran importancia en la economía campesina, empero tiene incidencia en la deforestación, por lo que debe ser conjugada con la actividad forestal para lograr la implementación de sistemas agropastoriles que tengan como objetivo contribuir a corto plazo al ingreso familiar del poblador rural y disminuir la presión sobre el bosque, en su afán de obtener productos como leña y carbón.

El diseño e implementación de un sistema silvopastoril permitirán obtener beneficios como la protección del ganado y los pastos contra los vientos y el sol fuerte. Los árboles y arbustos mantienen la humedad, proporcionan sombra al ganado, permiten un adecuado desarrollo. Para lograr un mejor rendimiento del animal en peso, lana y leche, e inclusive mejorar la carga animal. Los árboles proporcionan forraje, leña, madera, incorporan importantes cantidades de materia orgánica proveniente de su hojarasca y fijan nitrógeno en el suelo.

#### **Objetivo**

Promover la plantación y el mantenimiento de árboles y arbustos en los espacios ganaderos para disminuir el cambio del uso del suelo, de forestal a gana-

dero y, de esta manera, favorecer la adaptación de los elementos bióticos frente al Cambio Climático.

#### **Resultados Principales**

- 4.000.000 de árboles plantados en sistemas silvopastoriles.
- 20 viveros comunales con una producción aproximada de 200.000 plántulas.
- 20 comunidades participantes capacitadas.
- Fertilidad de los suelos incrementada, por la incorporación de materia orgánica en forma de hojarasca y fijación de nitrógeno cuando se utiliza especies forestales que poseen esta particularidad.
- Paisaje ecológico restaurado con lo cual se mantienen los recursos biológicos y los servicios ambientales.

#### **Costo Global**

El monto total para la implementación del proyecto es de US\$ 1.600.000.

#### **Beneficios**

El proyecto genera beneficios a nivel comunitario por concepto de leña a un promedio de 100 USD/ha en un período de 15 años y por la producción de forraje de 36 USD /ha/año.

### **4.8 PROTECCIÓN FORESTAL CONTRA INCENDIOS EN LOS CINTURONES VERDES DEL ÁREA METROPOLITANA DE LA CIUDAD DE QUITO**

#### **Localización y Cobertura**

Área metropolitana de la Ciudad de Quito, en una superficie de 20.000 ha. y 10 años de duración.

#### **Antecedentes y Justificación**

El efecto del Cambio Climático podría producir un incremento en la temperatura y una disminución en la humedad, lo cual elevaría la probabilidad de ocurrencia de incendios forestales.

Las áreas verdes de Quito Metropolitano han soportado graves incendios forestales, principalmente en los meses de verano. Según los datos del Cuerpo de Bomberos, desde 1997 hasta 1999 se han registrado un promedio de 300 incendios forestales de magnitudes variables, ocasionando pérdida de cobertura vegetal y un gran porcentaje de emisiones producto de dicha combustión.

Por lo expuesto, es indispensable mantener el cinturón verde en el área metropolitana de la Ciudad y por lo mismo se justifica todo esfuerzo por controlar incendios forestales.



### **Objetivo**

Establecer un plan forestal de protección contra incendios que mantengan los cinturones verdes, disminuyendo la liberación de CO<sub>2</sub> a la atmósfera que se produciría por efecto de los incendios.

### **Resultados Principales**

- Disminución del número de incendios forestales en las áreas de cinturones verdes.
- Las población urbana de Quito, en especial estudiantes de nivel primario y medio concientizados sobre la importancia de la prevención de incendios forestales.
- Plan Forestal de protección quinquenal en ejecución, que incluya labores de prevención como eliminación de material combustible, construcción de líneas cortafuegos, campañas de concientización y labores de control como técnicas de combate de incendios forestales.
- 20.000 hectáreas de cinturones verdes protegidos de incendios forestales retienen Carbono en su biomasa.
- Emisiones de gases de efecto invernadero evitadas.

### **Costo Global**

La ejecución del proyecto requiere de US\$ 1.600.000.

### **Beneficios**

Como beneficios de la implementación de la medida, se consideraron los datos de una plantación (el volumen de madera que se evita por su pérdida). A los 10 años una plantación cuesta 678 USD/ha.

Como beneficio ambiental, se consideró la cantidad de carbono que se almacena por efecto de la plantación y que debido a las labores preventivas y de control de incendios, se mantiene.

## **4.9 PROGRAMAS INTEGRALES**

### **ANTIDESERTIFICACIÓN EN LAS ZONAS VULNERABLES AL CAMBIO CLIMÁTICO**

#### **Localización y Cobertura**

El área de intervención se halla ubicado en las provincias de Manabí, El Oro y Loja, en un área de 20.000 ha y con 10 años de duración.

#### **Antecedentes y Justificación**

Considerando el Cambio Climático, los ciclos hidrológicos sufrirán modificaciones sustanciales. La construcción de infraestructura comunitaria permitirá mitigar los daños causados por la erosión hídrica; la reforestación ayudará a mantener el nivel de humedad

ambiental, además de fijar carbono, la implementación de las actividades productivas ambientalmente compatibles generarán beneficios económicos a los habitantes.

El proyecto busca establecer un programa integral antidesertificación en las provincias de Manabí, El Oro y Loja, que permita disminuir la presión sobre los recursos por parte de los pobladores, asegurando la permanencia de la vegetación, suelo y agua, especialmente vulnerables al Cambio Climático en zonas áridas.

Las provincias de Manabí, El Oro y Loja, se encuentran en la zona de impactos ante el Cambio Climático definida en el estudio de adaptación de los ecosistemas forestales y son especialmente vulnerables a los procesos de desertificación.

### **Objetivo**

Implementar un programa integral en las comunidades rurales de las zonas vulnerables de Manabí, El Oro y Loja, que permitan disminuir la presión sobre los recursos naturales y promuevan un desarrollo social económico y ambiental compatible.

### **Resultados Principales**

- 8000 hectáreas de plantaciones forestales de protección establecidas, que actúan como captadores de humedad, mantienen el régimen hídrico, regulan el clima microregional.
- Obras de infraestructura en 20 comunidades que contribuyen ambientalmente al control de la erosión y el mantenimiento de la red vial.
- 8 microempresas comunitarias establecidas y en proceso de autogestión.

### **Costo Global**

La implementación del proyecto requiere una inversión de 2.000.000 US. Este presupuesto no incluye los costos administrativos.

### **Beneficios**

El proyecto genera beneficios sociales y ambientales. Ambientalmente se considera el valor de protección de suelos, es decir cada componente del proyecto proporciona una disminución de sedimentos depositados a los cauces de agua. Esto contribuye positivamente a mantener la calidad y cantidad de agua. El componente infraestructura comunitaria controla un promedio de 1000 toneladas de sedimentos.

## **5. ASPECTOS INSTITUCIONALES**

Para la implementación de las medidas y la aplicación de las estrategias propuestas, es necesario contar con el esfuerzo conjunto y coordinado varias organizaciones públicas y privadas.

Los principales protagonistas serán el Ministerio del Ambiente y el Comité Nacional del Clima, con una estrecha cooperación del Ministerio de Agricultura y Ganadería y de los organismos seccionales (Municipios y Consejos Provinciales).

Las ONG's y agencias de desarrollo con capacidad administrativa y técnica comprobadas, así como las Comunidades campesinas participarán activamente. El Sector Privado estará representado por las empresas forestales y los agricultores, entre otros.



---

# SECTOR RECURSOS HÍDRICOS

---



## 1. ASPECTOS GENERALES

### 1.1 ANTECEDENTES

En el Ecuador, entre los años 1993 y 1994, se inició con el Proceso del Cambio Climático con objetivos que incluyen el “Analizar el Cambio Climático y sus posibles impactos en áreas estratégicas”, siendo los Recursos Hídricos una de ellas. Por ello, el INAMHI ejecutó el presente estudio en el contexto de la Fase II y del Proyecto ECU/99/G31 Cambio Climático, bajo los siguientes objetivos específicos:

- Evaluar la Vulnerabilidad de los Recursos Hídricos en Ecuador ante el Cambio Climático para las cuencas hidrográficas de los ríos: Esmeraldas, Mira, Carchi, Jama, Chone, Portoviejo, Pastaza (hasta el Proyecto Agoyán), Paute (hasta la represa Daniel Palacios), y Napo (en las subcuencas del Quijos limitada por la estación Hidrométrica Quijos en Baeza, y en la subcuenca del río Jatunyacu limitada por la estación hidrométrica Jatunyacu D.J. Illocullin).
- Efectuar un Análisis de Adaptación en las cuencas de Guayas, Pastaza y Paute.

#### *Metodología*

El estudio en general se realizó bajo el planteamiento de la metodología propuesta por el IPCC para la evaluación del Cambio Climático, en cuencas hidrológicas, la misma que ya fue aplicada en otros países, así como en el estudio “Vulnerabilidad del Recurso Hídrico Superficial en la Zona continental del Golfo de Guayaquil ante un eventual Cambio Climático”.

La determinación de la oferta de los Recursos Hídricos se realizó con la ayuda del Modelo WATBAL, proporcionado por el U.S Country Studies Program, que fue utilizado y probado en la cuenca del Guayas.

La determinación de la demanda hídrica total actual se realizó en base de los usos consuntivo y doméstico proporcionado por el CNRH y otras entidades.

Además, la evaluación de la demanda para uso doméstico se definió sobre la base de la población proyectada al 2000 y 2010 en las diferentes cuencas hidrográficas, con datos del último Censo de Población y Vivienda (1990).

La cuantificación de la demanda hídrica del sector agrícola para los diferentes cultivos de la zona en estudio se realizó con ayuda del programa computacional CRIWAR (Crop Irrigation Water Demand).

Para la determinación del Índice de Sequías se aplicó el método desarrollado por el HIMAT, llamado también Índice de Precipitación y Sequía.

Lo anterior se complementó con el reconocimiento de campo, actividad en la cual se recabó la información necesaria sobre las condiciones físicas actuales de las cuencas en estudio, así como se levantó encuestas necesarias sobre cultivos preponderantes, recopilación de información sobre usos hídricos en proyectos importantes de riego, hidroelectricidad, agua potable, etc.

#### *Escenarios de Cambio Climático*

El estudio utilizó 4 escenarios de precipitación y temperatura definidos en la publicación: “Escenarios de Cambio Climático en Ecuador, Investigación y Aplicación”:

- ECC1: Incremento de temperatura de 1°C y disminución de precipitación en un 15%.
- ECC2: Incremento de temperatura de 1°C e incremento de precipitación en un 20%.
- ECC3: Incremento de temperatura de 2°C y disminución de precipitación en un 15%.
- ECC4: Incremento de temperatura de 2°C e incremento de precipitación en un 20%.

## 2. OFERTA DE LOS RECURSOS HÍDRICOS EN EL ECUADOR

La oferta del recurso hídrico está representada por las aportaciones de las diferentes cuencas a nivel nacional.

La estimación de las aportaciones se realizó a nivel nacional para las 11 cuencas (incluida la del Guayas), analizadas para 5 casos: escenario base (actual) y 4 escenarios de cambio climático.

El aporte anual total de las 11 cuencas en condiciones actuales (escenario base) en el Ecuador es de 80.056 Hm<sup>3</sup>, destacando que el 37.3% proviene de la Cuenca de Esmeraldas y el 41.2% de la Cuenca del Guayas (Anexo Cuadro 27).

Al introducir el cambio climático, la aportación varía en dependencia de los escenarios. Con los escenarios que implican incremento de temperatura en 1 + 2 grados y de precipitación en un 20%, las aportaciones llegan a 95.148 Hm<sup>3</sup> y 93.410 Hm<sup>3</sup> respectivamente. Con los mismos incrementos de temperatura, pero con una disminución de precipitación de orden del 15% las aportaciones nacionales menoran hasta 62.861 Hm<sup>3</sup> y 60.911 Hm<sup>3</sup>, respectivamente (cuadro 15).

El comparar las aportaciones con cambio climático con el escenario base, se detecta que con el decremento del 15% de la precipitación, el país tendría una permanente deficiencia del recurso, lo cual llama la atención a este potencial problema que podría tener el país en pocos años (cuadro 16).

**CUADRO 15. Aportación con y sin cambio climático en once cuencas hidrográficas en Ecuador (Hm<sup>3</sup>).**

| ESCENARIOS  | ENE   | FEB   | MAR   | ABR   | MAY  | JUN  | JUL  | AGO  | SEP  | OCT  | NOV  | DIC  | AÑO   |
|-------------|-------|-------|-------|-------|------|------|------|------|------|------|------|------|-------|
| BASE        | 9268  | 12674 | 14509 | 12958 | 7560 | 4941 | 3378 | 2501 | 2434 | 2774 | 2623 | 4436 | 80056 |
| T+1°C,P-15% | 7371  | 9887  | 10856 | 9753  | 5916 | 3825 | 2703 | 1989 | 2040 | 2264 | 2283 | 3794 | 62681 |
| T+1°C,P+20% | 11342 | 14876 | 17093 | 15231 | 8880 | 5755 | 3947 | 2786 | 2899 | 3250 | 3276 | 5813 | 95148 |
| T+2°C,P-15% | 7243  | 9649  | 10539 | 9466  | 5728 | 3684 | 2603 | 1918 | 1972 | 2193 | 2221 | 3694 | 60911 |
| T+2°C,P+20% | 11071 | 14289 | 16618 | 14950 | 8780 | 5721 | 3944 | 2817 | 2927 | 3244 | 3283 | 5767 | 93410 |

**CUADRO 16. Porcentaje de variación de las aportaciones en relación al escenario base (%)**

| ESCENARIOS  | ENE | FEB | MAR | ABR | MAY | JUN | JUL | AGO | SEP | OCT | NOV | DIC | RANGO<br>VARIACIÓN |
|-------------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|--------------------|
| T+1°C,P-15% | -20 | -22 | -25 | -25 | -22 | -23 | -20 | -20 | -16 | -18 | -13 | -14 | 13-25              |
| T+1°C,P+20% | 22  | 17  | 18  | 18  | 17  | 16  | 17  | 11  | 19  | 17  | 25  | 31  | 11-31              |
| T+2°C,P-15% | -22 | -24 | -27 | -27 | -24 | -25 | -23 | -23 | -19 | -21 | -15 | -17 | 15-278             |
| T+2°C,P+20% | 19  | 13  | 15  | 15  | 16  | 16  | 17  | 13  | 20  | 17  | 25  | 30  | 13-30              |

**CUADRO 17. Demanda total nacional actual del recurso agua**

| CUENCAS        | ENE  | FEB  | MAR  | ABR  | MAY  | JUN  | JUL  | AGO  | SEP  | OCT  | NOV  | DIC  | TOTAL | %    |
|----------------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|-------|------|
| ESMERALDAS     | 395  | 307  | 204  | 110  | 393  | 913  | 1764 | 2090 | 1421 | 786  | 689  | 314  | 9386  | 38.5 |
| PORTOVIEJO     | 21   | 22   | 34   | 42   | 46   | 32   | 29   | 42   | 48   | 48   | 43   | 32   | 439   | 1.8  |
| CHONE          | 33   | 33   | 33   | 35   | 37   | 36   | 35   | 37   | 38   | 38   | 37   | 35   | 427   | 1.8  |
| JAMA           | 9    | 9    | 9    | 9    | 9    | 9    | 9    | 9    | 9    | 9    | 9    | 9    | 108   | 0.4  |
| BRISEÑO        | 5    | 5    | 5    | 5    | 5    | 5    | 5    | 5    | 5    | 5    | 5    | 5    | 60    | 0.2  |
| PASTAZA        | 542  | 542  | 542  | 542  | 542  | 542  | 542  | 542  | 542  | 542  | 542  | 542  | 6504  | 26.7 |
| PAUTE          | 151  | 151  | 151  | 151  | 151  | 151  | 151  | 151  | 151  | 151  | 151  | 151  | 1812  | 7.4  |
| MIRA           | 36   | 36   | 36   | 36   | 36   | 36   | 36   | 36   | 36   | 36   | 36   | 36   | 432   | 1.8  |
| CARCHI         | 95   | 95   | 95   | 95   | 95   | 95   | 95   | 95   | 95   | 95   | 95   | 95   | 1140  | 4.7  |
| NAPO           | 8    | 8    | 8    | 8    | 8    | 8    | 8    | 8    | 8    | 8    | 8    | 8    | 96    | 0.4  |
| GUAYAS         | 38   | 40   | 42   | 37   | 168  | 337  | 596  | 771  | 701  | 749  | 431  | 85   | 3996  | 16.4 |
| TOTAL NACIONAL | 1332 | 1247 | 1159 | 1070 | 1490 | 2163 | 3270 | 3785 | 3054 | 2466 | 2046 | 1311 | 24400 | 100  |
| % NACIONAL     | 5    | 5    | 5    | 4    | 6    | 9    | 13   | 16   | 13   | 10   | 8    | 5    | 100   |      |

**CUADRO 18. Demanda total nacional del recurso agua al año 2010**

| CUENCAS        | ENE  | FEB  | MAR  | ABR  | MAY  | JUN  | JUL  | AGO  | SEP  | OCT  | NOV  | DIC  | AÑO   | %    |
|----------------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|-------|------|
| ESMERALDAS     | 402  | 314  | 211  | 117  | 400  | 920  | 1771 | 2098 | 1428 | 793  | 696  | 321  | 9471  | 38.0 |
| PORTOVIEJO     | 26   | 27   | 38   | 47   | 51   | 37   | 34   | 47   | 54   | 54   | 48   | 37   | 500   | 2.0  |
| CHONE          | 35   | 34   | 35   | 37   | 39   | 38   | 37   | 40   | 41   | 41   | 40   | 37   | 454   | 1.8  |
| JAMA           | 9    | 9    | 9    | 9    | 9    | 9    | 9    | 9    | 9    | 9    | 9    | 9    | 108   | 0.4  |
| BRISEÑO        | 5    | 5    | 5    | 5    | 5    | 5    | 5    | 5    | 5    | 5    | 5    | 5    | 60    | 0.2  |
| PASTAZA        | 542  | 542  | 542  | 542  | 542  | 542  | 542  | 542  | 542  | 542  | 542  | 542  | 6504  | 26.1 |
| PAUTE          | 151  | 151  | 151  | 151  | 151  | 151  | 151  | 151  | 151  | 151  | 151  | 151  | 1812  | 7.3  |
| MIRA           | 43   | 43   | 43   | 43   | 43   | 43   | 43   | 43   | 43   | 43   | 43   | 43   | 516   | 2.1  |
| CARCHI         | 102  | 102  | 102  | 102  | 102  | 102  | 102  | 102  | 102  | 102  | 102  | 102  | 1224  | 4.9  |
| NAPO           | 10   | 10   | 10   | 10   | 10   | 10   | 10   | 10   | 10   | 10   | 10   | 10   | 1120  | 0.5  |
| GUAYAS         | 53   | 55   | 57   | 52   | 183  | 352  | 611  | 786  | 716  | 764  | 446  | 100  | 4177  | 16.7 |
| TOTAL NACIONAL | 1378 | 1292 | 1203 | 1115 | 1535 | 2208 | 3315 | 3833 | 3101 | 2514 | 2092 | 1357 | 24946 | 100  |
| % NACIONAL     | 6    | 5    | 5    | 4    | 6    | 9    | 13   | 15   | 12   | 10   | 8    | 5    | 100   |      |

### 3. DEMANDA DE RECURSOS HÍDRICOS

Para la determinación de la demanda, en el presente trabajo se consideraron los usos actuales y futuros (año 2010) de los requerimientos más importantes: agua potable, doméstico, agrícola, industrial e hidroeléctricos; sin embargo, por disponer de proyectos hidroenergéticos grandes y de importancia para el desarrollo económico del país, en las cuencas del Pastaza y Paute, se incluyeron estos requerimientos para un análisis muy particular.

#### 3.1 USO AGRÍCOLA

El Requerimiento Hídrico de los cultivos se basa fundamentalmente en un Balance Hídrico.

De acuerdo a los análisis realizados se presentan los siguientes resultados:

En la **cuenca del río Esmeraldas**, dividida en tres partes para su estudio, se requieren 250, 420 y 281 mm/área de cultivo en total al año, presentándose las necesidades en su zona baja desde junio a diciembre, en cambio para la media y alta el requerimiento es para todo el año.

Para la **cuenca del río Portoviejo** se requiere 699 mm/área de cultivo durante todo el año, presentándose de igual forma en **Jama** (con excepción de marzo) un requerimiento de 677 mm/área de cultivo; y, en lo que respecta a **Chone**, para abril a diciembre se necesita de 458 mm/área de cultivo.

En lo que respecta a la **cuenca del río Napo**, para la parte baja no se presenta requerimiento hídrico, ya que la precipitación es elevada durante el año, no así para la parte alta, en la cual para enero su requerimiento es de 5 mm/área de cultivo.

La **cuenca del río Pastaza** presenta un requerimiento de 445mm/área de cultivo en todo el año.

Finalmente al analizar a la **cuenca del río Paute**, se puede señalar que de abril a julio no se presenta requerimiento hídrico, en cambio de septiembre a marzo el mismo es de 67 mm/área de cultivo.

