



Universidad de San Carlos de Guatemala
Facultad de Ingeniería
Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial

**MEJORAMIENTO DEL MEDIO AMBIENTE, A TRAVÉS DE PROGRAMAS DE
DESARROLLO LIMPIO EN UNA HIDROELÉCTRICA**

Nelson Enrique Juárez Herrera
Asesorado por el Ing. Amílcar Reyes Sic

Guatemala, febrero de 2011.

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA



FACULTAD DE INGENIERÍA

**MEJORAMIENTO DEL MEDIO AMBIENTE, A TRAVÉS DE PROGRAMAS DE
DESARROLLO LIMPIO EN UNA HIDROELÉCTRICA**

TRABAJO DE GRADUACIÓN

PRESENTADO A JUNTA DIRECTIVA DE LA
FACULTAD DE INGENIERÍA
POR

NELSON ENRIQUE JUÁREZ HERRERA
ASESORADO POR EL INGENIERO AMILCAR REYES SIC
AL CONFERÍRSELE EL TÍTULO DE
INGENIERO INDUSTRIAL

GUATEMALA, FEBRERO DE 2011

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE INGENIERÍA



NÓMINA DE JUNTA DIRECTIVA

DECANO	Ing.	Murphy Olympo Paiz Recinos
VOCAL I	Ing.	Alfredo Enrique Beber Aceituno
VOCAL II	Ing.	Pedro Antonio Aguilar Polanco
VOCAL III	Ing.	Miguel Angel Dávila Calderón
VOCAL IV	Br.	Luis Pedro Ortíz de León
VOCAL V	P.A.	José Alfredo Ortíz Herincx
SECRETARIO	Ing.	Hugo Humberto Rivera Pérez

TRIBUNAL QUE PRACTICÓ EL EXAMEN GENERAL PRIVADO

DECANO	Ing.	Sydney Alexander Samuels Milson
EXAMINADOR	Ing.	César Augusto Akú Castillo
EXAMINADORA	Inga.	Ma. Eugenia Aguilar Bobadilla
EXAMINADORA	Inga.	Norma I. Sarmiento Zeceña
SECRETARIO	Ing.	Pedro Antonio Aguilar Polanco

HONORABLE TRIBUNAL EXAMINADOR

Cumpliendo con los preceptos que establece la ley de la Universidad de San Carlos de Guatemala, presento a su consideración mi trabajo de graduación titulado:

**MEJORAMIENTO DEL MEDIO AMBIENTE, A TRAVÉS DE PROGRAMAS DE
DESARROLLO LIMPIO EN UNA HIDROELÉCTRICA**

Tema que me fuera asignado por la Dirección de la Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial, con fecha 15 de marzo de 2010.



Nelson Enrique Juárez Herrera.

Guatemala 15 de Julio de 2010

Señor Director
Ingeniero César Ernesto Urquizú Rodas
Escuela Mecánica Industrial
Facultad de Ingeniería
Universidad de San Carlos de Guatemala

A través de la presente le envié mi cordial saludo, para hacer de su conocimiento que he procedido a revisar el trabajo de graduación del estudiante de Ingeniería Industrial:

NELSON ENRIQUE JUÁREZ HERRERA
CARNÉ 27-17520

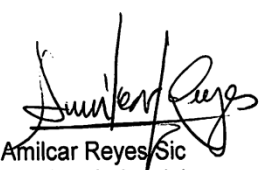
El cual esta titulado con el nombre

**MEJORAMIENTO DEL MEDIO AMBIENTE, A TRAVÉS DE PROGRAMAS DE
DESARROLLO LIMPIO EN UNA HIDROELÉCTRICA**

Por lo que doy visto bueno sobre el contenido del mismo, para que se someta a la autorización de la escuela, que usted tiene a su digno cargo.

Atentamente,

Amilcar Reyes Sic
Ingeniero Industrial
Colegiado 6,329



Amilcar Reyes Sic
Ingeniero Industrial
Colegiado 6329

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS
DE GUATEMALA



FACULTAD DE INGENIERÍA

Como Catedrático Revisor del Trabajo de Graduación titulado **MEJORAMIENTO DEL MEDIO AMBIENTE, A TRAVÉS DE PROGRAMAS DE DESARROLLO LIMPIO EN UNA HIDROELÉCTRICA**, presentado por el estudiante universitario **Nelson Enrique Juárez Herrera**, apruebo el presente trabajo y recomiendo la autorización del mismo.

ID Y ENSEÑAD A TODOS

Víctor Hugo García Roque
INGENIERO INDUSTRIAL
Colegiado No. 5133

Ing. Víctor Hugo García Roque
Catedrático Revisor de Trabajos de Graduación
Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial

Guatemala, octubre de 2010.

/mgp

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS
DE GUATEMALA



FACULTAD DE INGENIERÍA

REF.DIR.EMI.019.011

El Director de la Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de San Carlos de Guatemala, luego de conocer el dictamen del Asesor, el Visto Bueno del Revisor y la aprobación del Área de Lingüística del trabajo de graduación titulado **MEJORAMIENTO DEL MEDIO AMBIENTE, A TRAVÉS DE PROGRAMAS DE DESARROLLO LIMPIO EN UNA HIDROELÉCTRICA**, presentado por el estudiante universitario **Nelson Enrique Juárez Herrera**, aprueba el presente trabajo y solicita la autorización del mismo.

“ID Y ENSEÑAD A TODOS”


Ing. Cesar Ernesto Urquiza Rojas
DIRECTOR
Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial



Guatemala, febrero de 2011.

/mgp

Escuelas: Ingeniería Civil, Ingeniería Mecánica Industrial, Ingeniería Química, Ingeniería Mecánica Eléctrica, Escuela de Ciencias, Escuela Regional de Ingeniería Sanitaria y Recursos Hidráulicos (ERIS), Posgrado Maestría en Sistemas Mención Construcción y Mención Ingeniería Vial. Carreras: Ingeniería Mecánica, Ingenierías Electrónica, Ingeniería en Ciencias y Sistemas. Licenciatura en Matemática, Licenciatura en Física. Centros: de Estudios Superiores de Energía y Minas (CESEM). Guatemala, Ciudad Universitaria zona 12, Guatemala, Centro América

Universidad de San Carlos
De Guatemala

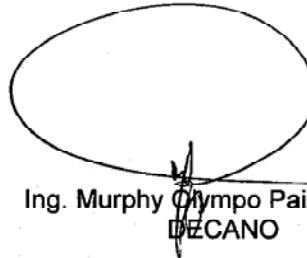


Facultad de Ingeniería
Decanato

Ref. DTG.044.2011

El Decano de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de San Carlos de Guatemala, luego de *conocer* la aprobación por parte del Director de la Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial, al trabajo de graduación titulado: **MEJORAMIENTO DEL MEDIO AMBIENTE, A TRAVÉS DE PROGRAMAS DE DESARROLLO LIMPIO EN UNA HIDROELÉCTRICA**, presentado por el estudiante universitario **Nelson Enrique Juárez Herrera**, autoriza la impresión del mismo.

IMPRÍMASE.



Ing. Murphy Olimpo Paiz Recinos
DECANO



Guatemala, febrero de 2011

/cc

AGRADECIMIENTOS

- A DIOS** Supremo creador a quien todo lo debo.
- A MIS PADRES** María Elena Herrera de Juárez y Carlos Enrique Juárez García por haberme dado la vida y apoyarme en ella.
- A MIS ABUELOS** Lisandro y Manuela, Bonifacio y Vitalina por la confianza, sus enseñanzas, apoyo y consejos.
- A MI ESPOSA** Por ser el apoyo incondicional para el logro de este triunfo.
- A MI TIA** Aura Marina Herrera de Muralles por su comprensión y apoyo.
- A MIS HERMANOS** Manolo, Silvia, Alex y René por ser complemento en mi vida.
- A MIS SOBRINOS** Patrick, Nelson, Gabriela, Dayana, Alan y Christopher.
- A LOS PROFESIONALES** Ing. Amílcar Reyes Sic, Ing. Ramon Canek Ayala, Lic. Edgar Mariano Pineda Osorio.
- A LOS SEÑORES** Luis Fernando Pineda y Gloria Osorio de Pineda, por su incondicional apoyo.
- A MIS COMPAÑEROS Y AMIGOS EN ESPECIAL A LILY JUDITH GARCIA RIVAS**

ACTO QUE DEDICO

A MI MADRE MARIA ELENA A quien debo la vida.

A MI HIJO MIGUEL ANGEL Por ser la razón de mí vivir.

ÍNDICE GENERAL

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES	V
GLOSARIO	VII
RESUMEN	XIII
OBJETIVOS	XV
INTRODUCCIÓN	XVII
1. ASPECTOS GENERALES	1
1.1 La hidroeléctrica	1
1.1.1 Historia	2
1.1.2 Ubicación	3
1.1.3 Misión	4
1.1.4 Visión	4
1.1.5 Valores	5
1.1.6 Organización	5
1.1.6.1 Organigrama	6
1.2 Marco teórico	7
1.2.1 Calentamiento global	7
1.2.2 Cambio climático	8
1.2.2.1 El comportamiento	9
1.2.2.2 El impacto	11
1.2.2.2.1 La salud	14
1.2.2.2.1.1 Infecciones	
Respiratorias Agudas	
(IRAS)	14
1.2.2.2.1 2 Enfermedad Diarreica	
Aguda (EDA)	15

	1.2.2.2.1.3	La Malaria (MA)	15
1.3		La actividad humana	15
	1.3.1	La influencia sobre el clima	17
1.4		El efecto invernadero	18
	1.4.1	Naturaleza y orígenes de los gases de efecto invernadero	19
1.5		El ozono	20
1.6		Gases de efecto invernadero	21
	1.6.1	Vapor de agua	21
	1.6.2	Dióxido de carbono	22
	1.6.3	Metano	23
	1.6.4	Óxido nitroso	23
	1.6.5	Hidrofluorocarbonos	24
	1.6.6	Perfluorocarbonos	24
	1.6.7	Hexafluoruro de azufre	25
2.		SITUACIÓN ACTUAL DEL MEDIO AMBIENTE EN GUATEMALA	27
2.1		El medio ambiente	27
	2.1.1	Descripción	28
	2.1.2	Aspectos institucionales	30
	2.1.2.1	Aspecto administrativo legal del cambio climático	31
	2.1.2.2	Guatemala y el compromiso	35
	2.1.2.2.1	Aspectos internacionales	36
	2.1.2.2.2	Aspectos políticos	37
	2.1.2.2.3	Aspectos económicos	38
2.2		Los recursos forestales y el cambio climático	39
	2.2.1	Impacto ambiental	39
	2.2.2	Impacto humano	40
2.3		La producción de granos básicos	40

2.3.1	Impacto ambiental	41
2.4	Los recursos hídricos	41
2.4.1	Impacto ambiental	42
3.	PROPUESTA DE DESARROLLO Y MEJORAMIENTO DEL MEDIO AMBIENTE	43
3.1	Mecanismos de flexibilidad del protocolo de Kioto	43
3.1.1	La implementación conjunta	44
3.1.2	Negociación de emisiones de oxígeno	45
3.2	El Protocolo de Kioto	46
3.2.1	Naturaleza jurídica	47
3.3	La convención sobre el cambio climático	48
3.3.1	Origen e historia	49
3.3.2	Avances	49
3.4	Propuesta para la Hidroeléctrica río Las Vacas	50
3.4.1	Compromiso de las instituciones gubernamentales con el medio ambiente	51
3.4.2	El mecanismo de desarrollo limpio	52
3.4.3	Medidas para mitigación de gases	54
3.4.3.1	Líneas de acción	55
3.4.3.2	Beneficios generales de las líneas de acción propuestas	56
4.	IMPLEMENTACIÓN DE LA PROPUESTA	59
4.1	Aspectos jurídicos e institucionales en la implementación	59
4.1.1	Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales	59
4.1.2	Ministerio de Energía y Minas	61
4.1.3	Ley Forestal	63
4.1.4	Coordinación Nacional de Áreas Protegidas	65

4.1	Implementación del desarrollo limpio	65
4.1.1	Modelos	69
4.1.1.1	Bilateral	69
4.1.1.2	Multilateral	70
4.1.1.3	Unilateral	70
4.1.1.4	Híbrido	71
4.1.2	Ventajas y desventajas de los modelos	71
4.2	Proyecto de mejoramiento ambiental	73
4.2.1	La hidroeléctrica	76
4.3	Impacto ambiental	78
4.3.1	En la energía	78
4.3.2	En la forestación	78
5.	SEGUIMIENTO Y MEJORA CONTINUA	79
5.5	Evaluación y control	79
5.5.1	Análisis de Pareto	80
5.5.2	Diagrama causa y efecto	81
5.3	Mejora continua	81
5.3.1	Planificación	82
5.3.2	Realización	82
5.3.3	Verificación	82
5.3.4	Actualización	81
5.4	Seguimiento	81
5.5	Beneficio del proyecto	84
5.5.1	La población	84
5.5.2	A nivel nacional	84
	CONCLUSIONES	85
	RECOMENDACIONES	87
	BIBLIOGRAFÍA	89

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

FIGURAS

1	Presa de la Hidroeléctrica río Las Vacas	3
2	Vista frontal de la Hidroeléctrica río Las Vacas	4
3	Organigrama de la empresa	6
4	Gases de efecto invernadero (GEI) a nivel mundial	25
5	Diagrama de Pareto	80
6	Diagrama de causas y efecto	81

TABLAS

I	Resumen del inventario nacional de gases de efecto invernadero (GEI)	28
II	Componentes y líneas de acción	55
III	Ventajas y desventajas de modelos de desarrollo limpio	72
IV	Las instituciones gubernamentales y el medio ambiente	75
V	Medidas de mitigación para el sector energía	76
VI	Medidas de mitigación para el sector forestal	77

GLOSARIO

- Ambiente:** El conjunto de elementos naturales y artificiales inducidos por el hombre, estos hacen posible la existencia y desarrollo de los seres humanos y demás organismos vivos que interactúan en un espacio y tiempo determinados.
- Atmósfera:** Envoltura gaseosa que rodea la tierra. La atmósfera seca está compuesta casi enteramente de nitrógeno (en una relación de mezcla volumétrica de 78.1%) y oxígeno (en una relación de mezcla volumétrica de 20,9%).
- Aerosoles:** Conjunto de partículas sólidas o líquidas en suspensión en el aire, cuyo tamaño oscila generalmente entre 0,01 y 10 mm y que permanecen en la atmósfera como mínimo durante varias horas.
- Calentamiento global:** Es la forma en que la temperatura de la tierra se incrementa, en parte debido a la emisión de gases asociada con la actividad humana.