#### 3.2 USO DOMÉSTICO E INDUSTRIAL

El análisis del requerimiento para usos doméstico e industrial, obedece más a las necesidades de los centros

poblados urbanos y rurales, sin considerar aquellos pequeños poblados o recintos con poblaciones menores a 1000 habitantes, cuya demanda es irrelevante que, de acuerdo a las dotaciones comprobadas, les corresponde un caudal continuo de alrededor de 2 l/seg.

Para el cálculo de las demandas se consideraron los criterios propuestos en el informe “Evaluación de la Vulnerabilidad del Recurso Hídrico ante un Eventual Cambio Climático–Golfo de Guayaquil”, de la manera siguiente:

|  |           |
|--|-----------|
| Ciudades grandes (Quito, Guayaquil)          | 300 l/d/h |
| Ciudades medianas (Cuenca, Portoviejo, etc.) | 250 l/d/h |
| Ciudades pequeñas(Tulcán, Latacunga, etc.)   | 200 l/d/h |
| Poblaciones rurales(Mira, Tabacundo, etc.)   | 150 l/d/h |

A partir de estas dotaciones y de las poblaciones en cada uno de los núcleos al año 2010, se obtienen las demandas al año horizonte.

Para la cuantificación del requerimiento industrial se consideró como el 10% de la demanda doméstica.

#### 3.3 DEMANDA TOTAL

A nivel anual las cuencas del los ríos Guayas, Pastaza y Esmeraldas son las más demandantes con 19886 Hm<sup>3</sup> que representa el 81.6 % del total nacional, complementándose el 18.4 % con el resto de cuencas analizadas (4514 Hm<sup>3</sup>). Adicionalmente, puede señalarse que las menos demandantes son Jama, Briseño y Napo con el 1% (cuadro 17).

Del análisis de requerimientos mensuales en su conjunto que presentan las cuencas, puede señalarse que los meses más críticos de demanda son de julio a septiembre con el 42 % (10109 Hm<sup>3</sup>).

Para el año 2010, las cuencas que más demandarían el recurso hídrico serían las del Esmeraldas, Pastaza y Guayas con el 80.1 % que equivale a 20152 Hm<sup>3</sup>, las de menor demanda serían las cuencas de Jama, Briseño y Napo con el 1.1 % (cuadro 18).

Del análisis a nivel mensual, los meses en que más se requeriría del elemento hídrico serían de julio a septiembre con 10249 Hm<sup>3</sup> que representa el 40 %.

La demanda al año 2010 se incrementaría en 2.4% en relación al año de 1990, lo cual debe llamar la atención para tomar las medidas pertinentes (cuadro 19).

CUADRO 19. Demanda total nacional del recurso agua al año 2010

| CUENCAS             | ENE  | FEB  | MAR  | ABR  | MAY  | JUN  | JUL  | AGO  | SEP  | OCT  | NOV  | DIC  | AÑO   |
|---------------------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|-------|
| DEMANDAS ACTUALES   | 1332 | 1247 | 1159 | 1070 | 1490 | 2163 | 3270 | 3785 | 3054 | 2466 | 2046 | 1311 | 24400 |
| DEMANDAS FUTURAS    | 1378 | 1292 | 1203 | 1115 | 1535 | 2208 | 3315 | 3833 | 3101 | 2514 | 2092 | 1357 | 24946 |
| INCREMENTO DEMANDAS | 45   | 44   | 44   | 45   | 45   | 45   | 45   | 47   | 47   | 47   | 46   | 45   | 548   |
| % DE INCREMENTO     | 3.41 | 3.55 | 3.81 | 4.23 | 3.03 | 2.09 | 1.38 | 1.25 | 1.55 | 1.92 | 2.27 | 3.45 | 2.24  |



El incremento de la demanda en el 2010 se produciría en mayores porcentajes en varios meses del período lluvioso (3,41-4,23%).

#### 4. INDICE DE SEQUIAS

Para complementar la evaluación de vulnerabilidad se analizó el tema de las sequías en las cuencas del Pastaza, Paute y Esmeraldas, utilizando para ello el Índice de Sequías HIMAT que se sustenta en la calificación señalada en el cuadro 20.

##### *Cuenca del Río Pastaza*

En la mayoría de estaciones climatológicas de la Zona Interandina, el valor del índice de sequía indica que la situación crítica del recurso hídrico comienza a partir del mes de mayo hasta octubre, agudizándose en los meses de agosto, septiembre, diciembre y enero.

De este criterio se exceptúa la parte Oriental y más baja de la cuenca, caracterizada por la estación Baños, donde se presenta para el período octubre - enero una sequía ligera (cuadro 24).

##### *Cuenca del Río Paute*

En la mayoría de las estaciones meteorológicas analizadas el valor del índice indica que la situación crítica del recurso comienza a partir de mayo, agudizándose para el periodo julio – agosto.

De este criterio se exceptúa la parte Oriental y más baja de la cuenca (Las Palmas y San Miguel C.), donde no se presenta para ningún periodo del año problemas de sequía (cuadro 21).

##### *Cuenca del Río Esmeraldas*

La cuenca baja hacia el interior presenta condiciones de excesiva humedad durante gran parte del año (octubre - mayo), lo cual confirma lo indicado en los requerimientos hídricos.

En la zona costera de la cuenca baja se puede deter-

minar dos períodos, el primero de humedad adecuada de enero a abril (humedad ligeramente abundante y sequía ligera); y, el segundo que es preocupante, ya que presenta condiciones de sequía extrema desde mayo a diciembre.

La cuenca baja hacia el interior presenta condiciones de excesiva humedad durante gran parte del año (octubre – mayo), donde la precipitación cubre satisfactoriamente las necesidades de los cultivos.

En general la cuenca presenta índices de sequía en los meses considerados como secos, período de junio a septiembre.

#### 5. OFERTA VERSUS DEMANDA. LA VULNERABILIDAD DE LOS RECURSOS HÍDRICOS ANTE EL CAMBIO CLIMÁTICO

El balance entre la oferta y demanda de los recursos hídricos, permite determinar excesos o deficiencias, con los cuales se pueden definir la vulnerabilidad, misma que para este estudio se considera como la falta o carencia de agua (déficit) para suplir las necesidades, así como también a la demasía ó exceso (superávit) del recurso hídrico que puede causar desastres naturales perjudiciales.

Es decir que la vulnerabilidad se traduce en estimar en qué grado la demanda de agua es satisfecha, con y sin cambio climático.

Para algunas cuencas donde se ubican proyectos que dependen de presas de regulación o de captaciones importantes, se complementa el estudio de vulnerabilidad con un análisis en términos económicos, de potencia y/o servicio poblacional (proyectos Paute, Poza Honda, y Papallacta).

##### 5.1 ESCENARIO BASE

Bajo el escenario base (actual), se aprecia que únicamente 4 de las 11 cuencas analizadas, mantienen su demanda satisfecha plenamente.

**Cuadro 20. Índice de sequía HIMAT**

| RANGOS DEL ÍNDICE |             | CLASIFICACIÓN                       |
|-------------------|-------------|-------------------------------------|
| Mayor que         | 6.01        | Precipitación excesiva              |
| De                | 4.01 a 6.00 | Precipitación muy abundante         |
| De                | 2.01 a 4.00 | Precipitación abundante             |
| De                | 1.01 a 2.00 | Precipitación ligeramente abundante |
| De                | 0.67 a 1.00 | Sin sequía                          |
| De                | 0.50 a 0.66 | Sequía ligera                       |
| De                | 0.33 a 0.49 | Sequía moderada                     |
| De                | 0.16 a 0.32 | Sequía severa                       |
| De                | 0.00 a 0.15 | Sequía extrema                      |

Cuadro 21. Índice de sequías en Ecuador. Método HIMAT

| ESTACIÓN                                   |              | ENE          | FEB          | MAR          | ABR          | MAY          | JUN         | JUL         | AGO         | SEP         | OCT         | NOV         | DIC          |
|--|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|--------------|
| <b>Cuenca del Pastaza Parte Alta</b>       | Latacunga    | 0.10         | 0.33         | 0.69         | 0.34         | 0.20         | 0.04        | 0.02        | 0.03        | 0.16        | 0.32        | 0.29        | 0.14         |
|  | Querochaca   | 0.12         | 0.36         | 0.81         | 0.74         | 0.82         | 1.48        | 1.57        | 0.58        | 0.25        | 0.30        | 0.48        | 0.127        |
|  | Rumipamba    | 0.81         | 0.67         | 2.51         | 2.23         | 0.95         | 0.19        | 0.04        | 0.02        | 0.27        | 1.34        | 1.78        | 0.66         |
|  | Riobamba     | 0.04         | 0.38         | 0.50         | 0.89         | 0.38         | 0.20        | 0.22        | 0.04        | 0.36        | 0.28        | 0.22        | 0.12         |
|  | <b>Media</b> | <b>0.27</b>  | <b>0.44</b>  | <b>1.13</b>  | <b>1.05</b>  | <b>0.59</b>  | <b>0.48</b> | <b>0.46</b> | <b>0.17</b> | <b>0.26</b> | <b>0.56</b> | <b>0.69</b> | <b>0.26</b>  |
| <b>Cuenca del Pastaza Parte Baja</b>       | Baños        | 0.34         | 1.07         | 1.02         | 1.80         | 4.62         | 6.02        | 6.25        | 3.63        | 1.51        | 0.59        | 0.49        | 0.72         |
| <b>Cuenca del Paute Parte Alta a Media</b> | Paute        | 0.24         | 0.54         | 1.87         | 0.92         | 0.57         | 0.45        | 0.25        | 0.26        | 0.09        | 0.66        | 0.44        | 0.51         |
|  | Cuenca       | 0.13         | 0.47         | 0.69         | 1.39         | 0.42         | 0.08        | 0.04        | 0.04        | 0.10        | 2.31        | 0.15        | 0.33         |
|  | Jacarín      | 0.36         | 0.71         | 1.32         | 1.52         | 0.62         | 0.15        | 0.05        | 0.03        | 0.11        | 0.68        | 0.74        | 0.47         |
|  | <b>Media</b> | <b>0.24</b>  | <b>0.57</b>  | <b>1.29</b>  | <b>1.28</b>  | <b>0.54</b>  | <b>0.23</b> | <b>0.11</b> | <b>0.11</b> | <b>0.10</b> | <b>1.22</b> | <b>0.44</b> | <b>0.44</b>  |
| <b>Cuenca del Paute Parte Baja</b>         | Las Palmas   | 0.40         | 1.55         | 2.28         | 2.86         | 3.83         | 5.81        | 7.92        | 2.19        | 1.83        | 1.63        | 1.12        | 0.73         |
|  | San Miguel   | 3.26         | 3.14         | 6.48         | 6.95         | 6.55         | 9.32        | 5.89        | 4.21        | 3.30        | 3.26        | 3.29        | 2.49         |
|  | <b>Media</b> | <b>1.83</b>  | <b>2.35</b>  | <b>4.38</b>  | <b>4.91</b>  | <b>5.19</b>  | <b>7.57</b> | <b>8.91</b> | <b>3.20</b> | <b>2.57</b> | <b>2.31</b> | <b>2.21</b> | <b>1.61</b>  |
| <b>Cuenca del Esmeraldas Parte Alta</b>    | Izobamba     | 4.04         | 3.59         | 5.34         | 8.38         | 4.51         | 0.69        | 0.16        | 0.12        | 1.40        | 4.08        | 3.35        | 2.29         |
|  | Olmedo       | 12.61        | 9.75         | 13.29        | 11.61        | 5.33         | 2.68        | 2.33        | 0.72        | 3.19        | 2.32        | 2.08        | 4.61         |
|  | <b>Media</b> | <b>8.32</b>  | <b>6.67</b>  | <b>9.31</b>  | <b>9.99</b>  | <b>4.92</b>  | <b>1.69</b> | <b>1.25</b> | <b>0.42</b> | <b>2.29</b> | <b>3.20</b> | <b>2.72</b> | <b>3.55</b>  |
| <b>Cuenca del Esmeraldas Parte Media</b>   | La Tola      | 0.45         | 0.74         | 1.73         | 1.57         | 0.53         | 0.07        | 0.01        | 0.02        | 0.41        | 1.52        | 1.62        | 0.37         |
|  | Iñaquito     | 0.46         | 1.02         | 2.62         | 2.81         | 0.74         | 0.15        | 0.01        | 0.05        | 0.26        | 1.45        | 1.68        | 0.30         |
|  | Otavalo      | 0.81         | 0.67         | 2.51         | 2.23         | 0.95         | 0.19        | 0.04        | 0.02        | 0.27        | 1.34        | 1.78        | 0.66         |
|  | <b>Media</b> | <b>0.57</b>  | <b>0.81</b>  | <b>2.29</b>  | <b>2.28</b>  | <b>0.74</b>  | <b>0.14</b> | <b>0.02</b> | <b>0.03</b> | <b>0.31</b> | <b>1.44</b> | <b>1.69</b> | <b>0.44</b>  |
| <b>Cuenca del Esmeraldas Parte Baja 1</b>  | Tachina      | 2.63         | 2.53         | 0.30         | 0.77         | 0.12         | 0.16        | 0.04        | 0.00        | 0.01        | 0.00        | 0.01        | 0.10         |
|  | Palmas       | 1.11         | 0.24         | 0.21         | 0.29         | 0.14         | 0.04        | 0.01        | 0.01        | 0.19        | 0.00        | 0.00        | 0.01         |
|  | <b>Media</b> | <b>1.87</b>  | <b>1.39</b>  | <b>0.26</b>  | <b>0.53</b>  | <b>0.13</b>  | <b>0.10</b> | <b>0.02</b> | <b>0.00</b> | <b>0.10</b> | <b>0.00</b> | <b>0.01</b> | <b>0.05</b>  |
| <b>Cuenca del Esmeraldas Parte Baja 2</b>  | Concordia    | 15.59        | 16.62        | 11.71        | 13.03        | 6.78         | 2.97        | 1.93        | 0.58        | 2.35        | 2.51        | 2.45        | 5.23         |
|  | Sto. Domingo | 52.61        | 27.55        | 27.99        | 30.45        | 22.07        | 6.87        | 7.86        | 1.60        | 8.27        | 11.32       | 15.63       | 28.02        |
|  | Quininde     | 7.73         | 5.59         | 4.58         | 5.72         | 2.97         | 1.47        | 0.70        | 0.11        | 0.76        | 0.67        | 0.80        | 1.95         |
|  | <b>Media</b> | <b>25.31</b> | <b>16.59</b> | <b>14.76</b> | <b>16.40</b> | <b>10.61</b> | <b>3.77</b> | <b>3.50</b> | <b>0.76</b> | <b>3.80</b> | <b>3.83</b> | <b>6.29</b> | <b>11.74</b> |

El caso crítico se presenta en la cuenca del río Pastaza donde la demanda es superior a la oferta durante todo el año, es pecialmente entre los meses de septiembre y abril en porcentajes que superan el 40%. En la cuenca del Esmeraldas, denominada como la zona verde del país, la demanda es insatisfecha en los meses de julio a septiembre en porcentajes que superarn 50 %. La demanda en la Cuenca del Napo es insatisfecha entre los meses de octubre y mayo (cuadro 22).

En las demás cuencas, los déficits se producen principalmente en los meses finales del año.

Los períodos de estiaje están plenamente definidos y corresponden a los regímenes hidrológicos de costa (julio a octubre), sierra (junio a septiembre) y amazónico (octubre a marzo).

Complementando el análisis puede observarse que las cuencas en donde no se produce ningún déficit del

recurso son Chone, Mira, Carchi y Guayas.

Por su lado, la Cuenca del Guayas mantiene una sobreoferta del recurso en porcentajes que superan ampliamente el 10000 % en los meses lluviosos, lo que normalmente causa problemas importantes en la socioeconomía de la región, así como en la infraestructura. En este mismo sentido, pero en menor magnitud, se sitúan las cuencas del Esmeraldas y del Portoviejo en los meses que comprenden el período lluviosos de la región litoral del país.

## 5.2 ESCENARIO ECC1 (T +1°C; P -15%)

Frente al escenario base se puede observar que ante la presencia del Cambio Climático se tendría un incremento de la demanda insatisfecha y agudización de los periodos de escorrentía, que son mayormente críticos en las cuencas de los ríos Esmeraldas, Portoviejo, Pastaza (Proyecto Agoyán) y Napo (Proyecto Papallacta).

La cuenca del río Pastaza, durante todo el año presentaría una demanda insatisfecha en porcentajes que varían desde el 36 % hasta 74 % (cuadro 23).

La cuenca del Napo intensifica su demanda insatisfecha y se extiende a 11 de los 12 meses del año. Las cuencas de Chone aparecería deficitario en dos meses (septiembre y octubre), al igual que la del Guayas (agosto y octubre).

De acuerdo con los resultados obtenidos, las cuencas en las cuales no existiría ningún problema de demanda insatisfecha serían las del Mira y Carchi. Se puede mencionar que para las cuencas de los ríos Guayas y Chone se tendría unos leves déficits entre los meses de agosto y octubre.

### 5.3 ESCENARIO ECC2 (T + 1°C; P +20%)

Este escenario es menos preocupante que el anterior, dado que los períodos de estiaje son menores, en cuanto a su posibilidad de oferta frente a la demanda; sin embargo, se mantendrían valores altos en déficit, coinci-

diendo los mayores problemas en las cuencas mencionadas en el escenario 1 (cuadro 24).

De presentarse este escenario, para la cuenca del Pastaza se requerirá entre el 21 y 58 % de recurso para suplir las demandas en los 10 meses insatisfechos. Para la cuenca del Napo se requiere cubrir un déficit del 8 - 40 % para 7 meses y, en la del Esmeraldas, entre 37 y 67% en los meses de julio a septiembre.

### 5.4 ESCENARIO ECC3 (T +2°C; P -15%)

Este escenario es el más crítico para los recursos hídricos del país. Los valores determinados en cuanto a déficits son los más altos, coincidiendo la falta de recurso frente a la demanda para las cuencas mencionadas en el escenario 1.

En porcentaje (Cuadro 25), el déficit anual en la Cuenca del río Pastaza se presenta durante todo el año y varía entre el 38 y 75 %.

Igual que bajo el escenario 1, las cuencas de Mira y Carchi serían las únicas en nos presentar problemas para

**Cuadro 22. Balance demanda-oferta del Recurso Hídrico (%): Escenario Base**

| ESTACIÓN   | ENE        | FEB        | MAR        | ABR        | MAY        | JUN | JUL        | AGO        | SEP        | OCT        | NOV        | DIC        |
|------------|------------|------------|------------|------------|------------|-----|------------|------------|------------|------------|------------|------------|
| ESMERALDAS | 866        | 1372       | 2896       | 4714       | 688        | 93  | <b>-52</b> | <b>-72</b> | <b>-53</b> | <b>-4</b>  | 1          | 448        |
| PORTOVIEJO | 552        | 1253       | 923        | 585        | 235        | 245 | 112        | 2          | <b>-30</b> | <b>-38</b> | <b>-41</b> | 53         |
| CHONE      | 347        | 932        | 1212       | 781        | 292        | 244 | 138        | 61         | 28         | 21         | 40         | 261        |
| JAMA       | 308        | 1319       | 1548       | 1348       | 507        | 335 | 130        | 1          | <b>-19</b> | <b>-49</b> | <b>-68</b> | <b>-36</b> |
| BRISEÑO    | 136        | 598        | 886        | 486        | 179        | 143 | 33         | <b>-6</b>  | <b>-21</b> | <b>-40</b> | <b>-62</b> | -38        |
| MIRA       | 478        | 497        | 522        | 556        | 439        | 328 | 283        | 247        | 292        | 411        | 408        | 381        |
| CARCHI     | 178        | 163        | 293        | 354        | 243        | 92  | 47         | 29         | 85         | 274        | 323        | 286        |
| NAPO       | <b>-34</b> | <b>-34</b> | <b>-10</b> | 1          | 20         | 39  | 58         | 22         | 2          | <b>-22</b> | <b>-30</b> | -33        |
| PASTAZA    | <b>-56</b> | <b>-58</b> | <b>-46</b> | <b>-43</b> | <b>-40</b> | -17 | -15        | <b>-31</b> | <b>-42</b> | <b>-50</b> | <b>-61</b> | -63        |
| PAUTE      | <b>-3</b>  | 7          | 96         | 162        | 149        | 241 | 234        | 158        | 76         | 74         | 11         | <b>-4</b>  |
| GUAYAS     | 11170      | 16128      | 14651      | 14794      | 1604       | 370 | 85         | 0          | 10         | 15         | 104        | 1830       |

Cifras con negrillas corresponden a la demanda insatisfecha

**Cuadro 23. Balance de la demanda-oferta del Recurso Hídrico (%). ECC1 (T = +1°C; RR = -15%)**

| ESTACIÓN   | ENE        | FEB        | MAR        | ABR        | MAY        | JUN        | JUL        | AGO        | SEP        | OCT        | NOV        | DIC        |
|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|
| ESMERALDAS | 588        | 988        | 1988       | 3166       | 528        | 47         | <b>-59</b> | <b>-79</b> | <b>-64</b> | <b>-28</b> | <b>-25</b> | 323        |
| PORTOVIEJO | 317        | 774        | 640        | 406        | 156        | 58         | <b>-19</b> | <b>-45</b> | <b>-52</b> | <b>-54</b> | 18         |            |
| CHONE      | 233        | 697        | 884        | 563        | 196        | 160        | 80         | 19         | <b>-5</b>  | <b>-10</b> | 4          | 176        |
| JAMA       | 213        | 980        | 1206       | 1058       | 398        | 252        | 86         | <b>-18</b> | <b>-35</b> | <b>-59</b> | <b>-75</b> | <b>-49</b> |
| BRISEÑO    | 86         | 454        | 697        | 384        | 136        | 104        | 13         | <b>-20</b> | <b>-33</b> | <b>-49</b> | <b>-68</b> | <b>-48</b> |
| MIRA       | 358        | 365        | 379        | 400        | 314        | 233        | 198        | 170        | 198        | 281        | 279        | 256        |
| CARCHI     | 122        | 103        | 208        | 254        | 169        | 52         | 15         | 0          | 44         | 190        | 245        | 212        |
| NAPO       | <b>-50</b> | <b>-49</b> | <b>-38</b> | <b>-23</b> | <b>-22</b> | <b>-3</b>  | 3          | <b>-22</b> | <b>-37</b> | <b>-44</b> | <b>-47</b> | <b>-59</b> |
| PASTAZA    | <b>-63</b> | <b>-65</b> | <b>-56</b> | <b>-54</b> | <b>-55</b> | <b>-39</b> | <b>-36</b> | <b>-51</b> | <b>-57</b> | <b>-59</b> | <b>-68</b> | <b>-74</b> |
| PAUTE      | <b>-17</b> | <b>-13</b> | <b>-31</b> | <b>-91</b> | <b>-81</b> | 149        | 139        | 83         | 32         | 19         | <b>-11</b> | <b>-17</b> |
| GUAYAS     | 6669       | 9166       | 8129       | 7973       | 1062       | 249        | 44         | -13        | 2          | <b>-1</b>  | 94         | 1444       |

Cifras con negrillas corresponden a la demanda insatisfecha

satisfacer la demanda del recurso para los diferentes usos considerados en el estudio.

minuyendo en tiempo y cantidad los déficit frente a la demanda (cuadro 26).

## 5.5 ESCENARIO ECC4 (T +2°C; P +20%)

Este es el escenario menos desfavorable, ya que a nivel global de cuencas se tendría mayores precipitaciones, lo que generaría un incremento de la oferta dis-

Del análisis porcentual se desprende que en la cuenca del Pastaza el porcentaje de demanda insatisfecha varía entre el 23 y 59 % ; en tanto que para las cuencas del Portoviejo, Jama y Briseño sus porcentuales varían entre el 7 y 58 %, en la del Napo entre el 8 y 40 % para los 7 meses insatisfechos. En la cuenca del Esmeraldas se aprecia únicamente tres meses con demanda insatis-

**Cuadro 24. Balance de la demanda-oferta del Recurso Hídrico (%) ECC2 (T = +1° C; RR = +20%)**

| CUENCAS    | ENE        | FEB        | MAR        | ABR        | MAY        | JUN | JUL        | AGO        | SEP        | OCT        | NOV        | DIC        |
|------------|------------|------------|------------|------------|------------|-----|------------|------------|------------|------------|------------|------------|
| ESMERALDAS | 985        | 1569       | 3219       | 5086       | 851        | 130 | <b>-37</b> | <b>-67</b> | <b>-42</b> | 15         | 23         | 603        |
| PORTOVIEJO | 584        | 1309       | 1044       | 651        | 255        | 246 | 102        | 1          | <b>-31</b> | <b>-38</b> | <b>-40</b> | 69         |
| CHONE      | 442        | 1193       | 1492       | 968        | 374        | 312 | 183        | 84         | 45         | 37         | 58         | 325        |
| JAMA       | 453        | 1772       | 2015       | 1717       | 639        | 426 | 174        | 18         | <b>-3</b>  | <b>-38</b> | <b>-62</b> | <b>-19</b> |
| BRISEÑO    | 207        | 801        | 1143       | 615        | 231        | 188 | 54         | 8          | <b>-9</b>  | <b>-30</b> | <b>-57</b> | <b>-25</b> |
| MIRA       | 419        | 442        | 472        | 514        | 400        | 288 | 247        | 212        | 258        | 384        | 384        | 358        |
| CARCHI     | 188        | 175        | 324        | 385        | 267        | 104 | 55         | 36         | 99         | 309        | 381        | 328        |
| NAPO       | <b>-28</b> | <b>-25</b> | <b>-9</b>  | 14         | 15         | 43  | 51         | 15         | <b>-8</b>  | <b>-17</b> | <b>-21</b> | <b>-40</b> |
| PASTAZA    | <b>-50</b> | <b>-47</b> | <b>-28</b> | <b>-23</b> | <b>-26</b> | 4   | 7          | <b>-21</b> | <b>-30</b> | <b>-34</b> | <b>-49</b> | <b>-58</b> |
| PAUTE      | 16         | 45         | 154        | 278        | 240        | 357 | 320        | 212        | 123        | 110        | 57         | 56         |
| GUAYAS     | 10432      | 13649      | 12814      | 12324      | 1600       | 369 | 80         | 0          | 22         | 22         | 147        | 2122       |

Cifras con negrillas corresponden a la demanda insatisfecha

**Cuadro 25. Balance de la demanda-oferta del Recurso Hídrico (%) ECC3 (T = +2° C; RR = -15%)**

| CUENCAS    | ENE        | FEB        | MAR        | ABR        | MAY        | JUN        | JUL        | AGO        | SEP        | OCT        | NOV        | DIC        |
|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|
| ESMERALDAS | 573        | 950        | 1909       | 3044       | 502        | 38         | <b>-62</b> | <b>-81</b> | <b>-67</b> | <b>-33</b> | <b>-30</b> | 303        |
| PORTOVIEJO | 317        | 774        | 639        | 404        | 155        | 153        | 57         | <b>-20</b> | <b>-46</b> | <b>-52</b> | <b>-54</b> | 17         |
| CHONE      | 237        | 696        | 882        | 561        | 194        | 158        | 79         | 17         | <b>-7</b>  | <b>-11</b> | 2          | 173        |
| JAMA       | 211        | 972        | 1186       | 1039       | 387        | 245        | 81         | <b>-22</b> | <b>-38</b> | <b>-61</b> | 376        | <b>-51</b> |
| BRISEÑO    | 86         | 453        | 693        | 380        | 134        | 102        | 12         | <b>-21</b> | <b>-34</b> | <b>-50</b> | <b>-69</b> | <b>-50</b> |
| MIRA       | 356        | 365        | 377        | 398        | 312        | 230        | 195        | 167        | 195        | 279        | 274        | 253        |
| CARCHI     | 119        | 101        | 206        | 251        | 167        | 50         | 13         | <b>-1</b>  | 43         | 188        | 243        | 208        |
| NAPO       | <b>-50</b> | <b>-49</b> | <b>-39</b> | <b>-23</b> | <b>-2</b>  | <b>-3</b>  | 3          | <b>-22</b> | <b>-38</b> | <b>-44</b> | <b>-47</b> | <b>-59</b> |
| PASTAZA    | <b>-63</b> | <b>-66</b> | <b>-58</b> | <b>-55</b> | <b>-57</b> | <b>-40</b> | <b>-38</b> | <b>-52</b> | <b>-58</b> | <b>-61</b> | <b>-69</b> | <b>-75</b> |
| PAUTE      | <b>-19</b> | <b>-16</b> | 26         | 84         | 74         | 140        | 131        | 76         | 26         | 13         | -16        | <b>-22</b> |
| GUAYAS     | 8581       | 8974       | 7904       | 7746       | 1030       | 239        | 40         | <b>-15</b> | 1          | <b>-2</b>  | 92         | 1427       |

Cifras con negrillas corresponden a la demanda insatisfecha

**Cuadro 26. Balance de la demanda-oferta del Recurso Hídrico (%) ECC4 (T = +2° C; RR = +20%)**

| CUENCAS    | ENE        | FEB        | MAR        | ABR        | MAY        | JUN | JUL        | AGO        | SEP        | OCT        | NOV        | DIC        |
|------------|------------|------------|------------|------------|------------|-----|------------|------------|------------|------------|------------|------------|
| ESMERALDAS | 964        | 1519       | 3128       | 4938       | 816        | 119 | <b>-42</b> | <b>-70</b> | <b>-46</b> | 8          | 16         | 577        |
| PORTOVIEJO | 584        | 1309       | 1043       | 648        | 253        | 243 | 101        | 0          | <b>-32</b> | <b>-39</b> | <b>-41</b> | 68         |
| CHONE      | 441        | 192        | 1480       | 964        | 371        | 309 | 180        | 82         | 42         | 35         | 55         | 321        |
| JAMA       | 450        | 1760       | 1987       | 1693       | 625        | 418 | 168        | 13         | <b>-7</b>  | <b>-41</b> | <b>-64</b> | <b>-22</b> |
| BRISEÑO    | 207        | 799        | 1138       | 610        | 227        | 185 | 52         | 6          | <b>-11</b> | <b>-32</b> | <b>-58</b> | <b>-27</b> |
| MIRA       | 419        | 442        | 470        | 512        | 398        | 286 | 244        | 209        | 256        | 379        | 361        | 353        |
| CARCHI     | 182        | 170        | 317        | 377        | 260        | 101 | 52         | 33         | 95         | 303        | 373        | 320        |
| NAPO       | <b>-29</b> | <b>-26</b> | <b>-10</b> | 13         | 14         | 43  | 51         | 14         | <b>-8</b>  | <b>-17</b> | <b>-22</b> | <b>-40</b> |
| PASTAZA    | <b>-51</b> | <b>-48</b> | <b>-30</b> | <b>-25</b> | <b>-28</b> | 1   | 4          | <b>-23</b> | <b>-32</b> | <b>-36</b> | <b>-50</b> | <b>-59</b> |
| PAUTE      | 13         | 39         | 142        | 266        | 230        | 347 | 311        | 204        | 116        | 102        | 51         | 49         |
| GUAYAS     | 10106      | 12909      | 12390      | 12201      | 1642       | 399 | 97         | 14         | 38         | 33         | 167        | 2192       |

Cifras con negrillas corresponden a la demanda insatisfecha

fecha, julio - septiembre ( 42 a 70%).

Las cuencas de Chone, Mira, Carchi, Paute y Guayas tendrían bajo este escenario cubierta su demanda de agua.

Debe destacarse que en las cuencas donde están ubicados proyectos hidráulicos se daría una disminución de los valores deficitarios en cuanto a la oferta e inclusive se presentaría la posibilidad de meses con superávit luego de haber cubierto la demanda de agua, como es el caso de la cuenca del río Pastaza (Proyecto Aگویán).

## 6. MEDIDAS DE RESPUESTA ANTE EL CAMBIO CLIMÁTICO EN LAS CUENCAS DE LOS RÍOS GUAYAS, PAUTE Y PASTAZA

En general, entre las medidas de respuesta para la cuenca del Guayas, Paute y Pastaza, para los diferentes escenarios, podrían considerarse las siguientes:

- Establecer programas integrales de manejo de cuencas hidrográficas que incluyan planes de reforestación, recuperación y manejo de suelos, cambios y/o optimización de las técnicas de riego que controlen el avance de la erosión y desertificación.
- Realizar estudios de contaminación del agua de los ríos y su comportamiento frente al Cambio Climático al nivel de sistema hidrográfico, especialmente por el uso de pesticidas que se utilizan en la explotación del banano en toda la sabana costanera y en el litoral de la provincia del El Oro. En caso de existir elevados índices se deberán proponer las normas y correctivos necesarios.
- Establecimiento de un plan de aprovechamiento de los recursos hídricos que considere la incidencia del Cambio Climático, en el cual se propondría la optimización del consumo, mediante campañas de concienciación a la población.
- La utilización de aguas subterráneas sería una alternativa en caso de agravarse la disponibilidad del recurso hídrico superficial, en especial para las partes altas de la cuenca. Por ello, será importante disponer de un inventario de pozos y manantiales, así como el realizar un estudio de su rendimiento y rehabilitación de aquellos que estando en servicio hayan sido abandonados.
- Mejorar el control de la tala indiscriminada y a una reforestación del manglar en toda la zona costera del sistema hidrográfico, en razón de que el incremento de piscinas camaroneras ha traído como consecuencia una pérdida de las zonas de manglar, lo que esta causando un cambio en el clima y en el entorno físico de estas áreas, propiciando una fuerte disminución de la humedad y el avance de superficies secas.
- Realizar un plan de manejo de los embalses existentes, especialmente en lo que a apertura de compuertas se refiere, con lo que se evitará un desfogue precipitado de aguas con las consecuentes inundaciones de gravedad aguas abajo del embalse.
- Realizar estudios de tránsito de crecidas para definir niveles y caudales máximos de diseño para la corrección de márgenes y orillas de los cauces donde se provocan estos fenómenos.
- Complementar los estudios de vulnerabilidad de los Recursos Hídricos frente al cambio Climático en lo que a calidad de aguas se refiere, lo que permitirá determinar si los caudales a presentarse en los ríos en este escenario son suficientes para autodepurarse.
- Apoyar la acción del Consejo Nacional de Recursos Hídricos -CNRH para la implementación de los Comités de Cuenca, que se encargarán de la gestión de los recursos hídricos.
- Tomar medidas para elevar la eficiencia en la producción hidroenergética en los proyectos hidroeléctricos con la implementación de nuevos proyectos, a más del establecimiento de sistemas de monitoreo de pronósticos hidrometeorológicos modernos que posibiliten realizar previsiones a corto, mediano y largo plazo.
- Implementar una red de previsión y alerta hidrometeorológica de uso múltiple que permita:
  - i) prevenir la ocurrencia de inundaciones en cuencas específicas
  - ii) la vigilancia de las crecidas extraordinarias en los ríos que cruzan la ciudad de Cuenca, fenómeno que periódicamente se presenta.
  - iii) prevenir el desprendimiento acelerado de taludes o terrenos inestables, en especial para las zonas donde se presentan masas de suelos no estables.
- Realizar estudios de modelación hidrológica de los ríos que se desbordan, considerando los resultados obtenidos del análisis del Cambio Climático, en especial para aquellos lugares potencialmente sujetos a inundación.
- Propender a la reutilización del agua en áreas de marcada escasez, mediante campos de infiltración para la purificación y mejoramiento de la calidad.
- Retomar y redefinir algunos proyectos de trasvase de la vertiente oriental hacia los valles interandinos.

## 7. ANÁLISIS ESPECÍFICOS DE VULNERABILIDAD

### 7.1 PROYECTO HIDROELÉCTRICO PAUTE

Para el Proyecto Hidroeléctrico Paute, considerado el más grande y del cual en gran parte depende el desarrollo de las actividades del país, se realizó el estudio de la situación al que estaría sujeto dentro de las hipótesis propuestas por el Cambio Climático.

El análisis se ejecutó bajo las siguientes hipótesis de trabajo:

- El proyecto abastece actualmente al 70 % de la energía hidroeléctrica total del país, sin considerar la entrada en operación de la Central Laniado de Wind del proyecto Daule-Peripa.
- Se considera la potencia media, tomando en cuenta una curva de generación teórica lineal, se asume que el embalse tiene la capacidad suficiente para regular las fluctuaciones mensuales. Consecuentemente, se consideró para el análisis una generación mensual constante. En la práctica este no es el caso, puesto que la generación en Paute es altamente variable y considera además las condiciones de mercado de energía, sin embargo se asumió esta simplificación para efectos de análisis de resultados puesto que esto permite comparar los diversos escenarios para las condiciones medias de operación y generación de la central.
- No se consideraron los escenarios de incremento de demanda de energía futura, que han sido definidos por el CENACE y que dependen del grado de desarrollo futuro de la industria y de los cambios en el estándar de vida de la población. Es evidente que el Cambio Climático puede afectar directamente a estos escenarios, pero no se han realizado estudios sobre este tema y por tanto su efecto es aún incierto y desconocido. Por estos motivos, se considera solamente la capacidad potencial del proyecto sin tomar en cuenta las demandas proyectadas.

#### 7.1.1 ESCENARIOS ECC1-ECC3

Bajo estos escenarios se ha puesto en evidencia que el proyecto Paute es ya vulnerable a los estiajes, aún en el escenario base que apenas alcanzaría a cubrir el 61 % de la potencia media.

Para estos escenarios, la disponibilidad del recurso hídrico alcanzaría a cubrir apenas entre el 43 a 45 % de la potencia media, lo que significa que existiría un déficit de alrededor del 27 % respecto a la producción de energía del escenario base. Esto significaría una subutilización de la capacidad instalada de la central hidroeléctrica;

por lo que en este caso quedaría una parte de la capacidad del proyecto inutilizada por falta del recurso agua.

En efecto, caudales inferiores a 40 m<sup>3</sup>/s a la altura de la estación Paute DJ Palmira, a la entrada al Embalse Amaluzza, son señal clara de la presencia de estiaje. Estos se producen generalmente como consecuencia de periodos de 20 ó 30 días con falta de lluvias. Los estiajes hacen necesario generar energía por otras fuentes con los consecuentes incrementos en los costos de producción de energía.

Existe evidencia de la presencia de eventos históricos críticos de estiaje, producidos en las últimas décadas, documentados en varios estudios del INAMHI. De un análisis realizado se desprende que los pares de años críticos de estiaje fueron 78/79, 79/80 y 91/92 (Roura et al, 1996).

Estos escenarios decrementales se agravan aún más por la existencia de otros factores antrópicos como la deforestación que constituye una de las agresiones ambientales más severas que está sufriendo el país.

Considerando la sequía meteorológica como un fenómeno que registra valores pluviométricos en niveles menores que bordean el 50 % de los normales en un período determinado y comparando los caudales medios de varias estaciones que se han analizado, se verifica que los caudales críticos de estiajes en algunos casos son inferiores al 50 % de la normal. Así por ejemplo, para la estación Paute AJ Dudas el caudal medio es de 69 m<sup>3</sup>/s y el crítico de estiaje es de 23 m<sup>3</sup>/s, para la estación Paute DJ Palmira es de 116 m<sup>3</sup>/s, el crítico de estiaje es de 30 m<sup>3</sup>/s, para la estación Tomebamba en Monay el caudal medio es 17.7 m<sup>3</sup>/s, el crítico de estiaje es de 4 m<sup>3</sup>/s. Comparando estos valores con los caudales encontrados para los escenarios de Cambio Climático, se puede concluir que la cuenca del Paute es altamente vulnerable a sufrir sequías bajo las condiciones propuestas.

Para poder suplir el déficit de los caudales en la Central Hidroeléctrica Paute es actualmente necesaria la construcción de un embalse de regulación, para un período anual, será entonces indispensable considerar el resultado del Cambio Climático para el dimensionamiento de las estructuras.

#### 7.1.2 ESCENARIOS ECC2-ECC4

Considerando estos escenarios, la disponibilidad del recurso hídrico alcanzaría a cubrir un 78 % a 80 % de la potencia media, frente al 61% del escenario base, es decir que se podría incrementar la producción en promedio en alrededor del 48 %, sin necesidad de realizar mayores inversiones adicionales porque la central tiene actualmente suficiente capacidad instalada para utilizar este volumen adicional de agua en el año.

Un aumento de caudales producto del Cambio Climático traería consecuencias positivas, como el mejor uso de la Central, con un aumento en la producción de la energía, aún sin la necesidad de mayores inversiones (sin tomar en cuenta los problemas relacionados con los sedimentos). Esto se debe a que actualmente la Central está potencialmente subutilizada respecto a su potencia instalada.

## 7.2 PROYECTO HIDROELÉCTRICO AGOYÁN

En la cuenca del río Pastaza existen dos proyectos hidroeléctricos importantes, El proyecto Agoyán y el proyecto Pisayambo. Ambos proyectos se verían afectados directamente por los efectos del Cambio Climático. En el presente trabajo se realiza el análisis de los efectos sobre el proyecto Agoyán.

El estudio considera las siguientes hipótesis:

- El proyecto abastece actualmente el 12 % de la energía hidroeléctrica total del país, sin considerar la entrada en operación de la central Laniado de Wind del proyecto Daule - Peripa.
- Se considera la potencia media, tomando en cuenta una curva de generación teórica lineal, se asume que el embalse no tiene capacidad de almacenamiento y que la central es de pasada; por tanto, pese a que se consideró para el análisis una capacidad de generación mensual constante, en la práctica este no es el caso puesto que la generación en Agoyán tiene variación diaria que depende directamente de los caudales de ingreso. Se asumió esta simplificación para efectos de análisis de resultados y comparar los diversos escenarios para las condiciones medias de operación y generación de la central. Para guardar coherencia, con lo antes indicado, se consideró la curva de generación mensual teórica siempre bajo de la curva de masas.
- No se consideraron los escenarios de incremento de demanda de energía futura definidos por el CENACE y que dependen del grado de desarrollo futuro de la industria y de los cambios en el estándar de vida de la población. Es evidente que el cambio climático puede afectar directamente a estos escenarios, pero no se han realizado estudios sobre este tema y por tanto su efecto es aún incierto y desconocido. Por estos motivos, se consideró solamente la capacidad potencial del proyecto sin considerar las demandas proyectadas.

Bajo las hipótesis planteadas, se resumen las principales conclusiones para los diferentes escenarios:

### 7.2.1 ESCENARIOS ECC1 - ECC3

La disponibilidad del recurso hídrico alcanzaría a cubrir entre el 71 % y el 73 %, frente al 95% del base, lo que significa que existiría un déficit de alrededor del 23 % respecto a la producción de energía del escenario base. Esto significaría una subutilización de la capacidad instalada de la central hidroeléctrica; en este caso quedaría una parte de su capacidad inutilizada por falta de recurso agua.