Cambio climático:	Es un cambio de clima atribuido directa o indirectamente a la actividad humana que altera la composición de la atmósfera mundial y que se suma a la variabilidad natural del clima observada durante períodos de tiempo comparables.
Clima:	Es el comportamiento promedio del estado del tiempo incluyendo su variabilidad en una región geográfica, varias décadas es un período razonable de revisión comparativa.
Contaminación:	En general se trata de la presencia de materia o energía cuya naturaleza, ubicación o cantidad produce efectos ambientales indeseables. En otros términos, es la alteración hecha por el hombre o inducida por el hombre a la integridad física, biológica, química y radiológica del medio ambiente.
Desecho sólido.	Sinónimo de residuos sólidos municipales y de basura
Disposición final:	Es la operación final controlada y ambientalmente adecuada de los desechos sólidos, según su naturaleza.
Efecto invernadero:	Calentamiento que experimenta la tierra debido a su atmósfera. Algunos gases permiten que la radiación solar pase a través

de la atmósfera y caliente la superficie terrestre, y evitan que la radiación que refleja la tierra se escape al espacio. Esto hace que la atmósfera y la tierra, se mantengan calientes.

Emisiones: Es la liberación de gases de efecto invernadero o sus precursores en la atmósfera en un área y un período de tiempo específicos.

Ecosistema: Sistema de organismos vivos que interactúan entre sí y con su entorno físico, que también es parte del sistema. Los límites de lo que podría llamarse un ecosistema son algo arbitrarios, y dependen del centro de interés o del objeto principal del estudio

Gases efecto invernadero: Son los gases que provocan el efecto invernadero (GEI). Muchos de ellos están presentes en la atmósfera de manera natural. Entre ellos, el dióxido de carbono, el metano que son producidos por el hombre.

Gestión desechos sólidos: Toda actividad técnica administrativa de planificación, coordinación, concertación, diseño, aplicación y evaluación de políticas, estrategias, planes y programas de acción de manejo apropiado de los residuos sólidos

de ámbito nacional, regional, local y empresarial.

Gestión Integral:

Conjunto de operaciones y procesos encaminados a la reducción de la generación, segregación en la fuente y de todas las etapas de la gestión de los desechos, hasta su disposición final.

Hábitat:

Lugar y sus alrededores, tanto vivos como no vivientes, donde habita una población determinada: por ejemplo, humanos, plantas, animales, microorganismos

Incineración:

Tratamiento térmico del desecho, durante el cual la energía química fijada de la materia quemada se transforma en energía térmica. Los compuestos combustibles son transformados en gases de combustión, abandonando el sistema como gases de chimenea.

Manejo:

Conjunto de operaciones dirigidas a dar a los residuos el destino más adecuado de acuerdo con sus características, con la finalidad de prevenir daños o riesgos para la salud humana o el ambiente.

Relleno sanitario:	Técnica de ingeniería para el adecuado confinamiento de los residuos sólidos municipales. Comprende el esparcimiento, acomodo y compactación de los residuos, a fin de evitar la contaminación del ambiente y proteger la salud de la población.
Residuo peligroso:	Residuo sólido o semisólido que por sus características tóxicas, reactivas, corrosivas, radiactivas, inflamables, explosivas o patógenas plantea un riesgo sustancial real o potencial a la salud humana o al ambiente cuando su manejo se realiza en forma conjunta con los residuos sólidos municipales, con autorización o en forma clandestina.
Reciclaje.	Proceso mediante el cual los materiales segregados de los residuos son reincorporados como materia prima al ciclo productivo.
Sistema climático:	Es la totalidad de la atmósfera, la hidrosfera, la biosfera, geósfera y sus interacciones.
Tratamiento:	Proceso de transformación física, química o biológica de los residuos sólidos, para modificar sus características o aprovechar su potencial, a partir del cual se puede

generar un nuevo residuo sólido con características diferentes.

Vector:

Ser vivo que puede transmitir enfermedades infecciosas a los seres humanos o a los animales directa o indirectamente. Comprende a las moscas, mosquitos, roedores y otros animales.

RESUMEN

El calentamiento global es una preocupación a nivel mundial, debido a que provoca desastres ambientales. Los cambios de temperatura y precipitación excesiva, la subida del nivel del mar, se traducen en cambios drásticos en los ecosistemas naturales, estos conllevan un alto costo, tanto humano como económico. Se relacionará el mejoramiento del medio ambiente, a través de programas de desarrollo limpio en la reducción de gases de efecto invernadero, como primer paso, se describe los datos generales de la empresa, conceptos del calentamiento global, el cambio climático y su impacto en la salud; asimismo, la descripción de los gases de efecto invernadero y sus componentes.

Seguidamente, se describe la situación actual del medio ambiente guatemalteco, aspectos institucionales relacionados con el tema y los compromisos con el Protocolo de Kioto, el aspecto administrativo legal frente al cambio climático y los compromisos nacionales e internacionales. Posteriormente, se encuentra la propuesta de desarrollo y mejoramiento del ambiente, basado en los mecanismos de flexibilidad del Protocolo, su naturaleza jurídica de las disposiciones, las iniciativas de implementación conjunta y el comercio internacional de emisiones.

Se analizará la implementación de la propuesta del mecanismo de desarrollo limpio, a través de los modelos bilateral, multilateral, unilateral e híbrido el análisis del desarrollo limpio en la Hidroeléctrica y su impacto, así como los programas de mitigación de gases para el sector energía y sector forestal y, finalmente, los beneficios generales de las líneas de acción

recomendadas. Finalmente, se hace el seguimiento de la implementación, a través de la evaluación y control apoyados en las herramientas como análisis de Pareto y el diagrama causa y efecto, con el fin de mantener una mejora continua.

OBJETIVOS

GENERAL:

Apoyar el mejoramiento del medio ambiente, a través de programas de desarrollo limpio en una hidroeléctrica, de tal manera que contribuya con las condiciones ambientales, sociales y económicas de la población.

ESPECÍFICOS:

1. Conocer la realidad del medio ambiente y su contexto de la población, con el propósito de buscar soluciones.
2. Apoyar en el seguimiento de los compromisos que el Estado ha hecho en la implementación del modelo de desarrollo limpio.
3. Coadyuvar en el cumplimiento de las políticas de proyectos ambientales en la hidroeléctrica.
4. Facilitar la participación de los sectores tanto públicos como privados para cumplir con la reducción de gases de efecto invernadero.
5. Identificar proyectos orientados al mejoramiento de las condiciones ambientales.
6. Fortalecer y facilitar la gestión ante países cooperantes recursos para apoyar financieramente el proceso administrativo de la formulación y ejecución de proyectos.

7. Dar seguimiento a los programas ambientales, con el fin de fortalecer su implementación.

INTRODUCCIÓN

El presente trabajo de graduación está relacionado con el mejoramiento del medio ambiente, a través de programas de desarrollo limpio, en una hidroeléctrica, la cual traerá beneficios en la reducción de gases de efecto invernadero en la región. Estudios del medio ambiente han logrado conocer la principal causa del cambio climático global, en donde la emisión de gases provenientes de la combustión de fuentes de energía fósil provoca el denominado "efecto invernadero" y la función que desempeñan ciertos gases en la atmósfera en el calentamiento de la superficie terrestre.