Para suplir el déficit de los caudales en la Central Hidroeléctrica Agoyán podría requerirse la construcción de otros proyectos aguas abajo en forma escalonada, lo que permitiría generar más energía con el mismo caudal aprovechando la topografía de la zona que presenta grandes desniveles y por tanto un gran potencial energético. Sin embargo, deben tomarse en cuenta los posibles efectos negativos del impacto ambiental y social de medidas de este tipo, dado que la zona tiene una riqueza ecológica y turística importante y que podría verse afectada por la implementación de estas medidas.

### 7.2.2 ESCENARIOS ECC2-ECC4

Para estos escenarios, la disponibilidad del recurso hídrico alcanzaría a cubrir un 100 % de la potencia media, frente al 95% del escenario base por lo no existirían problemas en cuanto al recurso energético si se presenta este panorama.

El aumento de los caudales de ingreso al proyecto puede de alguna manera atentar contra la seguridad de la infraestructura en un momento dado, ante la presencia de eventos de crecida. Será entonces necesario realizar el análisis de la estabilidad de las estructuras ante solicitudes mayores a las del diseño original para garantizar su seguridad.

En resumen, el estudio de los Recursos Hídricos frente al Cambio Climático pone en evidencia que estos proyectos son vulnerables ante dicho cambio. Un aumento de caudales traería como consecuencias positivas el posible incremento en la capacidad de producción de energía, para ello habría necesidad de realizar estudios más detallados e inversiones en infraestructura. No se debe olvidar que un aumento en los caudales de ingreso a los proyectos en operación, pueden de alguna manera atentar contra la seguridad de la infraestructura en un momento dado, ante la presencia de eventos de crecida.

Será necesario realizar el análisis de la estabilidad de las estructuras ante solicitudes mayores a las del diseño original para garantizar su seguridad.

## 8. ANEXOS RECURSOS HÍDRICOS

**CUADRO 27: APORTACIÓN DE 11 CUENCAS HIDROGRÁFICAS (Hm<sup>3</sup>). ESCENARIO BASE**

| CUENCAS               | ENE         | FEB          | MAR          | ABR          | MAY         | JUN         | JUL         | AGO         | SEP         | OCT         | NOV         | DIC         | AÑO          | %          |
|-----------------------|-------------|--------------|--------------|--------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|--------------|------------|
| ESMERALDAS            | 3814        | 4520         | 6112         | 5295         | 3097        | 1761        | 843         | 588         | 667         | 752         | 693         | 1720        | 29862        | 37.3       |
| PORTOVIEJO            | 137         | 298          | 348          | 288          | 154         | 110         | 61          | 43          | 34          | 30          | 26          | 52          | 1580         | 2.0        |
| CHONE                 | 147         | 340          | 433          | 308          | 145         | 124         | 83          | 60          | 49          | 46          | 52          | 126         | 1914         | 2.4        |
| JAMA                  | 37          | 128          | 148          | 130          | 55          | 39          | 21          | 9           | 7           | 5           | 3           | 6           | 587          | 0.7        |
| BRISEÑO               | 12          | 35           | 49           | 29           | 14          | 12          | 7           | 5           | 4           | 3           | 2           | 3           | 175          | 0.2        |
| MIRA                  | 208         | 215          | 224          | 236          | 194         | 154         | 138         | 125         | 141         | 184         | 183         | 173         | 2175         | 2.7        |
| CARCHI                | 264         | 250          | 373          | 431          | 325         | 183         | 140         | 123         | 176         | 356         | 402         | 366         | 3388         | 4.2        |
| NAPO (PAPALLACTA)     | 5           | 5            | 7            | 8            | 10          | 11          | 13          | 10          | 8           | 6           | 6           | 5           | 95           | 0.1        |
| PASTAZA (F. AGOYÁN)   | 237         | 230          | 294          | 311          | 326         | 450         | 462         | 376         | 312         | 271         | 210         | 198         | 3678         | 4.6        |
| PAUTE (E. AMALUZA)    | 146         | 162          | 296          | 395          | 377         | 515         | 504         | 389         | 266         | 262         | 167         | 145         | 3625         | 4.5        |
| GUAYAS                | 4260        | 6491         | 6225         | 5526         | 2864        | 1582        | 1106        | 774         | 771         | 859         | 880         | 1640        | 32978        | 41.2       |
| <b>TOTAL NACIONAL</b> | <b>9268</b> | <b>12674</b> | <b>14509</b> | <b>12958</b> | <b>7560</b> | <b>4941</b> | <b>3378</b> | <b>2501</b> | <b>2434</b> | <b>2774</b> | <b>2623</b> | <b>4436</b> | <b>80056</b> | <b>100</b> |
| <b>% NACIONAL</b>     | <b>12</b>   | <b>16</b>    | <b>18</b>    | <b>16</b>    | <b>9</b>    | <b>6</b>    | <b>4</b>    | <b>3</b>    | <b>3</b>    | <b>3</b>    | <b>3</b>    | <b>6</b>    | <b>100</b>   |            |

**CUADRO 28: APORTACIÓN DE 11 CUENCAS HIDROGRÁFICAS (Hm<sup>3</sup>). ESCENARIO: T+1°C, P - 15%**

| CUENCAS               | ENE         | FEB         | MAR          | ABR         | MAY         | JUN         | JUL         | AGO         | SEP         | OCT         | NOV         | DIC         | AÑO          | %          |
|-----------------------|-------------|-------------|--------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|--------------|------------|
| ESMERALDAS            | 2766        | 3416        | 4406         | 3821        | 2511        | 1348        | 720         | 441         | 515         | 571         | 524         | 1357        | 22396        | 35.7       |
| PORTOVIEJO            | 108         | 236         | 281          | 238         | 131         | 95          | 54          | 38          | 30          | 26          | 22          | 44          | 1302         | 2.1        |
| CHONE                 | 117         | 271         | 344          | 245         | 115         | 99          | 67          | 48          | 39          | 37          | 42          | 102         | 1526         | 2.4        |
| JAMA                  | 28          | 97          | 118          | 104         | 45          | 32          | 17          | 7           | 6           | 4           | 2           | 5           | 464          | 0.7        |
| BRISEÑO               | 9           | 28          | 40           | 24          | 12          | 10          | 6           | 4           | 3           | 3           | 2           | 3           | 143          | 0.2        |
| MIRA                  | 197         | 200         | 206          | 215         | 178         | 143         | 128         | 116         | 128         | 164         | 163         | 153         | 1991         | 3.2        |
| CARCHI                | 226         | 207         | 314          | 361         | 274         | 155         | 117         | 102         | 147         | 296         | 352         | 318         | 2868         | 4.6        |
| NAPO (P. PAPALLACTA)  | 5           | 5           | 6            | 8           | 8           | 9           | 10          | 8           | 6           | 5           | 5           | 4           | 79           | 0.1        |
| PASTAZA (E. AGOYÁN)   | 202         | 190         | 236          | 250         | 242         | 332         | 346         | 267         | 235         | 220         | 172         | 140         | 2833         | 4.5        |
| PAUTE (E. AMALUZA)    | 125         | 131         | 198          | 289         | 274         | 375         | 361         | 276         | 199         | 180         | 134         | 125         | 2668         | 4.3        |
| GUAYAS                | 3587        | 5106        | 4707         | 4198        | 2126        | 1227        | 878         | 683         | 733         | 759         | 865         | 1544        | 26413        | 42.1       |
| <b>TOTAL NACIONAL</b> | <b>7371</b> | <b>9887</b> | <b>10856</b> | <b>9753</b> | <b>5916</b> | <b>3825</b> | <b>2703</b> | <b>1989</b> | <b>2040</b> | <b>2264</b> | <b>2283</b> | <b>3794</b> | <b>62681</b> | <b>100</b> |
| <b>% NACIONAL</b>     | <b>12</b>   | <b>16</b>   | <b>17</b>    | <b>16</b>   | <b>9</b>    | <b>6</b>    | <b>4</b>    | <b>3</b>    | <b>3</b>    | <b>4</b>    | <b>4</b>    | <b>6</b>    | <b>100</b>   |            |

**CUADRO 29: APORTACIÓN DE 11 CUENCAS HIDROGRÁFICAS (Hm<sup>3</sup>). ESCENARIO: T+1°C, P + 20%**

| CUENCAS               | ENE          | FEB          | MAR          | ABR          | MAY         | JUN         | JUL         | AGO         | SEP         | OCT         | NOV         | DIC         | AÑO          | %          |
|-----------------------|--------------|--------------|--------------|--------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|--------------|------------|
| ESMERALDAS            | 4361         | 5241         | 7003         | 6068         | 3803        | 2118        | 1107        | 684         | 835         | 912         | 856         | 2257        | 35245        | 37.0       |
| PORTOVIEJO            | 178          | 380          | 435          | 353          | 181         | 128         | 69          | 47          | 37          | 33          | 29          | 62          | 1932         | 2.0        |
| CHONE                 | 190          | 440          | 557          | 395          | 185         | 156         | 105         | 74          | 59          | 56          | 63          | 157         | 2437         | 2.6        |
| JAMA                  | 50           | 168          | 190          | 164          | 66          | 47          | 25          | 11          | 9           | 6           | 3           | 7           | 746          | 0.8        |
| BRISEÑO               | 15           | 45           | 62           | 36           | 17          | 14          | 8           | 5           | 5           | 3           | 2           | 4           | 216          | 0.2        |
| MIRA                  | 223          | 233          | 246          | 264          | 215         | 267         | 149         | 134         | 154         | 208         | 208         | 167         | 2398         | 2.5        |
| CARCHI                | 293          | 280          | 433          | 494          | 374         | 208         | 158         | 139         | 203         | 417         | 490         | 437         | 3927         | 4.1        |
| NAPO (P. PAPALLACTA)  | 7            | 7            | 9            | 11           | 11          | 14          | 15          | 11          | 9           | 8           | 8           | 6           | 115          | 0.1        |
| PASTAZA (E. AGOYÁN)   | 269          | 287          | 388          | 416          | 403         | 562         | 578         | 425         | 379         | 358         | 278         | 228         | 4571         | 4.8        |
| PAUTE (E. AMALUZA)    | 175          | 218          | 383          | 570          | 514         | 690         | 534         | 471         | 336         | 316         | 237         | 236         | 4781         | 5.0        |
| GUAYAS                | 5582         | 7576         | 7387         | 6461         | 3111        | 1650        | 1101        | 785         | 873         | 931         | 1101        | 2222        | 38779        | 40.8       |
| <b>TOTAL NACIONAL</b> | <b>11342</b> | <b>14876</b> | <b>17093</b> | <b>15231</b> | <b>8880</b> | <b>5755</b> | <b>3947</b> | <b>2786</b> | <b>2899</b> | <b>3250</b> | <b>3276</b> | <b>5813</b> | <b>95148</b> | <b>100</b> |
| <b>% NACIONAL</b>     | <b>12</b>    | <b>16</b>    | <b>18</b>    | <b>16</b>    | <b>9</b>    | <b>6</b>    | <b>4</b>    | <b>3</b>    | <b>3</b>    | <b>3</b>    | <b>3</b>    | <b>6</b>    | <b>100</b>   |            |



CUADRO 30: APORTACIÓN DE 11 CUENCAS HIDROGRÁFICAS (Hm<sup>3</sup>). ESCENARIO: T+2°C, P-15%

| CUENCAS               | ENE         | FEB         | MAR          | ABR         | MAY         | JUN         | JUL         | AGO         | SEP         | OCT         | NOV         | DIC         | AÑO          | %          |
|-----------------------|-------------|-------------|--------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|--------------|------------|
| ESMERALDAS            | 2705        | 3296        | 4238         | 3678        | 2406        | 1267        | 667         | 403         | 477         | 433         | 489         | 1293        | 21452        | 35.2       |
| PORTOVIEJO            | 108         | 236         | 261          | 237         | 130         | 94          | 53          | 38          | 39          | 26          | 22          | 43          | 1297         | 2.1]       |
| CHONE                 | 118         | 271         | 344          | 245         | 115         | 98          | 66          | 47          | 38          | 36          | 41          | 101         | 1519         | 2.5        |
| JAMA                  | 28          | 96          | 116          | 103         | 44          | 31          | 16          | 7           | 6           | 3           | 2           | 4           | 457          | 0.7        |
| BRISEÑO               | 9           | 28          | 40           | 24          | 12          | 10          | 6           | 4           | 3           | 2           | 2           | 3           | 142          | 0.2        |
| MIRA                  | 196         | 200         | 205          | 214         | 177         | 142         | 127         | 115         | 127         | 163         | 161         | 152         | 1979         | 3.2        |
| CARCHI                | 224         | 205         | 312          | 358         | 272         | 153         | 115         | 101         | 145         | 294         | 349         | 314         | 2842         | 4.7        |
| NAPO (P. PAPALLACTA)  | 5           | 5           | 6            | 7           | 8           | 9           | 10          | 8           | 6           | 5           | 5           | 4           | 78           | 0.1        |
| PASTAZA (E. AGOYÁN)   | 198         | 186         | 230          | 243         | 235         | 323         | 338         | 259         | 228         | 213         | 166         | 135         | 2754         | 4.5        |
| PAUTE (E. AMALUZA)    | 123         | 127         | 190          | 277         | 263         | 362         | 349         | 266         | 191         | 171         | 127         | 118         | 2565         | 4.2        |
| GUAYAS                | 3530        | 5000        | 4578         | 4080        | 2067        | 1194        | 855         | 671         | 722         | 745         | 857         | 1527        | 25826        | 42.4       |
| <b>TOTAL NACIONAL</b> | <b>7243</b> | <b>9649</b> | <b>10539</b> | <b>9466</b> | <b>5728</b> | <b>3684</b> | <b>2603</b> | <b>1918</b> | <b>1973</b> | <b>2193</b> | <b>2221</b> | <b>3694</b> | <b>60911</b> | <b>100</b> |
| <b>% NACIONAL</b>     | <b>12</b>   | <b>16</b>   | <b>17</b>    | <b>16</b>   | <b>9</b>    | <b>6</b>    | <b>4</b>    | <b>3</b>    | <b>3</b>    | <b>4</b>    | <b>4</b>    | <b>6</b>    | <b>100</b>   |            |

CUADRO 31: APORTACIÓN DE 11 CUENCAS HIDROGRÁFICAS (Hm<sup>3</sup>). ESCENARIO: T+2°C, P+20%

| CUENCAS               | ENE         | FEB          | MAR          | ABR          | MAY         | JUN         | JUL         | AGO         | SEP         | OCT         | NOV         | DIC         | AÑO          | %          |
|-----------------------|-------------|--------------|--------------|--------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|--------------|------------|
| ESMERALDAS            | 4277        | 5083         | 6811         | 5894         | 3663        | 2013        | 1033        | 631         | 778         | 855         | 804         | 2172        | 34014        | 36.4       |
| PORTOVIEJO            | 178         | 380          | 434          | 352          | 180         | 127         | 68          | 47          | 37          | 33          | 28          | 62          | 1926         | 2.1        |
| CHONE                 | 198         | 439          | 556          | 394          | 184         | 155         | 104         | 73          | 58          | 55          | 62          | 156         | 2426         | 2.6        |
| JAMA                  | 50          | 167          | 188          | 161          | 65          | 47          | 24          | 10          | 8           | 5           | 3           | 7           | 736          | 0.8        |
| BRISEÑO               | 15          | 45           | 62           | 36           | 16          | 14          | 8           | 5           | 4           | 3           | 2           | 4           | 215          | 0.2        |
| MIRA                  | 223         | 233          | 245          | 263          | 214         | 166         | 148         | 133         | 153         | 206         | 207         | 195         | 2386         | 2.6        |
| CARCHI                | 288         | 275          | 425          | 486          | 367         | 205         | 155         | 136         | 199         | 411         | 482         | 428         | 3856         | 4.1        |
| NAPO (P. PAPALLACTA)  | 7           | 7            | 9            | 11           | 11          | 14          | 15          | 11          | 9           | 8           | 8           | 6           | 115          | 0.1        |
| PASTAZA (E. AGOYÁN)   | 264         | 281          | 378          | 405          | 392         | 549         | 566         | 415         | 369         | 348         | 270         | 220         | 4459         | 4.8        |
| PAUTE (E. AMALUZA)    | 170         | 210          | 365          | 552          | 499         | 375         | 621         | 460         | 326         | 305         | 227         | 225         | 4635         | 5.0        |
| GUAYAS                | 5409        | 7168         | 7145         | 6397         | 3188        | 1757        | 1203        | 896         | 985         | 1013        | 1190        | 2299        | 38642        | 41.4       |
| <b>TOTAL NACIONAL</b> | <b>1107</b> | <b>14289</b> | <b>16618</b> | <b>14950</b> | <b>8781</b> | <b>5721</b> | <b>3944</b> | <b>2817</b> | <b>2927</b> | <b>3244</b> | <b>3283</b> | <b>5667</b> | <b>63410</b> | <b>100</b> |
| <b>% NACIONAL</b>     | <b>12</b>   | <b>15</b>    | <b>18</b>    | <b>16</b>    | <b>9</b>    | <b>6</b>    | <b>4</b>    | <b>3</b>    | <b>3</b>    | <b>3</b>    | <b>4</b>    | <b>6</b>    | <b>100</b>   |            |

CUADRO 32: BALANCE DEMANDA-OFFERTA DEL RECURSO HÍDRICO (Hm<sup>3</sup>). ESCENARIO BASE

| CUENCAS    | ENE         | FEB         | MAR         | ABR         | MAY         | JUN        | JUL         | AGO          | SEP         | OCT         | NOV         | DIC         |
|------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|------------|-------------|--------------|-------------|-------------|-------------|-------------|
| ESMERALDAS | 3419        | 4213        | 5908        | 5185        | 2704        | 848        | <b>-921</b> | <b>-1502</b> | <b>-754</b> | <b>-34</b>  | 4           | 1406        |
| PORTOVIEJO | 116         | 276         | 314         | 246         | 108         | 78         | 32          | 1            | <b>-14</b>  | <b>-18</b>  | <b>-17</b>  | 20          |
| CHONE      | 114         | 307         | 400         | 273         | 108         | 88         | 48          | 23           | 11          | 8           | 15          | 91          |
| JAMA       | 28          | 119         | 139         | 121         | 46          | 30         | 12          | 0            | <b>-2</b>   | <b>-4</b>   | <b>-6</b>   | <b>-3</b>   |
| BRISEÑO    | 7           | 30          | 44          | 24          | 9           | 7          | 2           | 0            | <b>-1</b>   | <b>-2</b>   | <b>-3</b>   | <b>-2</b>   |
| MIRA       | 172         | 179         | 188         | 200         | 158         | 118        | 102         | 89           | 105         | 148         | 147         | 137         |
| CARCHI     | 169         | 155         | 278         | 336         | 230         | 88         | 45          | 28           | 81          | 261         | 307         | 271         |
| NAPO       | <b>-3</b>   | <b>-3</b>   | <b>-1</b>   | 0           | 2           | 3          | 5           | 2            | 0           | <b>-2</b>   | <b>-2</b>   | <b>-3</b>   |
| PASTAZA    | <b>-305</b> | <b>-312</b> | <b>-248</b> | <b>-231</b> | <b>-216</b> | <b>-92</b> | <b>-80</b>  | <b>-166</b>  | <b>-230</b> | <b>-271</b> | <b>-332</b> | <b>-344</b> |
| PAUTE      | <b>-5</b>   | 11          | 145         | 244         | 226         | 364        | 353         | 238          | 115         | 111         | 16          | <b>-6</b>   |
| GUAYAS     | 4222        | 6451        | 6183        | 5489        | 2696        | 1245       | 509         | 3            | 70          | 110         | 449         | 155         |

Cifras con negrillas corresponden a la demanda insatisfecha

CUADRO 33: BALANCE DEMANDA-OFFERTA DEL RECURSO HÍDRICO (HM<sup>3</sup>). ESCENARIO 1 (T+1°C, P-15%)- AÑO 2010

| CUENCAS    | ENE         | FEB         | MAR         | ABR         | MAY         | JUN         | JUL          | AGO          | SEP         | OCT         | NOV         | DIC         |
|------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|--------------|--------------|-------------|-------------|-------------|-------------|
| ESMERALDAS | 2364        | 3102        | 4195        | 3704        | 2111        | 428         | <b>-1051</b> | <b>-1657</b> | <b>-913</b> | <b>-222</b> | <b>-172</b> | 1036        |
| PORTOVIEJO | 82          | 209         | 243         | 191         | 80          | 58          | 20           | <b>-9</b>    | <b>-24</b>  | <b>-28</b>  | <b>-26</b>  | 7           |
| CHONE      | 82          | 237         | 309         | 208         | 76          | 61          | 30           | 8            | <b>-2</b>   | <b>-4</b>   | 2           | 65          |
| JAMA       | 19          | 88          | 109         | 95          | 36          | 23          | 8            | <b>-2</b>    | <b>-3</b>   | <b>-5</b>   | <b>-7</b>   | <b>-4</b>   |
| BRISEÑO    | 4           | 23          | 35          | 19          | 7           | 5           | 1            | <b>-1</b>    | <b>-2</b>   | <b>-2</b>   | <b>-3</b>   | <b>-2</b>   |
| MIRA       | 154         | 157         | 163         | 172         | 135         | 100         | 85           | 73           | 85          | 121         | 120         | 110         |
| CARCHI     | 124         | 105         | 212         | 259         | 173         | 53          | 15           | 0            | 45          | 194         | 250         | 216         |
| NAPO       | <b>-5</b>   | <b>-5</b>   | <b>-4</b>   | <b>-2</b>   | <b>-2</b>   | 0           | 0            | <b>-2</b>    | <b>-4</b>   | <b>-4</b>   | <b>-5</b>   | <b>-6</b>   |
| PASTAZA    | <b>-340</b> | <b>-352</b> | <b>-306</b> | <b>-292</b> | <b>-300</b> | <b>-210</b> | <b>-196</b>  | <b>-275</b>  | <b>-307</b> | <b>-322</b> | <b>-370</b> | <b>-402</b> |
| PAUTE      | <b>-26</b>  | <b>-20</b>  | 47          | 138         | 123         | 224         | 210          | 125          | 48          | 29          | <b>-17</b>  | <b>-26</b>  |
| GUAYAS     | 3534        | 5051        | 4650        | 4146        | 1943        | 875         | 267          | <b>-103</b>  | 17          | <b>-5</b>   | 419         | 1444        |

Cifras con negrillas corresponden a la demanda insatisfecha

CUADRO 34: BALANCE DEMANDA-OFFERTA DEL RECURSO HÍDRICO (HM<sup>3</sup>). ESCENARIO 1 (T+1°C, P+20%)- AÑO 2010

| CUENCAS    | ENE         | FEB         | MAR         | ABR         | MAY         | JUN  | JUL         | AGO         | SEP         | OCT         | NOV         | DIC         |
|------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|
| ESMERALDAS | 3959        | 4927        | 6792        | 5951        | 3403        | 1198 | <b>-664</b> | 1414        | <b>-593</b> | 119         | 160         | 1936        |
| PORTOVIEJO | 152         | 353         | 397         | 306         | 130         | 91   | 35          | 0           | <b>-17</b>  | <b>-21</b>  | <b>-19</b>  | 25          |
| CHONE      | 155         | 406         | 522         | 358         | 146         | 118  | 68          | 34          | 18          | 15          | 23          | 120         |
| JAMA       | 41          | 159         | 181         | 155         | 57          | 38   | 16          | 2           | 0           | <b>-3</b>   | <b>-6</b>   | <b>-2</b>   |
| BRISEÑO    | 10          | 40          | 57          | 31          | 12          | 9    | 3           | 0           | 0           | <b>-2</b>   | <b>-3</b>   | <b>-1</b>   |
| MIRA       | 180         | 190         | 203         | 221         | 172         | 124  | 106         | 91          | 111         | 165         | 165         | 154         |
| CARCHI     | 191         | 178         | 331         | 392         | 272         | 106  | 56          | 37          | 101         | 315         | 388         | 335         |
| NAPO       | <b>-3</b>   | <b>-2</b>   | <b>-1</b>   | 1           | 1           | 4    | 5           | 1           | <b>-1</b>   | <b>-2</b>   | <b>-2</b>   | <b>-4</b>   |
| PASTAZA    | <b>-273</b> | <b>-255</b> | <b>-154</b> | <b>-126</b> | <b>-139</b> | 20   | 36          | <b>-117</b> | <b>-163</b> | <b>-184</b> | <b>-264</b> | <b>-310</b> |
| PAUTE      | 24          | 67          | 232         | 419         | 363         | 539  | 483         | 320         | 185         | 165         | 86          | 84          |
| GUAYAS     | 5529        | 7520        | 7329        | 6409        | 2928        | 1298 | 490         | <b>-1</b>   | 157         | 167         | 655         | 2122        |

Cifras con negrillas corresponden a la demanda insatisfecha

CUADRO 35: BALANCE DEMANDA-OFFERTA DEL RECURSO HÍDRICO (HM<sup>3</sup>). ESCENARIO 1 (T+2°C, P-15%)- AÑO 2010

| CUENCAS    | ENE         | FEB         | MAR         | ABR         | MAY         | JUN         | JUL          | AGO          | SEP         | OCT         | NOV         | DIC        |
|------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|--------------|--------------|-------------|-------------|-------------|------------|
| ESMERALDAS | 2303        | 2982        | 4027        | 3561        | 2006        | 347         | <b>-1104</b> | <b>-1695</b> | <b>-951</b> | <b>-260</b> | <b>-207</b> | 6          |
| PORTOVIEJO | 82          | 209         | 243         | 190         | 79          | 57          | 19           | <b>-9</b>    | <b>-25</b>  | <b>-28</b>  | <b>-26</b>  | 6          |
| CHONE      | 83          | 237         | 309         | 208         | 76          | 60          | 29           | 7            | <b>-3</b>   | <b>-5</b>   | 1           | 64         |
| JAMA       | 19          | 87          | 107         | 94          | 35          | 22          | 7            | <b>-2</b>    | <b>-3</b>   | <b>-6</b>   | <b>-7</b>   | <b>-5</b>  |
| BRISEÑO    | 4           | 23          | 35          | 19          | 7           | 5           | 1            | <b>-1</b>    | <b>-2</b>   | <b>-3</b>   | <b>-3</b>   | <b>-2</b>  |
| MIRA       | 153         | 157         | 162         | 171         | 134         | 99          | 84           | 72           | 84          | 120         | 118         | 109        |
| CARCHI     | 122         | 103         | 210         | 254         | 170         | 51          | 14           | <b>-1</b>    | <b>-43</b>  | 192         | 247         | 212        |
| NAPO       | <b>-5</b>   | <b>-5</b>   | <b>-4</b>   | <b>-2</b>   | <b>-2</b>   | 0           | 0            | <b>-2</b>    | <b>-4</b>   | <b>-4</b>   | 5           | <b>-6</b>  |
| PASTAZA    | <b>-344</b> | <b>-356</b> | <b>-312</b> | <b>-299</b> | <b>-307</b> | <b>-219</b> | <b>-204</b>  | <b>-283</b>  | <b>-314</b> | <b>-329</b> | <b>-376</b> |            |
| PAUTE      | <b>-28</b>  | <b>-24</b>  | 39          | 126         | 112         | 211         | 198          | 115          | 40          | 20          | <b>-24</b>  | <b>-33</b> |
| GUAYAS     | 3477        | 4945        | 4521        | 4028        | 1884        | 842         | 244          | <b>-115</b>  | 6           | -19         | 411         | 1427       |

Cifras con negrillas corresponden a la demanda insatisfecha

CUADRO 36: BALANCE DEMANDA-OFFERTA DEL RECURSO HÍDRICO (Hm<sup>3</sup>) ESCENARIO 1 (T+2°C, P+20%)- AÑO 2010

| CUENCAS    | ENE         | FEB         | MAR         | ABR         | MAY         | JUN  | JUL         | AGO          | SEP         | OCT         | NOV         | DIC         |
|------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|------|-------------|--------------|-------------|-------------|-------------|-------------|
| ESMERALDAS | 3875        | 4769        | 6600        | 5777        | 3263        | 1093 | <b>-738</b> | <b>-1467</b> | <b>-650</b> | 62          | 108         | 1851        |
| PORTOVIEJO | 152         | 353         | 396         | 305         | 129         | 90   | 34          | 0            | <b>-17</b>  | <b>-21</b>  | <b>-20</b>  | 25          |
| CHONE      | 154         | 405         | 521         | 357         | 145         | 117  | 67          | 33           | 17          | 14          | 22          | 119         |
| JAMA       | 41          | 158         | 179         | 152         | 56          | 38   | 15          | 1            | <b>-2</b>   | <b>-4</b>   | <b>-6</b>   | <b>-2</b>   |
| BRISEÑO    | 10          | 40          | 57          | 31          | 11          | 9    | 3           | 0            | <b>-1</b>   | <b>-2</b>   | <b>-3</b>   | <b>-1</b>   |
| MIRA       | 180         | 190         | 202         | 220         | 171         | 123  | 105         | 90           | 110         | 163         | 164         | 152         |
| CARCHI     | 186         | 174         | 323         | 384         | 265         | 106  | 53          | 34           | 97          | 309         | 380         | 326         |
| NAPO       | <b>-3</b>   | <b>-3</b>   | <b>-1</b>   | 1           | 1           | 4    | 5           | 1            | <b>-1</b>   | <b>-2</b>   | <b>-2</b>   | <b>-4</b>   |
| PASTAZA    | <b>-278</b> | <b>-261</b> | <b>-164</b> | <b>-137</b> | <b>-150</b> | 7    | 24          | <b>-127</b>  | <b>-173</b> | <b>-194</b> | <b>-272</b> | <b>-322</b> |
| PAUTE      | 19          | 59          | 214         | 401         | 348         | 524  | 470         | 309          | 175         | 154         | 76          | 74          |
| GUAYAS     | 5356        | 7113        | 7087        | 6345        | 3005        | 1405 | 592         | 110          | 269         | 249         | 744         | 2192        |

Cifras con negrillas corresponden a la demanda insatisfecha

---

**ESTRATEGIAS DE ADAPTACIÓN AL  
CAMBIO CLIMÁTICO EN LA CUENCA  
BAJA DEL RÍO GUAYAS Y GOLFO  
INTERIOR**

---



## 1. ANTECEDENTES

En el contexto Marino - Costero, a inicios de 1999 se culminó el Proyecto “Evaluación de la Vulnerabilidad en la Cuenca Baja del Río Guayas al Levantamiento Acelerado del Nivel del Mar” (EVCBRG), que contó con el apoyo del Gobierno Holandés.

Posteriormente, en el marco del proyecto ECU/99/G31 Cambio Climático, el grupo de trabajo Marino-Costero conformado por representantes del Ministerio del Ambiente, Instituto Nacional de Pesca (INP), Instituto Oceanográfico de la Armada (INOCAR), Instituto Nacional de Meteorología e Hidrología (INAMHI) y Ministerio de Agricultura y Ganadería desarrollaron la denominada “Estrategia de adaptación al cambio climático en la cuenca baja del río Guayas y Golfo Interior de Guayaquil”, como un complemento al proyecto anteriormente indicado.

En el presente documento, se exponen los resultados sobresalientes del primer estudio y la Estrategia desarrollada por el Grupo Marino Costero

## 2. EVALUACIÓN DE VULNERABILIDAD

La evaluación de vulnerabilidad se efectuó en la cuenca baja del río Guayas, con un perímetro de 630 km y una extensión de 14.878 km<sup>2</sup>, de la cual una tercera parte está cubierta por estuarios. Su importancia en el ámbito socioeconómico del país es realmente considerable, por ser una de las zonas principales dentro del desarrollo agrícola, industrial y comercial nacional.

El área de estudio incluye los estuarios de los ríos Guayas-Canal de Jambelí y Estero Salado-Canal del Moro, cuyas riberas e islas se encuentran cubiertas por manglares salitrales y camarónicas, así como las cuencas de los ríos Daule y Babahoyo, de cuya unión nace el río Guayas y que se caracterizan por su accionar agrícola.

## 2.1 ASPECTOS METODOLÓGICOS

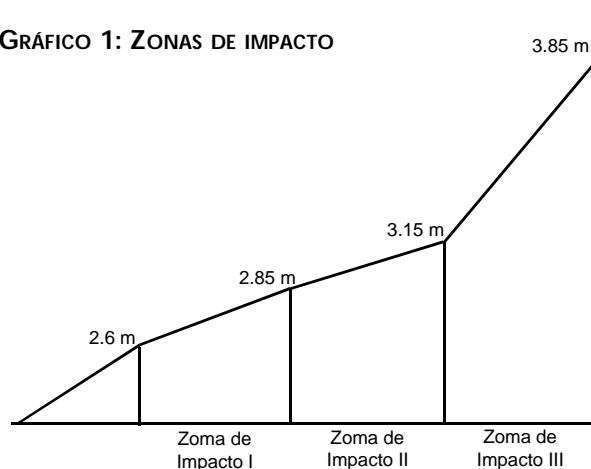
El estudio se sustentó básicamente en la metodología del Panel Intergubernamental de Expertos sobre Cambio Climático, denominada de los siete pasos, tres escenarios (dos de cambio climático) y la subdivisión del área de estudio en diez segmentos.

Los escenarios utilizados son denominados Básico-LANM0, Moderado-LANM1 y Severo-LANM2 (Cuadro 37).

Adicionalmente, se definieron zonas de impacto con el fin de evaluar los problemas de inundación generados por el LANM (Gráfico 2). El valor de 3,85 m representa el nivel promedio de agua alcanzado en un período de retorno de 100 años que actúa sobre el LANM 2; sin embargo, el record histórico indica un valor de 4,33 m en Guayaquil debido al flujo del río y a la hidráulica del estuario.

La Zona de Impacto I representa el área de inundación para el LANM0, la Zona de Impacto II el área adicional de inundación para el LANM1 y la Zona de Impacto III el área adicional de inundación para el LANM2.

GRÁFICO 1: ZONAS DE IMPACTO



CUADRO 37. ESCENARIOS DE CAMBIO CLIMÁTICO

|                                    | LANM0    | LANM1                                      | LANM2                           |
|------------------------------------|----------|--|---------------------------------|
| Nivel del mar                      | 0,0 m    | 0,3 m                                      | 1,0 m                           |
| Precipitación                      | Promedio | Moderada, disminución del 15% del promedio | Incremento del 20% del promedio |
| Descarga fluvial                   | Promedio | Disminución del 15% del promedio           | Incremento del 20% del promedio |
| Aumento de la temperatura del aire | Normal   | +1° C                                      | +2° C                           |
| Anomalías de temperatura del mar   | Normal   | <1°C                                       | >2.5° C                         |

## 2.2 PRINCIPALES RESULTADOS

Los principales efectos de los escenarios de cambio climático podrían presentarse básicamente en los niveles de agua, frecuencias de excedencia y en la salinidad, en tanto que los impactos más sensibles, según el estudio, estarían en las áreas perdidas por los LANM y los efectos de las precipitaciones y desbordes de ríos (Cuadro 38).

Virtualmente todas las zonas costeras están sujetas a inundaciones, especialmente ante la posibilidad del LANM2.

En el caso extremo, con un período de retorno de 100 años, el área inundada sería de 75 km<sup>2</sup> sin LANM, se incrementa considerablemente con LANM1 a 625 km<sup>2</sup>, si éste es de 0,30 m, y a 971 km<sup>2</sup> con un LANM de 1,00 m.

Considerando el caso mínimo, para un período de retorno de apenas un año, sin LANM el área inundada alcanzaría 43 km<sup>2</sup> y con LANM de 1,00 m, 539 km<sup>2</sup> (Cuadro 39).

El estuario del río Guayas sería el más afectado, pues la intrusión salina podría ingresar aguas arriba de los ríos Daule y Babahoyo, generando cambios en la salinidad.

Las pérdidas económicas pueden llegar a valores significativos, así con base en los resultados del modelo Flood Risk, ante la ocurrencia del escenario LANM2, se tendría US\$1.305 millones de pérdidas y estarían en peligro US\$1.040 millones adicionales (Cuadro 40).

Ante los problemas detectados, la población podría estar en peligro bajo todos los escenarios considerados en la evaluación. Por ejemplo, de producirse el escenario LANM2, podría generarse una evacuación de 327.000 personas y estarían en peligro alrededor de 200.000 habitantes adicionales (Cuadro 41).

El área ecológica sufriría daños de consideración, así de cumplirse el escenario LANM2, el manglar perdería una superficie de aproximadamente 532 km<sup>2</sup> y estaría en peligro un área de 1300 km<sup>2</sup> (Cuadro 42).

## 2.3 IDENTIFICACIÓN Y CATEGORIZACIÓN DE LOS IMPACTOS SOBRE LOS SECTORES ECONÓMICOS DE LOS SEGMENTOS DEL ESTUDIO

Uno de los aspectos importantes que se tomó en consideración al realizar el análisis de priorización y categorización de impactos, fue identificar aquellos que afectarían a los sectores socioeconómicos y naturales, sobre la base de lo descrito en el marco metodológico.

Los impactos identificados incluyen básicamente las inundaciones (inundaciones por LANM e inunda-

**Cuadro 38. Impactos del sistema natural (km<sup>2</sup>)**

| AREAS PERDIDAS                                   | LANM0 | LANM1 | LANM2 |
|--|-------|-------|-------|
| Por efectos del LANM                             |       |       |       |
| Camaroneras                                      | 171   | 231,5 | 355,2 |
| Manglares  | 301,5 | 347,3 | 532,7 |
| Área urbana                                      | 38    | 71,2  |       |
| Recreación                                       | 2,5   | 7,2   | 12,9  |
| Por efectos de precipitación y desbordes de ríos |       |       |       |
| Banano   | 137,7 | 125   | 150   |
| Arroz  | 200   | 200   | 200   |
| Caña de azúcar                                   | 675   | 675   | 675   |

**Cuadro 39. Areas inundables (km<sup>2</sup>)**

| ESCENARIO      | PERÍODO DE RETORNO |        |        |
|----------------|--------------------|--------|--------|
|                | 1                  | 1/10   | 1/100  |
| BÁSICO - LANM0 | 42,79              | 62,29  | 75,09  |
| LANM1          | 191,89             | 411,49 | 624,09 |
| LANM2          | 539,69             | 759,39 | 971,99 |

**Cuadro 40. Capital en riesgo**

|       | CAPITAL EN RIESGO(MUSD) |         |                 |         |
|-------|-------------------------|---------|-----------------|---------|
|       | SIN DESARROLLO          |         | DESARROLLO 2010 |         |
|       | PERDIDA                 | PELIGRO | PERDIDA         | PELIGRO |
| LANM0 | 136                     | 404     | 193             | 573     |
| LANM1 | 408                     | 526     | 607             | 756     |
| LANM2 | 881                     | 716     | 1305            | 1040    |

**Cuadro 41. Potencial población en riesgo**

|       | POBLACIÓN      |         |                 |         |
|-------|----------------|---------|-----------------|---------|
|       | SIN DESARROLLO |         | DESARROLLO 2010 |         |
|       | EVACUADOS      | PELIGRO | EVACUADOS       | PELIGRO |
| LANM0 | 17.340         | 75.352  | 28.220          | 77.620  |
| LANM1 | 167.940        | 132.746 | 194.576         | 145.343 |
| LANM2 | 284.352        | 184.669 | 327.005         | 204.787 |

**Cuadro 42. Potenciales impactos en manglares (km<sup>2</sup>)**

|         | LANMO   |         | LANM1   |         | LANM2   |         |
|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|
|         | PÉRDIDA | PELIGRO | PÉRDIDA | PELIGRO | PÉRDIDA | PELIGRO |
| MANGLAR | 0       | 463.2   | 347.3   | 698.5   | 532.7   | 1,299.6 |
| CHURUTE | 0       | 20.8    | 25.3    | 27.3    | 38.9    | 46.2    |

ciones por desbordes de ríos), la intrusión salina, el cambio en la disponibilidad de agua, los cambios en la temperatura del mar y los deslizamientos.

Los sectores identificados para el análisis fueron los siguientes: agricultura, ganadería, ecosistemas especiales, acuicultura, industrias, minería, forestal, infraestructura, energético, turismo, asentamientos poblacionales, sector portuario, pesquerías.

### 2.3.1 SEGMENTOS DE ESTUDIO

#### 2.3.1.1 SEGMENTO DAULE

##### *Ubicación Geográfica*

Este segmento corresponde básicamente a la subcuenca hidrográfica del río Daule, desde la localidad de Palestina hasta la ciudad de Guayaquil, su límite occidental es la localidad de Pedro Carbo.

##### *Identificación de Impactos*

Este segmento se lo ha evaluado considerando el Escenario LANM2 como el más severo. La afectación más grave provendría de la causada por desborde de ríos, si consideramos que forma parte de una cuenca rica en afluentes hídricos, además de que el segmento es relativamente plano, excepto Lomas de Sargentillo y Pedro Carbo, donde aparece un tramo de la Cordillera Chongón Colonche.

Los cultivos de arroz, dominantes en el segmento, en su mayoría se encuentran establecidos cerca de los márgenes de ríos por ser la fuente principal de riego. Estos cultivos estarían en grave peligro de ser arrasados, lo que traería como consecuencia pérdidas económicas, pues alrededor de 28 000 ha rinden aproximadamente 150 000 TM/año, que sirven para abastecer las demandas locales. Esta pérdida también generaría desempleo para los agricultores.

Los cultivos de langosta estarían en peligro de perder sus infraestructuras, especialmente, los muros de tierras endebles que podrían socavarse por la acción erosiva causada por el desborde de los ríos; sin embargo, los cultivos cercanos a las poblaciones de Lomas de Sargentillo y Pedro Carbo se verían beneficiados de existir un incremento de precipitaciones, mejorando así la disponibilidad de agua en el área para su uso en esta actividad. Industrias de producción agrícola (e.g.,

piladoras, empacadoras de frutas, procesadoras de conservas, desmotadoras de algodón) verían afectadas sus estructuras a causa del desborde de los caudales.

En menor grado, las afectaciones podrían presentarse en asentamientos urbanos localizados cerca de los cauces de los ríos, dañando sus estructuras y propendiendo la aparición de focos de enfermedades como consecuencia de la insalubridad y el anegamiento de aguas putrefactas.