El efecto invernadero es uno de los principales factores que provocan el calentamiento global de la Tierra, debido a la acumulación de gases en la atmósfera. Cuando la radiación infrarroja choca con las moléculas de los gases es absorbida por ellas. La preocupación mundial por la acumulación de gases de efecto invernadero en la atmósfera de la Tierra, ha llevado a los países a desarrollar y aplicar políticas nacionales e internacionales que puedan reducir el incremento de la acumulación de gases de efecto invernadero. Uno de los gases que afecta más es el dióxido de carbono (CO_2), que ha aumentado debido a la utilización de combustibles fósiles, a malos manejos de residuos y malas prácticas de uso de la tierra que reducen el carbono acumulado en bosques y suelos.

A partir del instrumento principal del Convenio Marco de Naciones Unidas sobre el cambio climático, el Protocolo de Kioto de 1997, se han planteado varias opciones para mitigar estos efectos, ya sea a través de innovaciones tecnológicas en los procesos productivos o reduciendo el uso de los principales

emisores de CO₂. El cambio climático es un tema que modificará y condicionará las políticas ambientales y de desarrollo de los países. Es por eso que los desafíos y las oportunidades que presenta el Protocolo de Kioto (1997) como instrumento del convenio marco (1992), y sus modificaciones recientes, deben ser consideradas para la formulación de la estrategia de desarrollo del país.

1. ASPECTOS GENERALES

1.1 La hidroeléctrica

La planta Hidroeléctrica río Las Vacas, es una empresa energética ubicada cerca de la aldea San Antonio Las Flores, en el municipio de Chinautla, Guatemala. Cuenta con una presa de gravedad con una altura de 17 m y una longitud de 136 m, que utiliza el agua del río Las Vacas.

La planta hidroeléctrica fue diseñada para atender una demanda máxima, es decir, el agua contenido en el embalse de 258,969 m³ es utilizado para generar electricidad únicamente durante las horas de demanda máxima. Tiene 5 turbinas Pelton con una capacidad instalada de 45 MW que generan un promedio de 120 GWh de electricidad por año.

El proyecto se beneficia de la experiencia de los patrocinadores en el diseño, construcción y operación de centrales hidroeléctricas, que se suma a otro Mecanismo de Desarrollo Limpio -MDL- promovido por Iberdrola (empresa española que genera, distribuye y comercializa electricidad y gas natural), al que ya dio su visto bueno Las Naciones Unidas¹.

Por ser el río de aguas servidas, el funcionamiento de la hidroeléctrica genera grandes cantidades de metano; por esto se da tratamiento a las aguas servidas, con el fin de minimizar el metano que emana.

¹ Ministerio de Energía y Minas de Guatemala. Balance Energético Nacional. 1998. Pág. 14

1.1.1 Historia

El proyecto Hidroeléctrico río Las Vacas, se empezó a construir en 1999 y comenzó a operar oficialmente en mayo de 2002. En su primera fase generó 20 megavatios de electricidad, para luego, en el 2003, completar una segunda fase y producir en total 40 megavatios. Para operar utiliza el 70% de las aguas del río del mismo nombre, convertido en el mayor desagüe de la ciudad capital.

La Hidroeléctrica río Las Vacas inició operaciones a finales del año 2001. Se escogió el río Las Vacas porque recoge las descargas líquidas de la vertiente norte de la Ciudad de Guatemala y de otros municipios, garantizando un caudal importante para la época de ausencia de lluvias (entre noviembre y mayo, en esta región central del país).

El costo del proyecto hidroeléctrico es de US\$36.6 millones, de acuerdo con la Corporación Interamericana de Inversiones (CII), brazo privado del Banco Interamericano de Desarrollo (BID), que contribuyó con un préstamo. Además, otro préstamo fue negociado con distintas fuentes financieras, con aprobación de la CII.

Los propietarios del proyecto son las empresas guatemaltecas Fabrigás y Cementos Progreso, en las que destacan las familias Ayau y Novella, respectivamente (Inforpress 1502). La electricidad producida es vendida al consorcio Comercializadora Eléctrica de Guatemala (COMEGSA), propietarios del 80% de las acciones de la Empresa Eléctrica de Guatemala, y cuyo principal accionista es la española Iberdrola. El proyecto supe electricidad al consorcio y contribuye a reducir las frecuentes caídas de tensión durante las horas de mayor consumo. En ese sentido es un proyecto estratégico.

La generación se lleva a cabo diariamente durante las horas pico de demanda (entre 18:00 a 22:00 horas). Para efectuar la generación, utiliza las aguas del río Las Vacas, como se mencionó anteriormente, constituye el desagüe de la vertiente norte del Valle de La Ermita.

1.1.2 Ubicación

La Hidroeléctrica río Las Vacas se encuentra ubicada en el municipio de Chinautla en la aldea San Antonio Las Flores, Guatemala, a 18 kilómetros al noreste de la Ciudad de Guatemala, en las fotografías de abajo se muestra la presa y su embalse.

Figura 1. Presa de la Hidroeléctrica río Las Vacas



FUENTE: Revista. Hidroeléctrica río Las Vacas, IBERDROLA, año 2006

Figura 2. Vista frontal de la Hidroeléctrica río Las Vacas



FUENTE: Revista. Hidroeléctrica río Las Vacas, IBERDROLA, año 2006

1.1.3 Misión

La misión de la Hidroeléctrica río Las Vacas es: generar electricidad en forma eficiente, competitiva y sustentable en beneficio de los clientes, residenciales, comerciales e industriales así también como del medio ambiente a través de relaciones a largo plazo.

1.1.4 Visión

La visión de la Hidroeléctrica río Las Vacas es: ser una empresa generadora de electricidad con vocación renovable, con una matriz de generación diversificada y competitiva, con desempeño eficiente e innovador respetuoso del medio ambiente e integrada a la comunidad.

1.1.5 Valores

Disciplina: Responsable del cumplimiento de normas internas y externas.

Trabajo en equipo: Empresa y empleados que busquen los objetivos con sinergia.

Excelencia: Trabajadores que sobresalgan en profesionalismo, mérito y estimación.

Competitividad: El componente humano está consciente que se debe trabajar todos los días con la idea de no sólo permanecer en el mercado, sino de llegar a ser los más importantes en el sector, con convicción medio ambiental.

Respeto por el medio ambiente: Conscientes que el medio ambiente, pertenece a una sociedad, por lo consiguiente, se debe respetar y cuidar a través de un desarrollo sostenible.

Conciencia social: Ayudar a las personas y grupos sociales a que adquieran conciencia del medio ambiente en general y de los problemas conexos, y mostrarse sensibles a ellos.

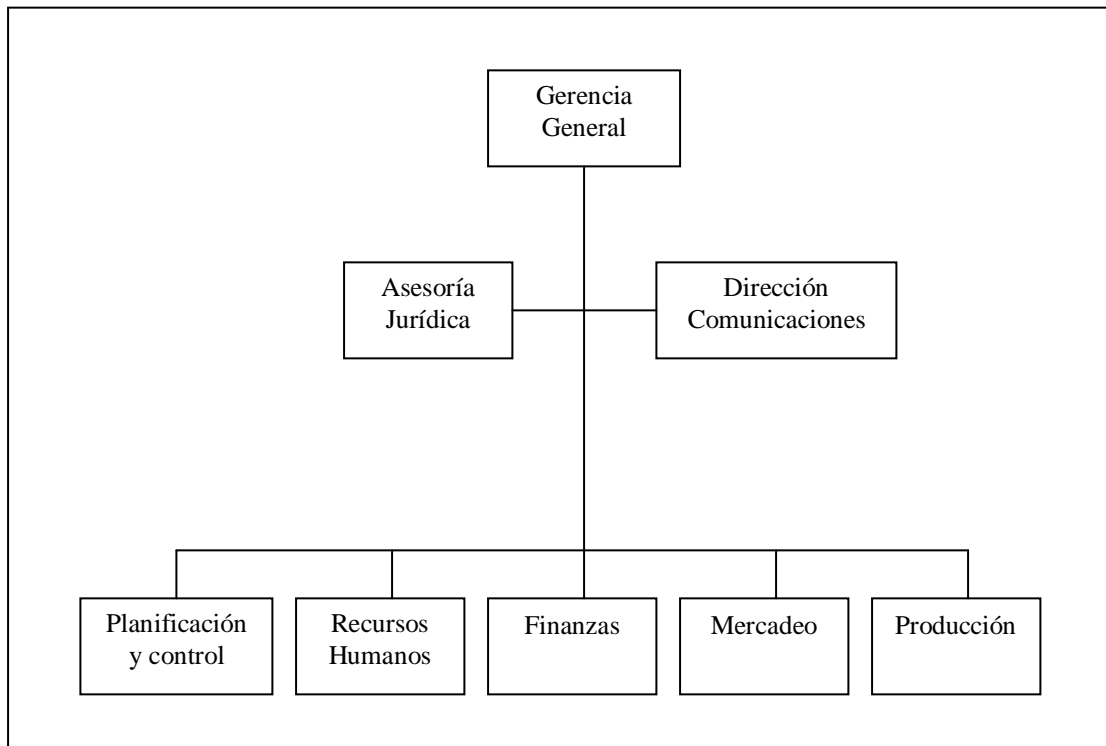
1.1.6 Organización

El proyecto fue construido por una conglomeración de 4 entidades privadas que formaron la empresa Hidroeléctrica río Las Vacas, S.A., las cuales está organizada por las empresas: Cementos Progreso, Fabrigas, Comegsa e Iberdrola.

1.1.6.1 Organigrama

El organigrama de la empresa está dirigido por la gerencia general seguidamente por la asesoría jurídica y la dirección de comunicaciones; así como los departamentos de planificación y control, recursos humanos, finanzas, mercadeo y producción. En la figura tres se describe el organigrama.

Figura 3. Organigrama de la empresa



FUENTE: Archivo empresa

Los datos expuestos anteriormente son propios de la organización. Los conceptos que a continuación se describen son de soporte y de marco teórico.

1.2 Marco teórico

La investigación que conforma el marco teórico describe temas relacionados como: el calentamiento global, el cambio climático y su comportamiento, el impacto que tiene en la salud; la actividad humana y la influencia sobre el clima, los gases de efecto invernadero (GEI) los cuales están compuestos por: el vapor de agua, dióxido de carbono, metano, óxido nitroso, hidrofluorocarbonos, perfluorocarbonos y hexafluoruro de azufre.

1.2.1 Calentamiento global

El clima de la Tierra ha cambiado durante el último siglo y existen pruebas nuevas y más sólidas de que la mayor parte del calentamiento observado en los últimos 50 años es atribuible a las actividades humanas.

Además, modelos informáticos en pleno desarrollo predicen que, de continuar las actividades industriales como hasta hoy, las temperaturas seguirán aumentando durante el siglo XXI. Éstos y otros datos son revelados por el tercer informe de evaluación del Panel Internacional sobre el Cambio Climático (IPCC), en el que participaron varios centenares de científicos procedentes de numerosos países.

Durante millones de años el efecto invernadero natural había mantenido el clima de la Tierra a una temperatura media relativamente estable y permitía que se desarrollase la vida. Los GEI retenían el calor del sol cerca de la superficie de la Tierra, ayudando a la evaporación del agua superficial para formar las nubes, las cuales devuelven el agua a la tierra.

La lluvia y el calor del sol permiten a las plantas crecer, al suelo formarse y mantienen todas las formas de vida en el proceso. Las plantas y el suelo absorbían el dióxido de carbono y otros GEI del aire. Una compleja mezcla de sistemas biológicos e hidrológicos, trabajando en equilibrio, desprendía la cantidad justa de dióxido de carbono para mantener una condición apropiada de estos gases en la atmósfera.

1.2.2 Cambio climático

El aumento de la concentración de GEI en la atmósfera trae graves consecuencias para todo el mundo. Los cambios de temperatura y precipitación excesiva, la subida del nivel del mar, se traducen en alteraciones de la distribución mundial de las enfermedades tropicales, cambios drásticos en los ecosistemas naturales; estos son algunos de los impactos que conllevan un alto costo, tanto económico como humano a prácticamente toda la Tierra.

Lo antes mencionado fue motivo de preocupación en agendas de discusión internacional, debido a sus repercusiones negativas en todo el planeta. Si bien es cierto que el clima global varía naturalmente, muchos cambios se originan por efecto de los GEI, que contribuyen al calentamiento global, debido a su excesiva acumulación actual provocada por la inmoderada e irracional actividad humana.

Las graves consecuencias señaladas constituyen la principal razón de lograr con urgencia un acuerdo, para disminuir efectivamente las emisiones de GEI y mitigar los impactos que producen el cambio climático, el cual es considerado como una de las amenazas más críticas y serias para el ambiente y que requiere una solución inmediata.

El efecto invernadero es un proceso que consiste en la retención, por acción de ciertos gases presentes en la atmósfera, de una determinada fracción de la radiación solar que incide sobre la Tierra. Este fenómeno da lugar a condiciones climáticas propicias para el desarrollo de vida en el planeta²; sin embargo, como resultado de las actividades humanas se ha alterado el proceso en un grado, que los efectos pueden ocasionar daños sobre el balance natural del planeta.

La acción humana es responsable por la emisión creciente de GEI muy por encima de los valores conocidos que se tenían antes de la revolución industrial, lo que aumenta la capacidad de retención de radiación solar de la atmósfera.

De no adoptarse medidas para reducir las emisiones, la concentración atmosférica de gases invernadero podría alcanzar el doble de su nivel preindustrial para el 2035, con lo que la temperatura media del planeta experimentaría un aumento de más de 2°C. A plazo más largo, existiría más del 50% de probabilidad de que el incremento en la temperatura superara los 5°C. Este aumento sería altamente peligroso, equivaldría al cambio ocurrido en la temperatura media del planeta desde la última glaciación hasta nuestros días³.

1.2.2.1 El comportamiento

El efecto del cambio climático en las poblaciones costeras fue predicho por científicos de más de cien países reunidos en el año de 1998, en el IPCC, que estimaron que ascenderá dramáticamente el nivel de los mares.