Las vías en este sector mayoritariamente son de segundo y tercer orden. Puentes y otras obras de infraestructura como *bypass* están sujetas siempre a afectaciones provocadas por intensas precipitaciones, sobre todo, en la época lluviosa. El aumento de precipitaciones como lo sugiere el LANM2 podría agravar la situación.

Por tratarse de un segmento inmerso en una cuenca rica en afluentes, es poco probable que exista una disminución en sus caudales, si tomamos en cuenta que también existen los planes de CEDEGE. Esto conduce a pensar que la presencia de impactos a causa de un escenario LANM1 puede ser controlado.

#### 2.3.1.2 SEGMENTO VINCES

##### *Ubicación Geográfica*

Abarca la subcuenca hidrográfica del río Vinces e incluye la margen izquierda del río Babahoyo.

##### *Identificación de Impactos*

En este segmento el Escenario LANM2 es considerado como el más severo.

El segmento Vinces está caracterizado por suelos relativamente planos e inundables en época lluviosa. La mayor afectación podría ser causada por los desbordes de ríos, afectando principalmente a los cultivos de arroz que son dominantes. El impacto puede ser más notorio en las localidades de Samborondón, Tarifa, Los Tintos, El Buijo, que podrían quedar permanentemente inundadas como consecuencia del incremento del nivel del mar. El sector Vinces perdería aproximadamente 50 000 ha que producen 60 000 TM/año.

Los cultivos de café, cacao y banano, por encontrarse en zonas algo elevadas no tendrían afectación,



sino aquella de soportar el incremento de lluvias que podría originar pestes no deseables difíciles de controlar.

Las vías en el segmento, calificadas como de segundo y tercer orden, quedarían prácticamente, a merced de las intensas precipitaciones, pudiendo en muchos casos desaparecer, dificultando así la distribución de los productos desde la fuente (los agricultores) hasta los centros de acopio mayoritario.

Poblaciones como Samborondón, Salitre, Baba y otros pequeños asentamientos poblacionales cercanos a estos poblados quedarían permanentemente inundados, pues gran parte de sus viviendas están localizados cerca de las orillas de los ríos, caso que se agudizaría por la presencia de enfermedades producto del anegamiento y la insalubridad.

### 2.3.1.3 SEGMENTO CATARAMA

#### *Ubicación Geográfica*

Las ciudades de Pueblo Viejo en el Norte y Babahoyo en el Sur delimitan el segmento geográfico.

#### *Identificación de Impactos*

El Escenario LANM2 también es el considerado como el más severo, al igual que en todos los segmentos considerados como continentales.

Los desborde de ríos son la principal causa de los impactos sobre todo en el sector agrícola afectando principalmente a cultivos de arroz (daños en sus débiles estructuras haciendo difícil su cosecha), a la caña de azúcar (con la inundación se afectaría la calidad de la materia prima para extraer el azúcar y sus derivados, la zafra se convertiría en un proceso de costos elevados y bajo rendimiento, con pérdidas económicas que afectan a la mano de obra y perjudica a cientos de familias que viven de esta labor). Cultivos como el cacao y el banano, ciertamente se verían inundados, pero sus estructuras poseen sistemas de drenaje que podrían soportar la presencia del escenario LANM2.

Los cultivos de tilapia roja (*Oreochromis sp*), ubicados cerca de las poblaciones de Catarama y Pueblo Viejo, son abastecidos de agua proveniente de los ríos, la que se almacena en zanjas y por gravedad alimentan los estanques con agua fresca. Los muros no están aptos para soportar un incremento de precipitaciones, lo que afectaría sus estructuras.

Las cuencas de los ríos Pueblo Viejo, Pita, Jujan, Chilintono, Las Juntas y Babahoyo, generalmente en época lluviosa y en presencia del evento ENOS tienden a inundarse; sin embargo, las obras de construcción previstas por CEDEGE disminuirían el impacto que podría causar el LANM2. Por lo tanto, la presencia de un escenario LANM1 generaría menos impacto, ya que dicha

obra cubriría los déficit de agua y optimizaría el manejo del recurso hídrico para el segmento en cuestión.

### 2.3.1.4 SEGMENTO RÍO GUAYAS

#### *Ubicación Geográfica*

Este segmento comprende un conjunto de islas que se encuentran entre el Estero Salado y el estuario del Río Guayas.

En el extremo norte, el río Guayas y el Estero Salado están conectados artificialmente por medio de una esclusa construida en el estero Covina para el paso de embarcaciones de pequeño calado, mientras que en el extremo sur, justo al norte de la isla Puná, el río Guayas y el Estero Salado se conectan a través del canal de Cascajal de cerca de cuatro kilómetros de ancho y ocho metros de profundidad.

En el segmento están presentes las islas Santay, Mondragón, Matorrillos, Malabrigo, San Ignacio, Bellavista, Escalante y La Esperanza, además de una serie de islas menores.

#### *Identificación de Impactos*

En este segmento el Escenario LANM2 es considerado como el más severo.

La principal afectación provendría del levantamiento acelerado del nivel del mar de 1 metro (LANM2), que traería como consecuencia la inundación permanente del 70% de las infraestructuras pertenecientes a la actividad camaronera, provocando pérdidas económicas significativas debido a la paralización de las operaciones.

La regeneración natural de los bosques de manglar sufriría un impacto muy notorio por efectos del LANM, debido a la inundación permanente de llanos intermareales, donde los propágulos no podrían asentarse para continuar con su ciclo de desarrollo. Este efecto sería magnificado, ya que, generalmente estos llanos se encuentran en los bordes de camaroneras, lo que impediría, además, el retroceso de los manglares como respuesta a una adaptación natural.

Pequeños asentamientos poblacionales localizados en las islas que componen el segmento podrían desaparecer. Afortunadamente sus estructuras (tablonos de madera, cañas, pilotes de manglar) son manejables, lo que facilitaría la adecuación ante el posible ascenso del nivel del mar.

El incremento de la temperatura del mar ocasionaría modificaciones en el comportamiento de los productores primarios (fitoplancton), que se vería reflejado con la migración de peces, por lo tanto, habrá un desplazamiento de la pesca artesanal a otras localidades, lo que aumentaría el esfuerzo produciendo el encarecimiento de los costos de operación y pesca.

### 2.3.1.5 SEGMENTO ISLA PUNÁ

#### *Ubicación Geográfica*

La isla Puná con, una altitud promedio de 4 m.s.n.m. y una área de 926 km<sup>2</sup>, es una de las más grandes islas que se encuentra en el Golfo de Guayaquil.

#### *Identificación de Impactos*

La Isla Puná fue evaluada utilizando el Escenario LANM1 como el más crítico debido a la característica de ser una zona muy seca.

Un aumento de precipitaciones, como lo sugiere el escenario LANM2, generaría beneficios sobre todo en actividades agrícolas y ganaderas, y permitiría la alimentación de acuíferos subterráneos, de los que se dotan los asentamientos poblacionales para su consumo y el riego de sus cultivos.

La carencia de agua dulce ha impedido que la isla se desarrolle como un potencial agrícola. Esta situación se vería mucho más acentuada por la presencia de un escenario climático LANM1 que considera una disminución de las precipitaciones en un 15%. Esta situación se vería más agravada por la intrusión salina en los vertederos de agua, lo que provocaría un avance de los límites de desertificación presentes en la isla.

La principal afectación se deberá al levantamiento acelerado del nivel del mar, especialmente en el sector camaronero, ya que esto provocaría una erosión en los muros de las piscinas cercanas a la zona intermareal.

### 2.3.1.6 SEGMENTO ARCHIPIÉLAGO DE JAMBELÍ

#### *Ubicación Geográfica*

El Archipiélago de Jambelí se encuentra integrado por un conjunto de islas que están ubicadas frente a la costa sur de la provincia de El Oro. Tiene una superficie de aproximadamente 230 km<sup>2</sup>.

#### *Identificación de Impactos*

El Escenario LANM1 es considerado en este segmento como el más severo debido a sus condiciones hidroclimáticas semi-áridas.

La principal afectación en el segmento Jambelí se deriva de los efectos causados por la inundación provocada por el ascenso del nivel del mar en 0,3 m, ya que esto provocaría el deterioro de los muros perimetrales de las camaroneras y las consecuentes pérdidas económicas para este sector productivo.

El levantamiento del nivel del mar, también ocasionaría la erosión de la playa de Jambelí y la inundación, o incluso destrucción de la infraestructura turística y residencial ubicada en la playa. A pesar de la importancia paisajista que tiene esta playa, el desarrollo

de la infraestructura turística no ha alcanzado magnitudes importantes, debido a que la mayor parte de las actividades se las realiza en el periodo de un día y son muy pocas las personas que pernoctan en la isla.

Asentamientos poblacionales ubicados en su mayoría a orillas del mar estarían en serio peligro ya que el impacto provocado por el levantamiento del nivel del mar sugiere la inundación de estas zonas.

Los cambios en la temperatura del mar alterarían el comportamiento de especies, sobre todo los pelágicos pequeños y otros que constituyen la pesca blanca. Esto modificaría sus patrones de comportamiento haciendo que los costos por operación, mantenimiento y captura se eleven.

### 2.3.1.7 SEGMENTO ESTERO SALADO

#### *Ubicación Geográfica*

Está integrado por una parte continental o franja costera ubicada al oeste del Estero Salado y la parte marítima que forma parte del estuario interior del Golfo de Guayaquil, constituyendo un enlace con el estuario exterior, por ser la vía de acceso al puerto marítimo de Guayaquil. Su ancho oscila entre 11 y 28 Km. y su extensión entre el Puerto Marítimo y Posorja es de 60 Km.

#### *Identificación de Impactos*

El Escenario LANM1 se ha considerado como severo para identificar los impactos en este segmento.

Considerada como una zona de potencial agrícola futuro, la afectación por la disminución de precipitaciones podría degenerar la calidad de los productos agrícolas. La intrusión salina podría agravar esta anomalía.

El sector camaronero sería el principal afectado por la presencia del levantamiento del nivel del mar en 0.3 metros que inundaría las infraestructuras, generando las consecuentes pérdidas en la inversión privada.

El Puerto El Morro constituye uno de los principales sitios de captura de concha prieta (*Anadara tuberculosa* y *Anadara similis*), mejillones (*Mytella guyanensis* y *Mytella strigata*), ostiones (*Ostrea columbiensis* y *Ostrea iridensis*) y cangrejo rojo del manglar (*Ucides occidentalis*). Estos recursos se verían afectados por la disminución de la cobertura de manglar a causa del LANM1; la disminución de los mismos ocasionaría un impacto socioeconómico en la población humana ya que se quedaría sin trabajo y sin fuentes de ingreso, generando pobreza, delincuencia, migraciones, etc.

Las viviendas construidas en localidades como Puerto El Morro, Barrio Lindo, Los Pocitos y Puerto Sabana Grande son generalmente modestas. La presencia del LANM1 inundaría permanentemente estos asentamientos poblacionales.

## 2.3.1.8 SEGMENTO YAGUACHI - TAURA

**Ubicación Geográfica.**

Este segmento corresponde al área delimitada por el río Jujan por el Norte y el río Cañar por el Sur; la cota de 200 m en el Este y el margen izquierdo de los ríos Babahoyo y Guayas por el Oeste.

**Identificación de Impactos**

El escenario LANM2 se consideró como el escenario crítico por las características hidroclimáticas húmedas presentes en el área geográfica.

La principal afectación es causada por el desborde de ríos y la inundación por el incremento del nivel del mar, acentuada principalmente en la actividad camaronera que corresponde a uno de los principales componentes económicos del segmento. La actividad agrícola, representada por los cultivos de caña de azúcar, vería en serio riesgo sus inversiones al quedarse permanentemente inundados por el incremento de los cauces de los ríos que alimentan de agua a estos cultivos. Pequeños cultivos de tilapia y chame establecidos en Taura y en Milagro inundarían sus infraestructuras generando pérdidas de inversión considerables.

Hay que enfatizar los impactos que podrían generar los desborde de ríos en zonas bajas especialmente. La Reserva Ecológica Manglares Churute se vería muy afectada de ocurrir un escenario LANM2 que provocaría que se inunden permanentemente el 42% de su superficie.

En la Reserva Ecológica Manglares Churute, la inundación permanente a causa del LANM2 provocaría que existan menos lugares donde el cangrejo rojo del manglar (*Ucides occidentalis*) pueda construir sus madrigueras, lo que sugiere un desplazamiento de la especie a otros sitios. Adicionalmente, una sobrecaptura provocaría la escasez, incluso la extinción del cangrejo, afectando a las comunidades que se dedican a su extracción ocasionando un impacto socioeconómico muy significativo. Así mismo, las comunidades dedicadas a la captura de otras especies, especialmente de moluscos como conchas, ostiones y mejillones, sufrirían seriamente si estos recursos desaparecen.

Asentamientos poblacionales como el caso de Churute, Boca de Churute y Puerto Salvador desaparecerían al inundarse sus viviendas producto del LANM2. El anegamiento podría generar la presencia de enfermedades. Otras poblaciones como Taura, Yaguachi, Milagro, entre otros, quedarían también inundadas, colapsando sus sistemas de alcantarillado y agua potable provocando insalubridad, siendo un foco potencial de contaminación.

El aumento de precipitaciones podría provocar daños en las vías de primer orden como la carretera Panamericana, así como en caminos de segundo y tercer

orden que anualmente son susceptibles a los impactos provocados por las precipitaciones.

## 2.3.1.9 SEGMENTO NARANJAL HUAQUILLAS

**Ubicación Geográfica**

Este segmento corresponde a una extensa franja costera de 120 Km de largo delimitada por el río Cañar en el Norte y la frontera con el Perú en el Sur. Su límite por el Este lo constituye la carretera Panamericana y al Oeste el Canal de Jambelí como parte del Golfo de Guayaquil. Las poblaciones son Naranjal en el Norte y Huaquillas en el Sur.

**Identificación de Impactos**

El escenario LANM1 es crítico por las características hidroclimáticas semiárida a árida presentes.

El ecosistema manglar presente en este segmento se ve reducido debido a la presencia de la actividad camaronera. La inundación por LANM1 podría afectar seriamente a la infraestructura de las camaroneras que generalmente están localizadas en terrenos relativamente planos y a poca altura del nivel máximo de marea. Probablemente, la solución sería retirar la infraestructura a zonas más elevadas, pero esto no sólo tiene problemas de costos sino que podría generar conflictos de uso de tierras, especialmente a actividades agrícolas.

Poblaciones como Huaquillas, Puerto Pitahaya, Puerto Bolívar, Puerto Jelí y Machala verían en riesgo sus fuentes principales de captación de agua dulce que dependen especialmente de pozos. La disminución de precipitaciones, como lo sugiere el LANM1, permitiría que se haga más notoria la escasez de agua disponible para uso doméstico.

Igualmente afectados, al disminuir las precipitaciones, serían los cultivos de banano provocando pérdidas económicas a pequeños y medianos inversionistas que viven de su producción. El impacto de LANM1 sobre otros cultivos como café y cacao afectaría a familias enteras que viven de esta actividad.

## 2.3.1.10 SEGMENTO URBANO GUAYAQUIL

**Ubicación Geográfica**

La ciudad de Guayaquil se encuentra ubicada en la margen oeste del Río Guayas.

**Identificación de Impactos**

El escenario LANM2 es crítico para el segmento en consideración.

En el segmento urbano Guayaquil los impactos más importantes serían los producidos por el levantamiento del nivel del mar en un metro (LANM2). Luego en orden de importancia, se encuentran los impactos aso-

ciados a las inundaciones ocasionadas por el desborde de los ríos, los deslizamientos y la intrusión salina.

De igual manera se infiere que el sector más afectado por la ocurrencia del escenario LANM2 en Guayaquil sería el de prestación de servicios básicos, principalmente el sistema de alcantarillado que se vería doblemente afectado, tanto por el levantamiento del nivel del mar, como del incremento de las precipitaciones. Aproximadamente 78.000 viviendas ubicadas en el Suburbio y la Isla Trinitaria estarían en alto riesgo de inundación por la afectación del levantamiento del nivel del mar.

En el sector industrial se verían afectadas aquellas industrias cuyas instalaciones se encuentran próximas a las orillas del Río Guayas y otros esteros del sistema fluvial de Guayaquil, ya que las inundaciones producidas por los desbordes del levantamiento del nivel del mar ocasionarían la paralización de las actividades productivas.

## 2.4 CATEGORIZACIÓN DE LOS IMPACTOS IDENTIFICADOS

La categorización de los impactos en los segmentos geográficos es el resultado del análisis de las matrices de identificación y priorización de los efectos sobre los sectores productivos y ecosistemas especiales considerados.

De la evaluación realizada, los impactos en los segmentos costeros se darían principalmente por inundación debido al LANM1 y LANM2, en menor grado por la intrusión salina y el cambio en la disponibilidad de agua. En los segmentos Daule, Vinces y Catarama, los impactos provendrían de los desbordes de ríos o anegamiento, en menor grado por el cambio en la disponibilidad de agua y por la intrusión salina.

### 2.4.1 INUNDACIÓN POR LANM

El impacto generado por el LANM es el de mayor importancia en toda el área de estudio. Basándose en los escenarios LANM1 y LANM2 los siguientes sectores productivos y ecosistemas especiales se consideran serán los mayormente afectados:

#### *Sector acuacultura*

La inundación debido al LANM1 y LANM2 tendría un impacto severo sobre la infraestructura y producción camaronera, reflejada principalmente por la destrucción parcial o total de los muros perimetrales de las piscinas. Al aumentar el nivel del mar, y al haber mayor cantidad de sedimentos acumulados en los bordes externos de los muros se ocasionaría serios problemas al sistema de drenaje, puesto que tendrían que reubicarlos, o también retroceder a los muros para poder realizar el drenaje sin mayores complicaciones.

Las tilaperas localizadas en Pedro Carbo, Santa Lucía, Milagro y Ventanas, también serían impactadas

como resultado de lo endeble de sus estructuras, lo que podría ocasionar que estas especies salgan de su cautiverio y se pierdan las inversiones sin que se pueda evaluar cual podría ser la afectación al equilibrio biológico que podrían causar.

Los segmentos costeros de Yaguachi-Taura, Huaquillas-Naranjal, Río Guayas, Estero Salado, Isla Puná y Jambelí serían afectados por la elevación del nivel del mar en la infraestructura camaronera. Además, un pequeño número (16) de laboratorios de larvas de camarón ubicadas en el segmento Huaquillas-Naranjal serían afectados.

#### *Ecosistema Especial de Manglar*

Este ecosistema tendría grandes riesgos ya que, debido a la cantidad de camaroneras existentes, el manglar no podría colonizar nuevas áreas al no tener sitios donde retroceder, disminuyendo la cobertura vegetal y perdiendo los servicios ambientales que este ecosistema proporciona (solo lo hará en los lugares en que se pueda desplazar). Considerando cualquiera de los dos escenarios, los ciclos de marea inundarían a casi en su totalidad las 121 000 ha de manglar existente en la cuenca del Río Guayas. De igual forma, la asociación con el manglar (flora y fauna) sería afectada debido a la sensibilidad de las diferentes especies, como es el caso del camarón, que una parte del ciclo biológico lo realiza en áreas estuarinas. Cabe resaltar que los recursos conchas y cangrejos disminuirían y por consiguiente afectaría a las comunidades que dependen de este recurso como un sostén económico. Además, los diversos organismos (*e.g.*, aves, mamíferos, reptiles) que dependen del manglar para su alimentación y reproducción serían afectados al no tener el nicho ecológico necesario para su supervivencia.

#### *Sector Poblacional*

Las poblaciones cercanas al mar serían impactadas directamente por el LANM. Tal es el caso de las poblaciones de Puerto Bolívar, Balao, Posorja. Los mayores daños se darían en las viviendas y en los servicios básicos convirtiéndose en un problema social de características considerables.

En la ciudad de Guayaquil los asentamientos urbanos informales, como los ubicados en los suburbios y la isla Trinitaria, por encontrarse en cotas bajas, constituyen zonas de alto riesgo ante una posible inundación por el LANM2. Los servicios básicos de esta populosa ciudad, como es el caso del alcantarillado, se verían afectados en las estaciones de bombeo para la descarga de las aguas servidas. En el caso del agua potable, el LANM2 podría afectar a la estación de La Toma, lugar para el abastecimiento de agua. En el campo de la salud, el impacto estaría dado por la transmisión de enfermedades infectocontagiosas y gastrointestinales debido al desbordamiento de las aguas servidas.

### **Sector Portuario**

En lo referente a las obras portuarias se puede mencionar que en base a la información proporcionada por INOCAR, las instalaciones del Puerto Marítimo de Guayaquil y Puerto Bolívar estarían preparadas para afrontar un LANM de 1m, no siendo así el caso de los puertos menores y otros muelles de cabotaje que se encuentran en las riberas del sistema fluvial de Guayaquil, en donde el impacto estaría íntimamente relacionado con la cota de asentamiento de sus instalaciones.

### **Sector industrial**

Las instalaciones de las industrias y empresas que se encuentran en las márgenes del río Guayas podrían ser afectadas por el desborde de ríos debido al LANM2.

### **Sector energético**

La central Termoeléctrica Trinitaria se encuentra emplazada en un área vulnerable al LANM2, lo que afectaría las operaciones.