² Revista. Oficina Colombiana para la Mitigación del Cambio Climático. 1996. Pág. 67.

³ Stern, Nicolás Economía del Cambio Climático, HM, 2007. Pág. 43.

De acuerdo con estas previsiones, miles de ciudades e islas corren grandes riesgos. En el informe mundial sobre desastres de la Federación Internacional de Sociedades de la Cruz Roja y de la Media Luna Roja se anuncia que en los próximos 20 años las estimaciones de costos por desastres climáticos oscilarán entre los 6 billones y los 10 billones de dólares⁴.

Una de las consecuencias de este incidente será lo que se conoce con el nombre de refugiados ambientales. Los desastres naturales incluyen sucesos tales como sismos, erupciones volcánicas y sequías, así como otras catástrofes que pueden ocasionar presiones sobre las poblaciones.

El calentamiento global como cambios climáticos cíclicos está causando en el Caribe un mayor número de huracanes intensos. En América Central, el huracán Mitch, la tormenta Stan acarrearón daños con lluvias y deslizamientos de tierra⁵ y ahora la tormenta Agatha.

La preocupación mundial por la acumulación de GEI en la atmósfera de la Tierra, ha llevado a los países a desarrollar y aplicar políticas nacionales e internacionales que puedan reducir esta tasa de incremento, la cual influye sobre el cambio climático global.

Uno de los gases que más afecta es el dióxido de carbono (CO₂), que ha aumentado significativamente en décadas recientes, debido a la utilización de combustibles fósiles, a malos manejos de residuos y muchas prácticas dañinas de uso de la tierra que reducen el carbono acumulado en bosques y suelos⁶.

⁴ La capa de ozono. La Tierra en peligro. 1993. Pág. 234.

⁵ Programa Panamericano de Defensa y Desarrollo de la Diversidad biológica. 2003. Pág. 257.

⁶ Primera Comunicación Nacional ante la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre Cambio Climático. www.ideam.gov.co (fecha de visita: 30 de noviembre de 2007).

A partir del instrumento principal del Convenio Marco de Naciones Unidas sobre el Cambio Climático, el Protocolo de Kioto de 1997, se han planteado variadas opciones para mitigar estos efectos, ya sea a través de innovaciones tecnológicas en los procesos productivos o reduciendo el uso de los principales emisores de CO₂.

1.2.2.2 El impacto

“Los cambios previstos ya están en marcha, por las evidencias colectivas, existe una alta certeza de que los recientes cambios de temperatura han tenido impactos discernibles en muchos sistemas físicos y biológicos. Se han documentado asociaciones entre estos fenómenos físicos y biológicos y los cambios climáticos regionales en ecosistemas de todos los continentes.

El aumento de la intensidad y frecuencia de los ciclones tropicales dañará los sistemas naturales y humanos: El aumento del nivel del mar y el incremento de la intensidad de los ciclones desplazarían a decenas de millones de personas de las zonas costeras”. “Aumentos en sequías, inundaciones y otros sucesos extremos se añadirían a las presiones sobre los recursos de agua, la seguridad alimentaria, salud humana y las infraestructuras. Se prevé una importante extinción de especies de plantas y animales y esto impactaría en la forma de vida rural, turismo y recursos genéticos.

Los mayores peligros están basados en potenciales impactos irreversibles y a gran escala: La fusión de las capas de hielo de Groenlandia y Antártica Occidental, que podrían elevar el nivel del mar tres metros cada una de ellas durante los próximos 1000 años y sumergir muchas pequeñas islas e inundar extensas zonas costeras”. La ralentización o parada de la circulación de las

corrientes termohalinas del Atlántico Norte podrían meter a Europa en un régimen climático similar al del Labrador.

Los países en vías de desarrollo son los más expuestos a sufrir las consecuencias del cambio climático: Los efectos más dañinos son en términos de pérdidas de vida y relativo a inversiones y economía. La distribución prevista de los impactos económicos es tal que podría incrementar la disparidad entre países desarrollados y países en vías de desarrollo, con aumento de la disparidad cuantos mayores sean los aumentos de temperatura previstos.

África: Las cosechas de cereales se prevé que disminuyan reduciendo la seguridad alimentaria, particularmente en pequeños países importadores de comida.

Asia: Los descensos en la productividad agrícola y la acuicultura debido al estrés térmico e hídrico, la elevación del nivel del mar, inundaciones y sequías, y los ciclones tropicales disminuirían la seguridad alimentaria en muchos países de Asia.

Australia: Probablemente el agua se convierta en asunto fundamental debido a la sequía prevista en gran parte de la región y cambie a un estado promedio más parecido al del fenómeno climático denominado El Niño.

Europa: El riesgo de desbordamiento de los ríos aumentará a lo largo de gran parte de Europa; el riesgo de inundación, erosión y pérdida de humedales aumentará, con sus correspondientes implicaciones para los asentamientos humanos, industria, turismo, agricultura y hábitat costeros naturales.

Latinoamérica: La agricultura de subsistencia se verá amenazada en muchos lugares de Latinoamérica. Las inundaciones y las sequías serán más frecuentes, con un aumento de las cargas de los sedimentos procedentes de inundaciones y una degradación del suministro de agua.

Norteamérica: Las pérdidas en bienes asegurados relacionados con la meteorología y los pagos por parte del sector público de apoyo en caso de desastres han ido aumentando. Los ecosistemas naturales únicos como humedales, tundra alpina y de agua fría estarán en riesgo y es improbable una adaptación efectiva.

Regiones polares: Los ecosistemas naturales de las regiones polares son altamente vulnerables al cambio climático; algunas comunidades indígenas, en las que se sigue el modo de vida tradicional, tienen poca capacidad y pocas opciones para adaptarse.

Países Insulares: Los arrecifes de coral se verán afectados negativamente por el blanqueo y las reducidas tasas de calcificación por los altos niveles de CO₂. El declive de los ecosistemas costeros afectaría negativamente a los peces del arrecife y a todos aquellos que basan su forma de vida en la pesca del arrecife.

El turismo se enfrentará a una severa interrupción derivada del cambio climático y la subida del nivel del mar. Estos son sólo algunos de los impactos que sufrirá el planeta, debido al cambio climático, siendo más intensos cuanto mayor sea el aumento de temperatura. Es necesario reducir las emisiones de GEI para hacer frente al cambio climático y minimizar sus impactos”⁷.

⁷ Balairón, I. Impactos del Cambio Climático sobre los recursos hídricos, el diseño y la planificación hidrológica. Servicio de Estudios del BBVA, Madrid. Pág. 222.

1.2.2.2.1 La salud

La salud humana es el resultado de interacciones de factores que incluyen en forma integral la biología humana, al ambiente, a los procesos socioeconómicos, hábitos, costumbres, estilos de vida de las personas y de las comunidades y al estado de la infraestructura socio-sanitaria⁸.

Entre varias enfermedades analizadas, para determinar el efecto del cambio climático se seleccionaron: la Enfermedad Diarreica Aguda (EDA), la Infección Respiratoria Aguda (IRA) y la Malaria (MA) como las principales enfermedades asociadas a la variabilidad climática, según la Primera Comunicación Nacional sobre el Cambio Climático.

1.2.2.2.1.1 Infecciones Respiratorias Agudas (IRAS)

Las Infecciones Respiratorias Agudas muestran la tendencia de aumentar su frecuencia al comienzo de la temporada lluviosa apreciándose un retraso en la aparición del período epidémico típico de finales del verano. En los últimos años, se reporta la aparición de brotes epidémicos en los meses de junio y julio coincidiendo con valores anómalos de los índices de circulación meridional y extensos procesos de sequía⁹.

⁸ Haines, Andrew. Situación crítica: salud humana y medio ambiente. 1995. p. 155.

⁹ Primera Comunicación Nacional sobre el Cambio Climático. Vulnerabilidad de la Salud al Cambio Climático. 2001

1.2.2.2.1.2 Enfermedad Diarreica Aguda (EDA)

El comportamiento típico de la enfermedad diarreica aguda sufre un impacto ante las variaciones del régimen lluvioso, según los escenarios de cambio climático. La tendencia a la redistribución de totales mensuales de lluvia, que hace más usuales y persistentes los períodos de sequía dentro del año, provoca que la distribución estacional de la enfermedad se suavice cuando transita hacia los picos máximos y muestra mayores valores en los meses de junio y julio.

1.2.2.2.1.3 La Malaria (MA)

La malaria es una enfermedad transmitida por vectores (insectos del género Anophelies) cuya densidad poblacional se ve afectada por la temperatura, humedad y altura. En el comportamiento de la MA se observa una sensible disminución del número de casos, debido al corrimiento de sus patrones estacionales ocasionados por los efectos de las variaciones climáticas que se presentan en el escenario considerado.

1.3 La actividad humana

Se sabe que el calentamiento global de la atmósfera se producirá con retraso en relación al grado de aumento en la concentración de GEI, ya que los océanos más fríos absorberán gran parte del aumento de temperatura, de modo que se prevé para el año 2100 un aumento en el calentamiento de entre 1.0 y 3.5 grados Celsius.

Estas variaciones de temperatura pueden parecer insignificantes, pero causarán transformaciones de gran importancia tales como:¹⁰

- A. Las áreas desérticas se tornarán más cálidas pero no más húmedas, lo que provocará graves consecuencias, sobre todo en donde escasea el agua, como por ejemplo en África (Sahara) y Oriente Medio.
- B. Casi la mitad de los glaciares se fundirán, a la fecha 17 glaciares ya han desaparecido y tomando en cuenta que el 11% de la superficie terrestre es hielo, resulta creíble las previsiones sobre el aumento del nivel del mar de entre 0.4 y 0.65 metros haciendo desaparecer muchas zonas costeras.
- C. Las precipitaciones aumentarán entre un 3 y un 15% en las zonas cálidas.
- D. Muchas tierras de cultivo, podrían perderse, al convertirse en desiertos.

La vulnerabilidad de las sociedades humanas y de los sistemas naturales a extremos climáticos quedará demostrada por los daños, dificultades y muertes consiguientes a sucesos tales como sequías, inundaciones, olas de calor, aludes y vendavales.

Los cambios del clima previstos durante el siglo XXI conlleva el riesgo potencial de producir modificaciones a gran escala y posiblemente irreversibles de los sistemas del planeta Tierra, con impactos de alcance mundial.

¹⁰ Revista. Inventario de Nacional de Gases de Efecto Invernadero. Enero 2001, MARN. Pág. 6.

El consumo exponencial global de petróleo, que ha tenido lugar durante las últimas décadas, es causa de alarma por dos razones: por una parte, los recursos mundiales de este recurso se agotan y, por otra se tiene por un hecho mayoritariamente aceptado, que la combustión de combustibles fósiles (carbón y petróleo), producen dióxido de carbono y agua como desechos mayoritarios.

Lo que ha acentuado el denominado “efecto invernadero” debido a la propiedad del CO₂ de absorber radiación infrarroja, evitando que buena parte de la radiación solar regrese al espacio, incrementando la temperatura atmosférica.

Ese efecto invernadero está provocando lo que actualmente se conoce como “calentamiento global”, fenómeno que puede dar origen a cambios climáticos y biológicos con resultados catastróficos.

A fin de responder a la magnitud del reto, se hace imprescindible contar con una perspectiva global compartida sobre lo apremiante del problema, sobre los objetivos a largo plazo de la política sobre el cambio climático¹¹.

1.3.1 La influencia sobre el clima

Existe un cierto debate en torno a la posibilidad actual de que el hombre esté influyendo en el clima de la Tierra y también lo hay sobre las influencias que pudo causar en el pasado. Incluso en épocas preindustriales a través, sobre todo, de la deforestación y la reconversión de tierras para las actividades agrarias y ganaderas¹².

¹¹ Stern Review. La Economía del Cambio Climático. Pág. 24.

¹² Derecho Internacional del Medio Ambiente", Madrid, 1999. Pág. 125.

De lo que si hay consenso absoluto es que, actualmente, se está influyendo de manera directa. Resulta difícil pensar que todas las emisiones de gases, aun siendo éstas de efectos contradictorios en muchos casos, y que toda la destrucción de los medios naturales, llevada a cabo de forma cada vez más acelerada no afecta al clima de alguna forma.

La pregunta que se plantea en realidad, no es si afecta, sino cuánto y cómo, porque la variación natural del clima no ha dejado de actuar porque esté la humanidad medrando el mundo. El problema es hasta qué punto la contribución del hombre ha podido y puede cambiar el curso natural del clima y la forma en que lo hace actualmente y lo ha hecho en el pasado.

1.4 El efecto invernadero

El efecto invernadero es un término que se aplica a la función que desempeñan ciertos gases en la atmósfera en el calentamiento de la superficie terrestre. La atmósfera es prácticamente transparente a la radiación solar de onda corta, absorbida por la superficie de la Tierra. Gran parte de esta radiación se vuelve a emitir hacia el espacio exterior con una longitud de onda correspondiente a los rayos infrarrojos, pero es reflejada de vuelta por gases como el dióxido de carbono, el metano, el óxido nitroso, los clorofluorocarbonos (CFC) y el ozono, presentes en la atmósfera¹³.

Este efecto de aumento de la temperatura es la base de las teorías relacionadas con el calentamiento a nivel global. El contenido en dióxido de carbono de la atmósfera se ha incrementado aproximadamente un 30% desde 1750, como consecuencia del uso de combustibles fósiles como el petróleo, el

¹³ Revista. Inventario de Nacional de Gases de Efecto Invernadero. Enero 2001, MARN, Pág. 1

gas natural y el carbón; la destrucción de bosques tropicales por el método de cortar y quemar también ha sido un factor relevante que ha influido en el ciclo del carbono.

El efecto neto de estos incrementos en la temperatura podría ser un aumento global estimado entre 1,4 y 5,8 grados Celsius que se alcanzará entre los años 1990 y 2100. Este calentamiento puede originar importantes cambios climáticos con varios efectos, entre ellos, afectando a las cosechas y la biodiversidad general y haciendo que suba el nivel de los océanos. De ocurrir esto, millones de personas se verían afectadas por las inundaciones¹⁴.

La Tierra debido a su fuerza de gravedad retiene en su superficie al aire y al agua, y para poner en movimiento al aire y al mar en relación con la superficie del planeta se necesita la energía cuya fuente primaria es el sol, previo al aumento de temperatura provocado por la actividad humana, tanto la atmósfera como los océanos y otros grandes cuerpos de agua se encontraban en un equilibrio dinámico natural.