En el caso del Terminal de Combustibles de Tres Bocas habrá que considerar que el LANM2 podría afectar la estructura de soporte de las tuberías de conexión y también la seguridad durante las operaciones de abastecimiento.

### **Infraestructura vial**

Las vías y calles aledañas a las riberas del río Guayas y esteros de la ciudad de Guayaquil estarían sujetas a sufrir daños considerables.

### **Sector pesquero**

El aumento de temperatura y de los sólidos en suspensión provocaría un desplazamiento y cambio en la distribución normal de los organismos que habitan en un área determinada. Así, en el fitoplancton (primer eslabón de la cadena trófica) se produciría una mayor cantidad de hemotalasia “marea roja” (*Gimnodinium breve* y *Gonyaulax catenella*), puesto que éstas son más abundantes en aguas cálidas, las mismas que son perjudiciales porque producen sustancias tóxicas que afectan a los demás organismos que habitan en el área. En el caso de *Mesodinium rubrum*, esta especie no produce sustancias tóxicas, pero al igual que otro grupo de algas podría competir por oxígeno con otras especies cuando hay un aumento en la biomasa de fitoplancton causante de la “marea roja”.

De igual forma el zooplancton e ictioplancton (consumidores de fitoplancton) se verían afectados como consecuencia de los cambios que se presentarían en el fitoplancton, puesto que un aumento en la población de las especies fuera del rango normal, disminuiría la diversidad y afectaría la tasa de crecimiento de las especies acompañantes; afectando en el último de los casos a las diferentes especies de peces que son explotados por parte de las flotas pesqueras.

Igualmente podría afectar al desove de las especies pelágicas pequeñas, disminuiría la captura de macarela (*Scomber japonicus*), sardina (*Sardinops sagax*), pinchagua (*Ophistonema libertate*). Los túnidos migrarían hacia el sur en búsqueda de mejores condiciones. Disminuiría y cambiaría la distribución de los peces demersales (de fondo), entre otros.

### **Turismo (playas, paisajes)**

La playa de Jambelí y el paisaje serían afectados severamente ya que la elevación del nivel del mar cubriría todo el sector, incluyendo a la infraestructura que se dedica a la actividad turística, ocasionando pérdidas económicas significativas. Cabe destacar que la citada playa es la única existente en toda el área de estudio.

## **2.4.2 INUNDACIÓN POR DESBORDES DE RÍOS Y/O ANEGAMIENTO**

Los segmentos Daule, Catarama, Vinces y Yaguachi-Taura serían afectados por inundaciones debido a desborde de ríos o anegamiento por su topografía plana y por la permeabilidad que caracteriza a los suelos. Cabe mencionar que CEDEGE ha realizado varias obras para el control de inundaciones, riego y drenaje en los citados sectores, lo cual permitiría disminuir las pérdidas ocasionadas por este impacto. De todos modos, cabe resaltar brevemente algunos de los sectores que podrían ser afectados.

### **Sector poblacional**

Las áreas de salud, servicios básicos y vivienda en su orden serían los más afectados especialmente en los segmentos de Vinces y Catarama; de igual manera, el área urbana de las ciudades de Milagro, La Troncal, El Triunfo y Yaguachi. El incremento de los caudales de los ríos que recorren los mencionados segmentos y su consecuente desborde provocaría que los sistemas de alcantarillado y agua potable sufran graves consecuencias.

En el caso de la salud se debe resaltar que el estancamiento de las aguas es un potencial foco para la proliferación de epidemias infecto contagiosas como el paludismo, dengue, cólera, entre otras. Los servicios básicos, en especial el alcantarillado y las viviendas ubicadas en zonas o cotas bajas estarían en riesgo de sufrir estragos, debido a la insuficiente capacidad de desfogue del sistema de aguas lluvias.

### **Infraestructura vial**

Los subsectores referentes a la vialidad (carreteras, puentes), obras de infraestructura de riego (CEDEGE) serían sujetas de impactos severos con excepción del sector Daule, el cual sufriría un impacto crítico.

### **Sector agrícola**

El nivel de impacto sobre determinadas áreas arroceras sería severo por estar emplazado en zonas bajas y

suelos poco permeables. Entre otros cultivos que serían afectados se señala al banano, cacao, café y caña de azúcar; este último sufriría mayor impacto en la época y labores de zafra, principalmente en los casos de los Ingenios Valdez y San Carlos.

### **Sector Industrial**

Los subsectores agroindustrias y bienes / servicios sufrirían impactos moderados debido al desborde de ríos.

#### **2.4.3 CAMBIO EN LA DISPONIBILIDAD DE AGUA**

El aumento en la disponibilidad de agua tendría un nivel de impacto moderado. Por su parte, al tener escasa disponibilidad de agua (escenario LANM1), se produciría déficit de agua potable en las poblaciones más importantes como Machala, Puerto Bolívar, Balao, Huaquillas, Naranjal y Posorja. Por otra parte, se haría más notoria la reducción de fuentes hídricas subterráneas para uso humano y agrícola. El requerimiento hídrico con fines agrícolas no podría ser abastecido por la disminución del agua, lo que perjudicaría a los cultivos de banano, cacao, café y frutales que se desarrollan en la cuenca.

#### **2.4.4 INTRUSIÓN SALINA**

El incremento de salinidad afectaría básicamente a la asociación del manglar (flora y fauna), así como a la pesca artesanal que existe en pequeña escala en la zona del Golfo de Guayaquil, debido a que estos cambios generarían una redistribución y/o desaparición del alimento en los primeros niveles de la cadena trófica. El área de la Reserva Ecológica Manglares de Churute, por su alta biodiversidad, es propensa a sufrir cambios biológicos por la intrusión salina.

La estación La Toma que abastece al sistema de agua potable de Guayaquil estaría sujeta a una afectación de grado moderado en caso de que la intrusión salina llegase hasta este sitio. Similar situación sucedería en el caso de las industrias que utilizaren el agua del río Guayas en sus procesos (e.g., sistemas de enfriamiento, limpieza).

#### **2.4.5 DESLIZAMIENTOS**

Determinados sectores de los asentamientos poblacionales de la ciudad de Guayaquil como Los Ceibos, El Paraíso, Mapasingue, Prosperina, Bastión Popular, ubicados en laderas o zonas con pendientes, estarían sujetos a sufrir deslizamientos de tierra debido al incremento de las precipitaciones, lo cual afectaría a los servicios básicos y viviendas ubicadas en los mencionados lugares. De igual forma, la afectación se daría en los Cerros Blanco y Azul repercutiendo en el paisaje y en las actividades turísticas que se llevan a efecto en esos sitios.

### **3. EVALUACIÓN AMBIENTAL, ECONÓMICA Y SOCIAL DE LA IMPLEMENTACIÓN DE LAS MEDIDAS DE ADAPTACIÓN**

En el sector marino costero se definieron dos tipos de medidas, las primeras ajustadas a la metodología del IPCC y las segundas fruto de una actualización del primer estudio realizado.

En el primer grupo se incluyen las opciones "sin medidas" y "protección total".

#### **OPCIONES DE RESPUESTA:**

**Opción Sin Medidas:** El levantamiento del nivel del mar de 0,3 m causará una inundación extensa, y muchas áreas sujetas al efecto de marea estarán sometidas a una presión más frecuente, con peligro para las personas y los bienes de capital.

La intrusión salina al río Daule podrá complicar la provisión de agua potable para la ciudad de Guayaquil y poblaciones adyacentes, además del riego en la agricultura. El área inundable es de 978,76 km<sup>2</sup> que corresponde a la Zona de Impacto II.

La inundación por el LANM2 (1,00 m) será mucho más extensa, cubriendo un área de 1.204,01 km<sup>2</sup>, con lo que están en peligro el manglar y las camaroneras construidas en sectores inundables que se ubican en la Zona de Impacto III.

**Opción Protección Total:** Contempla la ejecución de todas las medidas factibles para minimizar las pérdidas de cualquier zona costera y preservar el presente estado de los bienes de capital distribuidos en dicha zona.

Las opciones son:

**Defensa Costera.** Se incluye el mejoramiento y reconformación de los muros de las camaroneras, la construcción de muros en ambas riberas de los ríos Daule y Babahoyo, así como la recuperación de la Playa de Jambelí.

**Elevación del Terreno.** Se incluye el relleno hidráulico para las áreas que se podrían inundar por el LANM1 y LANM2, en las zonas urbanas, en especial de las ciudades de Guayaquil y de Puerto Bolívar. La opción es la más ventajosa por la experiencia que el país tiene con los rellenos hidráulicos de la Isla Trinitaria y de la ciudad de Babahoyo.

**Plan de Desarrollo de la Cuenca del Río Guayas.** Contempla un conjunto de obras para el control de los flujos de los ríos Daule, Babahoyo, Chimbo, Bulubulu, Taura, Catarama, Vincas y Pedro Carbo, que permita no solo evitar las inundaciones por desbordes, sino también proveer drenaje y riego a las zonas de cultivo en las estaciones de lluvias y seca, respectivamente.

La opción "Sin Medidas" no reduce la vulnerabilidad de la zona en estudio, lo que es totalmente inverso cuando se toma la opción "Protección Total", pues con una inversión inferior a los US\$2 mil millones se están protegiendo bienes de capital que pueden alcanzar valores entre dos y tres veces el PIB.

Con base en el estudio anterior, se efectuó la evaluación de un listado de medidas preparadas para el efecto. Este análisis comprendió básicamente la identificación de compatibilidad de las medidas con los principales planes y programas sectoriales, regionales, seccionales, convenios internacionales y aspectos jurídicos relacionados; y, la identificación de las potenciales barreras técnicas, institucionales y sociales que enfrentarían las medidas para su implementación.

Las incompatibilidades más relevantes están relacionadas con el marco legal y normativas nacionales, principalmente por la falta de actualización de los mismos. Las barreras más importantes son las de carácter institucional externo y están vinculadas a la falta de gobernabilidad y abuso de poder. En el ámbito institucional interno, la falta de capacidad financiera fue la barrera más importante para la aplicación de la mayoría de las medidas de adaptación propuestas (Cuadro 43).

El análisis de viabilidad arrojó como resultado que las medidas de adaptabilidad de los sistemas de agua potable y alcantarillado presentaban barreras e incompatibilidades importantes, por lo cual fueron descartadas y se trabajó con las seis medidas restantes.

### 3.1 DEFINICIÓN DE LAS MEDIDAS DE ADAPTACIÓN

#### ESTABLECIMIENTO DE UN PROGRAMA DE MONITOREO BIOFÍSICO Y DE VIGILANCIA ANTE EL CAMBIO CLIMÁTICO

##### *Ámbito geográfico*

Toda el área del golfo interior de Guayaquil y la cuenca baja del río Guayas.

##### *Sustento de la medida*

Para enfrentar el cambio climático, es necesario contar con información adecuada y oportuna de las diferentes variables indicadoras, ya sean de carácter oceánico, climatológico o biológico. Además, los análisis y estudios de las mismas permitirán detectar y evaluar las tendencias en las series temporales.

Esta información servirá de ayuda para poner en marcha las diversas estrategias, planes y proyectos que sean planteadas para enfrentar de manera preventiva los efectos adversos que genera el cambio climático.

##### *Objetivo*

Establecer un programa de monitoreo y vigilancia biofísico, para fines de alerta temprana ante el cambio climático y actuar con mayor celeridad en la ejecución de las estrategias de adaptación.

##### *Resultados*

- Capacidad institucional fortalecida en los organismos participantes (INOCAR, INP e INAMHI).

**Cuadro N° 43. Análisis de viabilidad de las medidas de adaptación en el sector marino-costero**

| MEDIDA   | VIABILIDAD                     |
|--|--------------------------------|
| 1. Adecuación y mantenimiento del sistema de drenaje vial.                                       | Altamente viable               |
| 2. Relleno hidráulico de zonas urbanas densamente pobladas.                                      | Altamente viable               |
| 3. Adecuación de la actividad camaronera.  | Viable con barreras            |
| 4. Establecimiento de un Programa de Monitoreo Biofísico y Vigilancia ante el Cambio Climático.  | Viable con barreras            |
| 5. Establecimiento de líneas de retiro, zonas de amortiguamiento y bordes de protección urbanos. | Viable con barreras            |
| 6. Preservación y Reforestación del Ecosistema de Manglar.                                       | Viable con barreras            |
| 7. Adecuación del Sistema de Alcantarillado (Guayaquil).   | Presentan barreras importantes |
| 8. Adecuación del Sistema de Agua Potable (Guayaquil).   | Presentan barreras importantes |

- Bases de datos de parámetros biofísicos asociados al cambio climático, operativas.
- Estudios e investigaciones publicados y presentados.
- Página web operativa y otros medios de difusión disponibles para informar y concientizar a la comunidad.
- Red de estaciones de monitoreo operativo y en buen funcionamiento

#### **Instituciones involucradas**

Constituye un trabajo multidisciplinario y participativo con el aporte técnico y científico de las principales instituciones involucradas en la temática relacionada al cambio climático, como son INOCAR, INAMHI e INP.

### ADECUACIÓN DEL SISTEMA DE ALCANTARILLADO PARA LA CIUDAD DE GUAYAQUIL

#### **Ámbito geográfico**

Ciudad de Guayaquil

#### **Sustento de la medida**

El sistema de alcantarillado de la ciudad de Guayaquil está constituido por cuatro subsistemas (Parson's Norte, Parson's Sur, Argentina y White), los mismos que tienen como punto de convergencia las estaciones de bombeo Guasmo y El Progreso, para luego realizar las descargas por bombeo a los ríos Guayas y Daule, respectivamente. Es necesario mencionar que menos del 50% de la ciudad está cubierto por el sistema y, en algunos de los sectores de la ciudad, se mezcla con el servicio de agua potable.

El LANM afectaría las estaciones de bombeo, inundando viviendas, locales comerciales, hospitales e industrias, con la consecuente generación de enfermedades y pérdidas económicas a más de dos millones de personas.

La medida pretende cubrir la deficiencia existente en el Sistema de Alcantarillado para la ciudad de Guayaquil, no obstante existen acciones en curso (Plan de Recuperación del Estero Salado, Programa de Control de la Contaminación Industrial y Otras Fuentes Contaminantes, a fin de minimizar los efectos causados por la contaminación) que hacen prever que la medida seguramente será aplicada y contribuirá a la reducción de los impactos provocados por el LANM.

#### **Objetivo**

Minimizar los impactos causados por los escenarios LANM y proteger a la ciudad de Guayaquil del brote de posibles enfermedades, proporcionándole un óptimo sistema de alcantarillado adecuado para la eliminación de descargas domésticas, pluviales e industriales.

#### **Resultados**

- Cubrir más del 90% de la ciudad con el servicio pluvial y sanitario en un plazo no mayor de cinco años.
- Dotar a la ciudad de un sistema eficaz de tratamiento de descargas domésticas e industriales.
- Proporcionar a Guayaquil un sistema de alcantarillado que responda ante afectaciones de LANM, eventos ENOS e inundación por desborde de ríos.
- Adecuar un sistema de alcantarillado eficiente, cuyos puntos de descarga no sean afectados por el LANM, así como que los vertidos de las descargas correspondientes tengan el menor impacto en los ecosistemas de influencia directa a los mismos.

#### **Instituciones involucradas**

Empresa Cantonal de Agua Potable y Alcantarillado de Guayaquil (ECAPAG), Municipalidad de Guayaquil.

### ADECUACIÓN DEL SISTEMA DE AGUA POTABLE PARA LA CIUDAD DE GUAYAQUIL

#### **Ámbito geográfico**

Ciudad de Guayaquil

#### **Sustento de la medida**

El sistema de agua potable de la ciudad de Guayaquil tiene su centro de captación en el sector de La Toma sobre la ribera derecha del río Daule, cuyo recurso hídrico se origina en la cuenca media-baja de dicho río. Cerca del 80% de la ciudad tiene abastecimiento de agua potable, pero de ese sistema se ha detectado que alrededor del 30% tiene instalaciones legales, 60% depende de conexiones ilegales y aproximadamente 10% se abastece por medio de tanqueros que la transportan, especialmente hacia los sectores urbano-marginales.

Los impactos provenientes del cambio climático afectarían la calidad y cantidad del recurso en mención, puesto que la intrusión salina en los sistemas de captación alteraría la disponibilidad del agua dulce haciendo más difícil su tratamiento y encarecería su proceso.

La medida pretende minimizar los efectos que podría ocasionar la intrusión de la cuña salina hasta los sitios de captación del agua para su posterior tratamiento.

#### **Objetivo**

Minimizar los impactos causados por los escenarios LANM evitando que la ciudad de Guayaquil padezca de la escasez del agua potable y el encarecimiento del recurso por la dificultad del tratamiento.

#### **Resultados**

- Un sistema de agua potable óptimo cuya cobertura sea mayor, con un sistema de tratamiento y distribución modernizado.



- Cubrir más del 90% de la ciudad con el servicio de agua potable en un plazo no mayor de siete años.
- Dotar a la ciudad de un sistema eficaz de distribución del recurso.
- Proporcionar a la ciudad de Guayaquil un sistema de potabilización que responda ante afectaciones del LANM.

#### **Instituciones involucradas**

Empresa Cantonal de Agua Potable y Alcantarillado de Guayaquil (ECAPAG), Municipalidad de Guayaquil.

#### **PRESERVACIÓN Y REFORESTACIÓN DE MANGLARES**

##### **Ámbito geográfico**

Zona estuarina del golfo de Guayaquil (segmento Yaguachi-Taura, estero Salado, Naranjal-Huaquillas, isla Puná, río Guayas y archipiélago de Jambelí).

##### **Sustento de la medida**

Desde la década de los sesenta, el recurso manglar ha sido expuesto a una fuerte presión debido al progresivo aumento de las áreas camaroneras, al avance de la línea urbana y la utilización del recurso para diversos fines.

La tala del manglar ha determinado que migren o desaparezcan especies de importancia científica y que disminuya el papel que representan los manglares en el mantenimiento del equilibrio natural y unido a ello, la pérdida de los servicios ambientales que genera.

Según datos del CLIRSEN (1991), la cobertura de manglares en el golfo de Guayaquil fue de 141.410 hectáreas, lo que representó un 79% del total nacional. Para 1996, esta área se redujo a un total de 121.444 hectáreas. De los 1.214 km<sup>2</sup> de manglar que existe en la actualidad, un estimado de 532,7 km<sup>2</sup> van a ser afectados por el LANM2, lo cual representa un 44% del área total.

La medida pretende mantener y aumentar la cobertura de manglar que existe en la actualidad, así como preocuparse al mismo tiempo de la preservación de los recursos y de la explotación sustentable de éstos.

##### **Objetivo**

Reforestar con las distintas especies de manglar las zonas de afectación causadas por el LANM y preservar las actuales áreas de manglar que existen.

##### **Resultados**

- Precautelar y sostener los diferentes servicios ambientales que el manglar ofrece, tanto económicos como ecológicos.
- Mejores resultados juntando el esfuerzo de las comunidades con las instituciones involucradas.
- Conservación y aprovechamiento sostenido de los diferentes recursos que se extraen del manglar.

- Educar y concientizar a las comunidades costeras sobre su participación en el manejo sostenido de los recursos del manglar.

#### **Instituciones involucradas**

Ministerio del Ambiente, Programa de Manejo de Recursos Costeros, Dirección General de la Marina Mercante, Capitanías de Puerto – UCVy ONGs que, con el apoyo de la comunidad, pueden contribuir a la preservación del manglar y sus recursos.

#### **ADECUACIÓN DE LA ACTIVIDAD CAMARONERA**

##### **Ámbito geográfico**

Zona estuarina del Golfo de Guayaquil (segmento Yaguachi-Taura, estero Salado, Naranjal-Huaquillas, isla Puná, río Guayas y archipiélago de Jambelí).

##### **Sustento de la medida**

La industria camaronera representa el tercer rubro de exportación para el país, siendo el golfo de Guayaquil una de las zonas de producción más importantes. En 1999, se exportaron US\$616.942,11 de acuerdo con datos de la Cámara Nacional de Acuicultura. Por lo citado, la medida pretende adaptar adecuadamente los muros de protección para soportar una inundación provocada por el levantamiento del nivel del mar, puesto que el efecto causado por un LANM2 cubriría cerca de 355,2 km<sup>2</sup> del área de producción acuícola causando grandes pérdidas al sector.

La medida propuesta será dirigida especialmente a los muros del perímetro de las camaroneras que dan al estero, sabiendo que el costo promedio de 1 km<sup>2</sup> de piscina camaronera es de USD.1 millón (Proyecto Ecuador-Holanda, 1999).

Además, hay que tomar en cuenta que las camaroneras ubicadas en la provincia de El Oro son menos tecnificadas que las de la provincia del Guayas, por lo tanto hay que asegurar de mejor manera la eficacia de los sistemas de protección que se implantarán en las primeras.

##### **Objetivo**

Asegurar la producción camaronera y proteger la inversión privada, mediante la protección de muros ante las inundaciones generadas por el LANM.

##### **Resultados**

- Definición de zonas más vulnerables para actuar inmediatamente sobre ellas.
- Servir de modelo para los productores de camarón.
- Piscinas camaroneras protegidas ante un LANM.
- Se propenderá a obtener tecnologías nuevas y mejoradas.

### **Instituciones involucradas**

Dirección General de Marina Mercante, Cámara Nacional de Acuicultura y las empresas privadas.

### **ESTABLECIMIENTO DE LÍNEAS DE RETIRO, ZONAS DE AMORTIGUAMIENTO Y BORDES DE PROTECCIÓN URBANOS**

#### **Ámbito geográfico**

Franjas litorales urbanas de las ciudades de Guayaquil y Machala, así como eventualmente en Posorja y Jambelí.

#### **Sustento de la medida**

Una franja de aproximadamente 1.200 km<sup>2</sup> será afectada por los desbordes ocasionados por un LANM de un metro. Dentro de esta franja están asentados centros urbanos residenciales altamente consolidados, donde la afectación social y económica de un levantamiento en el nivel del mar de un metro sería muy alta. En el sector industrial, la afectación tendrá la misma magnitud, si se toma en cuenta que sólo en la ciudad de Guayaquil se desarrolla más del 40% de la actividad industrial del país (CAAM, 1996).

#### **Objetivo**

Proteger la inversión existente y de nuevos proyectos residenciales o productivos que se desarrollen en zonas urbanas de las ciudades de Guayaquil, Machala y eventualmente otras ciudades con alto riesgo de sufrir inundaciones ocasionadas por el LANM.

#### **Resultados**

- Zonificación y planificación del desarrollo de las zonas de riesgo en las áreas urbanas dentro del ámbito geográfico de implantación de esta medida.
- Disminución de riesgos sobre la infraestructura asentada o a ser desarrollada en zonas de afectación por LANM.
- Disminución de los impactos sobre la calidad de vida de los moradores de las zonas en riesgo para que no se vean afectadas por la ocurrencia de LANM.

### **Instituciones involucradas**

Municipios de Guayaquil, Machala y Santa Rosa, DIGMER, PMRC y grupos comunitarios residentes en las zonas de riesgo y que se verán directamente afectados por esta normativa.

### **ADECUACIÓN Y MANTENIMIENTO DEL SISTEMA DE DRENAJE VIAL**

#### **Ámbito geográfico**

Toda la red vial de las provincias ubicadas dentro de la cuenca baja del río Guayas y el golfo de Guayaquil.

### **Sustento de la medida**

Las carreteras en el país, sobre todo en el área de estudio, tienden a sufrir deterioros por la intensidad que suelen alcanzar las precipitaciones en épocas lluviosas y más graves aún cuando se presentan eventos ENOS e inundaciones por LANM.

El evento ENOS de 1997-1998 causó un daño directo en la infraestructura vial, que alcanzaron varios millones de dólares, ya que las pérdidas no sólo se limitan a daños en la carpeta asfáltica, sino a todas las consecuencias indirectas que tienen su origen en ellas.

Por estas razones, la medida pretende contribuir a reforzar la infraestructura de las vías con la instalación de un sistema de drenaje vial que involucre la construcción de cunetas laterales, alcantarillas y obras de protección y encauzamiento lateral de puentes, protegiendo de esta manera la inversión efectuada en vialidad.

#### **Objetivo**

Optimizar y adecuar la infraestructura de drenaje vial y propender a que sea estable, eficaz y permanente.

#### **Resultados**

- Red de vialidad de primero y segundo orden y puentes en buen estado y con mantenimiento.
- Nuevas especificaciones que incluyen riesgos por cambios climáticos, formuladas y en vigencia.
- Cunetas laterales y de coronación, construidas y adecuadas a eventos climáticos.
- Obras de protección y encauzamientos lateral de puentes, construidas.

### **Instituciones involucradas**

Ministerio de Obras Públicas, consejos provinciales y corporaciones regionales como CORPECUADOR.

### **RELLENO HIDRÁULICO DE ZONAS URBANAS DENSAMENTE POBLADAS**

#### **Ámbito geográfico**

Las zonas urbanas de mayor densidad poblacional y con alto riesgo de sufrir inundación por el levantamiento del nivel del mar, en especial en el Suburbio Oeste e Isla Trinitaria en la ciudad de Guayaquil.

#### **Sustento de la medida**

La población en riesgo en 1996, en el Suburbio Oeste e Isla Trinitaria, era de aproximadamente medio millón de personas y podría incrementarse en un 50% para el año 2010. La extensión del área con riesgo de inundación por LANM2 es de alrededor de 80 km<sup>2</sup>, donde se ha estimado que el avalúo comercial de los predios en peligro por pérdida puede alcanzar la cifra de USD.36 millones para el año 2010.

La alta densidad poblacional en ésta zona residencial, totalmente consolidada, sumada a los valores culturales de la comunidad involucrada, hace virtualmente imposible plantear un reasentamiento de la población.

Por tal motivo se plantea la protección de la zona por medio de la realización de un relleno hidráulico, el cual tiene un costo aproximado de medio millón de dólares EE.UU. por km<sup>2</sup>, lo cual arrojaría un monto total de USD.40 millones para proteger la totalidad de la zona en peligro. Esta cifra, comparada con el avalúo comercial de los predios en peligro, más el costo de las externalidades sociales, hace justificable la aplicación de esta medida.

### Objetivo

Proteger la integridad física de las propiedades asentadas en las zonas con alto riesgo de sufrir inundaciones ocasionadas por el levantamiento del nivel del mar en la zona urbano-marginal de la ciudad de Guayaquil.

### Resultados

- Catastros municipales actualizados.
- Protección de casi 80 km<sup>2</sup> de zonas densamente pobladas de la ciudad de Guayaquil.
- Disminución de riesgos sobre la infraestructura asentada o a ser desarrollada en zonas de afectación por LANM en la Isla Trinitaria y el Suburbio Oeste de la ciudad de Guayaquil.
- Disminución de los impactos sobre la calidad de vida de los moradores de las zonas en riesgo para que no se vean afectadas por la ocurrencia de LANM.

### Instituciones involucradas

Municipio de Guayaquil, DIGMER, organismos no gubernamentales ambientalistas y grupos comunitarios residentes en la zona donde se aplicará la medida.

## 4. ESTRATEGIAS DE ADAPTACIÓN

Para el caso del Sector Marino Costero, las estrategias planteadas no son dedicadas exclusivamente para vencer barreras detectadas, sino para implementar las medidas. Este alcance difiere de las estrategias planteadas para los otros sectores.

### 4.1 ADECUACIÓN Y MANTENIMIENTO DEL SISTEMA DE DRENAJE VIAL

*Rediseñar e implementar las normas de diseño y construcción de obras de drenaje y puentes, incluyendo márgenes de seguridad que consideren los incrementos en las precipitaciones y caudales ocasionados por efectos del Cambio Climático.*

- Toda la normativa de diseño vial debe ser actualizada tomando en cuenta los parámetros hidroclimáticos.
- El MOP deberá incluir en sus planes de desarrollo un componente de investigación que involucre a las instituciones que están en capacidad de realizar estudios específicos de intensidades, frecuencias, duración de las precipitaciones.

*Promover los procesos de concesión para el mantenimiento vial.*

- Los procesos de concesión y operación de la vialidad deben considerar aspectos que incluyan los efectos del Cambio Climático.
- Debe propiciarse que las empresas concesionarias destinen un rubro para el mantenimiento de las carreteras de segundo orden.

*Fortalecer los niveles de coordinación entre el Gobierno Central, organismos seccionales y concesionarias.*

- Debe considerarse el funcionamiento de un sistema de coordinación permanente entre las instituciones clave, que no conlleve a la creación de ninguna instancia administrativa.

### 4.2 RELLENO HIDRÁULICO DE ZONAS URBANAS DENSAMENTE POBLADAS

*Incorporar, dentro de las Políticas de Estado, la necesidad de que los organismos seccionales consideren en los planes locales de desarrollo la protección de zonas urbanas densamente pobladas en riesgo de afectación por LANM.*

- Se venderá la idea al sector político de la importancia de la medida asociada como una alternativa para proteger la propiedad privada e integridad física de la comunidad.
- ODEPLAN o los organismos encargados de la planificación nacional incluirán y promoverán, como parte del Plan de Desarrollo, la responsabilidad de los organismos seccionales de la inclusión de esta estrategia.
- Se gestionará frente al Ejecutivo la inclusión de una Política de Estado que considere la medida asociada a esta estrategia como una necesidad nacional. Se presentará la propuesta sin inclinación política.

*Incorporar, en las normas municipales de diseño y construcción, márgenes de seguridad para minimizar los impactos sobre la infraestructura asentada o a ser desarrollada en zonas de riesgo de afectación por LANM.*

- Debe proponerse, para la infraestructura localizada dentro de las zonas de riesgo, normas para reconstrucción o modificación de sus estructuras.

- Para nueva infraestructura a desarrollarse deberán incluirse las normas adecuadas de retiro y protección, para evitar potenciales daños.
- Se deberá capacitar a los técnicos municipales en el tema del cambio climático y la relación de esta estrategia con la aplicación de la medida asociada.
- Una vez identificada esta normativa se seguirá un proceso participativo para lograr el consenso con la comunidad involucrada.
- Para el caso del Municipio de Guayaquil se deberá agilizar la aprobación la Ordenanza de Reservas Territoriales con la participación de las instituciones relacionadas al Cambio Climático.

*Incentivar la gestión municipal en la aplicación de programas de legalización de tierras de las zonas en riesgo de afectación por LANM.*

- Se deberá disponer de un censo y estudio catastral de las áreas en riesgo para determinar el estado de propiedad de la tierra.
- La Muy Ilustre Municipalidad de Guayaquil está ejecutando un programa de legalización de tierras, con cuya experiencia se deberá expandir a las áreas en riesgo como la Isla Trinitaria.

*Identificar y gestionar ayuda financiera para ejecutar proyectos para la protección de zonas urbanas en riesgo por LANM.*

- Los municipios serán los organismos encargados de ubicar en organismos internacionales el apoyo financiero para realizar los proyectos de protección de zonas urbanas en riesgo.
- Se deberá dar preferencia a proyectos que generen el menor daño ambiental (i.e., relleno, acomodo, reubicación).

*Impulsar la difusión de los riesgos de la afectación por LANM mediante programas de educación pública en zonas urbanas.*

- Se establecerá un plan de difusión y capacitación de una manera coordinada entre las instituciones involucradas en el tema del Cambio Climático.
- Deberán establecerse convenios con las ONG's, los medios de comunicación y la empresa privada para obtener el apoyo en el desarrollo de planes de difusión y capacitación relacionados con los efectos de ejecutar la medida asociada a esta estrategia.

#### 4.3 ADECUACIÓN DE LA ACTIVIDAD CAMARONERA

*Conocer las zonas de riesgo LANM de las camaroneras en el Golfo de Guayaquil y desarrollar un proyecto demostrativo catastral replicable a todo el Golfo.*

- Se tomará en cuenta las experiencias preliminares para establecer el catastro de piscinas camaroneras (e.g., PMRC, PATRA, CLIRSEN, INOCAR).
- Se determinarán zonas críticas de riesgo.
- Se utilizará aerofotografía a una escala de 1:10 000 para generar una restitución analítica y de 1:5 000 que permita conocer la cantidad, extensión y situación actual de las piscinas camaroneras.
- Se diseñará y ejecutará un censo catastral de las piscinas camaroneras en conjunto con la determinación de las áreas de manglar, con la participación de la Subsecretaría del Ambiente y Cámara Nacional de Acuicultura.
- Se tomará en cuenta el aporte del sector camaronero para el financiamiento de este inventario.

*Mejorar la capacidad de adaptación de las piscinas camaroneras al cambio climático.*

- Se tomará en cuenta la experiencia del sector privado camaronero en las medidas de refuerzo de los muros en las piscinas para afrontar los eventos ENSO.
- Se implementará un sistema de incentivos para los camaroneros que utilicen la reforestación de manglar como mecanismo para reforzar los muros de las piscinas.
- Se buscarán mecanismos y técnicas para promover la sustentabilidad de la actividad camaronera.
- Se establecerá una normativa para rediseño y reconstrucción de piscinas camaroneras que considere márgenes de seguridad para afrontar los efectos LANM.
- Se diseñará e implementará un proyecto demostrativo de adecuación de la infraestructura camaronera al cambio climático considerando aspectos técnicos, legales, ambientales, e institucionales.

*Educar y concienciar a los empresarios camaroneros sobre los impactos que causaría el LANM*

- Se diseñará un programa de difusión sobre la problemática, orientada al sector camaronero.
- Se propenderá a la suscripción de convenios con los actores, para la implementación del programa.
- Se brindará asesoría técnica especializada, para minimizar y educar sobre los impactos del Cambio Climático.
- Se incluirá en el programa un componente relativo a la educación en el manejo sustentable de los recursos acuícolas.

#### 4.4 ESTABLECIMIENTO DE UN PROGRAMA DE MONITOREO BIOFÍSICO Y VIGILANCIA ANTE EL CAMBIO CLIMÁTICO

*Dotar de asistencia técnica, equipamiento y capacitación necesaria a las instituciones de investigación para cumplir con el programa de monitoreo y vigilancia ante el Cambio Climático.*

- Se utilizará la información existente sobre el análisis para fortalecer las instituciones (i.e., COPEFEN, PATRA, CAF).
- Se deberá optimizar las capacidades institucionales existentes.
- Se precautelar que la transferencia de tecnología y asesoramiento técnico sea de un nivel adecuado.
- Se debe incluir el componente de monitoreo e investigación sobre el Cambio Climático en los Planes Estratégicos y Operativos institucionales.
- Se propiciará el intercambio de experiencias y capacidades con países que tengan Programas similares (Asesoría y Capacitación)
- El Programa deberá insertarse en el Comité Nacional del Clima como uno de las acciones más importantes del grupo de trabajo de la zona Marino - Costera.

*Diseñar e implementar un sistema integrado de información biofísico aplicable al programa de seguimiento y vigilancia ante el cambio climático.*

- Se tendrá en cuenta que existe un proceso para establecer un sistema nacional de información ambiental dentro del Ministerio del Ambiente.
- También se considerarán las bases de datos sectoriales existentes para ser integradas en el diseño del sistema propuesto.
- Se suscribirá un convenio de cooperación entre las instituciones participantes para la implementación del sistema.
- Se deberá intercambiar sin restricciones los productos generados y resultados del Programa de Monitoreo y Vigilancia, entre las instituciones involucradas en el Programa.
- El sistema de información biofísico será diseñado de tal manera que sus productos sean accesibles al usuario en general.
- Se deberá presentar informes y resúmenes ejecutivos periódicos de todos los productos, estudios e investigaciones realizadas en el marco del programa de monitoreo y vigilancia sobre el Cambio Climático.
- Se diseñará una página WEB presentando el sistema de información biofísico.

*Fortalecer los niveles de coordinación entre los organismos involucrados en la investigación y manejo de la información relacionada a los Cambios Climáticos.*

- Se considerará y fortalecerá los espacios de coordinación interinstitucional existentes (eg., Centro de Información Oceanográfico, Centro de Biodiversidad Marina).
- Se deberá impulsar los procesos de descentralización, intercambio y apertura de la información generada en las instituciones (i.e., INAMHI, INOCAR, INP).
- Se conformará un comité o sistema de coordinación permanente entre las instituciones claves, sin que esto conlleve a la creación de instancias administrativas alguna.

*Asegurar los recursos económicos que permitan la implantación y ejecución del programa de monitoreo y vigilancia de los cambios climáticos.*

- Se aprovechará los recursos financieros provenientes de Naciones Unidas, Gobiernos u oferentes bilaterales, organismos internacionales, etc.
- Se priorizará la búsqueda de fondos no reembolsables.
- Se considerará las oportunidades que ofrece la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre Cambio Climático.

*Difundir la información generada por el programa de monitoreo y vigilancia ante el Cambio Climático a todas las instancias de la sociedad civil.*

- Se diseñará e implementará un programa de difusión pública sobre los cambios climáticos.
- Se incorporará el componente cambio climático en los programas de difusión pública ambiental existentes. (i.e., Defensa Civil, PEAMCO, PMRC, ERFEN).
- Se suscribirá convenios con entidades educativas (primaria, secundaria y superior) con el objeto de educar y difundir sobre el tema cambio climático.

#### 4.5 ESTABLECIMIENTO DE LÍNEAS DE RETIRO, ZONAS DE AMORTIGUAMIENTO Y BORDES DE PROTECCIÓN URBANOS

*Incentivar la investigación científica con el propósito de determinar las áreas de riesgo por efectos LANM en zonas urbanas a un nivel catastral.*

- Los municipios deberán incluir en sus planes estratégicos un componente de investigación sobre el tema LANM para ser ejecutado por instituciones afines o universidades.

- Se establecerá un acuerdo entre municipios e IGM para realizar la toma de fotografía aérea y restitución analítica de las zonas urbanas a nivel catastral.

*Incorporar en las normas municipales de diseño y construcción, márgenes de seguridad para minimizar los impactos.*

- Debe proponerse, para la infraestructura localizada dentro de las zonas de riesgo, normas para reconstrucción o modificación de sus estructuras.
- Para nueva infraestructura a desarrollarse se deberán incluir las normas adecuadas de retiro y protección para evitar potenciales daños.
- Se deberá capacitar a los técnicos municipales en el tema de los cambios climáticos y la relación de esta estrategia con la aplicación de la medida asociada.
- Una vez identificada esta normativa se deberá seguir un proceso participativo para lograr el consenso con la comunidad involucrada.
- Para el caso del Municipio de Guayaquil se deberá agilizar la aprobación la Ordenanza de Reservas Territoriales con la participación de las instituciones relacionadas al Cambio Climático.

*Identificar y gestionar ayuda financiera de instituciones internacionales para la ayuda comunitaria en el caso de una eventual reubicación de viviendas y generación de actividades productivas alternativas.*

- La identificación, gestión y manejo de este tipo de financiamiento deben ser coordinados con los municipios y desarrollados por una ONG.
- Los convenios internacionales que se establezcan para conseguir el financiamiento deberán incluir especificaciones bien claras que aseguren la correcta utilización de los fondos.

*Impulsar el establecimiento de parques industriales para la reubicación de infraestructura industrial asentada en zonas de riesgo por LANM.*

- Los municipios deberán considerar, dentro de su planificación urbana, áreas para el desarrollo industrial, en el caso que no lo tuvieran.
- Los municipios deberán llegar a acuerdos, que consideren incentivos, con los inversionistas industriales cuyas infraestructuras estén en riesgo, para propiciar su reubicación en los parques industriales.
- Deberá facilitarse a los industriales líneas de crédito accesibles para solventar los costos de reubicación.

*Impulsar la difusión de los riesgos de la afectación por LANM mediante programas de educación pública en zonas urbanas.*

- Se establecerá un plan de difusión y capacitación de

una manera coordinada entre las instituciones involucradas en el tema del Cambio Climático.

- Deberán establecerse convenios con las ONG, los medios de comunicación y la empresa privada para obtener el apoyo en el desarrollo de planes de difusión y capacitación relacionados con los efectos de ejecutar la medida asociada a esta estrategia.

#### 4.6 PRESERVACIÓN Y REFORESTACIÓN DEL MANGLAR

*Promover el otorgamiento de concesiones a las comunidades tradicionales para el uso sostenible de áreas de manglar.*

- Se deberá apoyar la constitución legal de los grupos comunitarios tradicionales.
- Se incentivará la difusión de la legislación del manglar a los grupos comunitarios tradicionales.
- Se deberá incentivar a las ONG presentes en la zona para que éstas apoyen los procesos de concesión de áreas manglar y manejo sustentable de su ecosistema.

*Impulsar la investigación científica con el fin de aprovechar sustentablemente los recursos del ecosistema de manglar.*

- Se tomará en cuenta los resultados de las investigaciones científicas para la realización de políticas para el manejo sustentable del ecosistema manglar.
- Se realizarán estudios ecológicos sobre: capacidad de carga, esfuerzos de pesquerías y valoración ambiental del ecosistema manglar.
- Se deberá fortalecer la capacidad institucional para la investigación del ecosistema de manglar.

*Propender a la creación de un sistema de información geográfica actualizada que contenga un inventario de áreas de manglar.*

- Se diseñará y ejecutará un censo catastral de las piscinas camaroneras en conjunto con la determinación de las áreas de manglar, con la participación de la Subsecretaría del Ambiente y Cámara Nacional de Acuicultura.
- Se debe propiciar la coordinación adecuada entre las instituciones encargadas del manejo del ecosistema manglar.
- El sistema de información generada deberá tener compatibilidad con estudios realizados anteriormente
- Se utilizará aerofotografía a una escala de 1:10 000 para generar una restitución analítica y de 1:5 000 para conocer la situación de las áreas de manglar.

- Se tomará en cuenta el aporte del sector camaronero para el financiamiento de este inventario.

*Incorporar al Plan del Uso y Manejo de Manglares un componente que promueva la reforestación de manglares.*

- El pedido de incorporación del componente de reforestación debe gestarse desde las comunidades para fortalecer la inclusión de la misma en el Plan del Uso y Manejo de Manglares.
- Se realizará inicialmente un inventario de las áreas factibles de reforestar.

*Fortalecer los niveles de coordinación entre los organismos que tienen injerencia en el manejo de manglar.*

- Se armonizarán las funciones y jurisdicciones de cada una de las instituciones encargadas del manejo del ecosistema manglar.
- Se fortalecerá la capacidad de acción de las instituciones de una manera coordinada para no duplicar esfuerzos.
- Se apoyarán los niveles de coordinación de los Organismos Gubernamentales a partir de los trabajos que vienen realizando las Unidades de Conservación y Vigilancia.