1.4.1 Naturaleza y orígenes de los gases de efecto invernadero (GEI)

Los gases integrantes de la atmósfera de origen natural y derivados de la actividad humana, que absorben y emiten radiación, esta propiedad causa el efecto invernadero. Su concentración atmosférica es baja, pero tienen una importancia fundamental en el aumento de la temperatura del aire próximo al

¹⁴ Manual de Evaluación de Impacto Ambiental". Canter L.W. Pág. 254

suelo, haciéndola permanecer en un rango de valores aptos para la existencia de vida en el planeta¹⁵.

El vapor de agua (H₂O), dióxido de carbono (CO₂), óxido nitroso (N₂O), metano (CH₄) y ozono (O₃) son los principales GEI en la atmósfera terrestre. El Protocolo de Kioto aborda también otros GEI, como el hexafluoruro de azufre (SF₆), los hidrofluorocarbonos (HFC), y los perfluorocarbonos (PFC), (todos producidos por el hombre).

La causa del incremento hasta niveles perjudiciales de la concentración de GEI, se ha encontrado en la emisión creciente de estos gases por las actividades industriales, agrícolas, forestales, transporte y disposición final de basura combinada con una disminución de las zonas boscosas capaces de fijar el carbono de la atmósfera.

1.5 El ozono

El ozono (O₃) es un gas que se encuentra de forma natural en los más altos niveles de la atmósfera de la Tierra. Su concentración varía con la altura, alcanzando su máximo en la estratósfera, entre los 25 y 30 kilómetros de la superficie terrestre, su máxima concentración es de aproximadamente de sólo 10 partes por millón (ppm).

La capa de ozono es importante debido a que absorbe las radiaciones ultravioleta (UV) provenientes del sol, evitando que lleguen a la tierra, las que son perjudiciales para todas las formas de vida. Una exposición intensa a las radiaciones ultravioleta, es perjudicial para todos los seres vivos, produce

¹⁵ Manual de Evaluación de Impacto Ambiental". Canter L.W. Pág. 189

cáncer de piel, la disminución de la inmunidad y las cataratas oculares que se hacen más frecuentes en los seres humanos; el crecimiento de los vegetales es también afectado; las cadenas alimenticias acuáticas son modificadas.

También controla la distribución de la temperatura en la atmósfera de la Tierra, contribuyendo a que por el efecto invernadero se torne demasiado caliente la Tierra y se produzcan graves cambios climáticos, entre otros.

1.6 Gases de efecto invernadero (GEI)

El Protocolo de Kioto provee de un catálogo de los gases que influyen de manera significativa en el calentamiento global del planeta, los parámetros para medir la influencia de cada una de estas sustancias se han homogeneizado, de forma que sus efectos se expresan en cantidades de dióxido de carbono (CO₂). A continuación se describen los gases de efecto de invernadero:¹⁶.

- a. Vapor de agua
- b. Dióxido de carbono
- c. Metano
- d. Óxido nitroso
- e. Hidrofluorocarbonos
- f. Perfluorocarbonos
- g. Hexafluoruro de azufre

¹⁶ Primera comunicación nacional sobre el cambio climático. Dic. 2001. Pág. 34

1.6.1 Vapor de agua

El vapor de agua (H_2O) presente en la atmósfera no depende de la acción del hombre. Además el vapor de agua tiene un efecto estabilizador, ya que forma nubes, que reducen la irradiación solar y, por lo tanto, la evaporación. El efecto complejo del vapor de agua hace que su contribución al efecto invernadero sea una estimación, variable entre el 90% y el 95%.

El 30% de la energía solar que llega a la Tierra es reflejada directamente hacia el espacio. Si el 70% restante de la energía absorbida por el vapor de agua y las nubes fuera devuelto al espacio como radiación infrarroja, la temperatura de la Tierra bajaría a $-18^{\circ} C$. Sin este efecto de "invernadero natural", la existencia de vida sobre la Tierra no sería posible. Pero un aumento sobre este efecto de invernadero natural es de graves consecuencias para el planeta Tierra.

1.6.2 Dióxido de carbono

La principal fuente de emisión de dióxido de carbono (CO_2) a la atmósfera es la quema de combustibles fósiles y biomasa (gas natural, petróleo, combustibles, leña) en procesos industriales, transporte, quemas agrícolas y actividades domiciliarias (cocina y calefacción).

Los incendios forestales y de pastizales constituyen también una fuente importante de CO_2 atmosférico. La concentración del CO_2 atmosférico subió desde 280 partes por millón (ppm) en el período 1000 - 1750, a 368 ppm en el año 2000, lo que representa un incremento porcentual de 31%¹⁷.

¹⁷ Manual de Evaluación de Impacto Ambiental". Canter L.W. Pág. 136.

1.6.3 Metano

El metano es un gas de efecto invernadero relativamente potente que contribuye al calentamiento global del planeta Tierra, ya que tiene un potencial de calentamiento global de 23. Esto significa que en una media de tiempo de 100 años cada kg de CH₄ calienta la Tierra 23 veces más que la misma masa de CO₂, sin embargo hay aproximadamente 220 veces más dióxido de carbono en la atmósfera de la Tierra que metano, por lo que el metano contribuye de manera menos importante al efecto invernadero

La principal fuente natural de producción del metano (CH₄) es el suelo y los pantanos. El metano se produce también en la descomposición anaeróbica de la basura en los rellenos sanitarios; en el cultivo de arroz, en la descomposición de heces de animales; en la producción y distribución de gas natural y combustibles; y en la combustión incompleta de combustibles fósiles.

El metano es el hidrocarburo saturado de cadena más corta que existe. Se encuentra de forma natural en estado gaseoso. Durante el año 1998, los países de la Unión Europea produjeron grandes cantidades de este gas debido a las actividades ganaderas (49%), el tratamiento de residuos (30%) y las actividades relacionadas con las minas de carbón y los escapes producidos en las conducciones de gas natural (16%).

1.6.4 Óxido nitroso

Los óxidos de nitrógeno son un grupo de compuestos químicos que se producen al utilizar combustibles fósiles, entre ellos el óxido nitroso en cual se utiliza en la industria de alto rendimiento.

Durante el proceso de combustión en un motor, a más o menos 228 grados Celsius, el óxido nitroso se divide liberando oxígeno. Este oxígeno extra, provee potencia adicional permitiendo que se quemé más combustible.

El óxido nitroso (N₂O) también se utiliza como propelente para aerosoles y en la fabricación de lámparas incandescentes y fluorescentes. El óxido nitroso contribuye con cerca del 20% restante del efecto invernadero inducido por las emisiones resultantes de las actividades humanas.

También el óxido nitroso surge de la utilización de fertilizantes minerales y orgánicos en las actividades agrícolas, de la descomposición del estiércol del ganado, de la conversión de bosques a suelos para usos agrícolas, incendios y en procesos industriales como la producción de los ácidos adípico y nítrico.

1.6.5 Hidrofluorocarbonos

Los hidrofluorocarbonos (HFC) se usan en aplicaciones importantes en los países desarrollados y en vías de desarrollo, tales como en inhaladores médicos, aislamientos de tipo espuma, refrigeración, acondicionadores de aire, productos técnicos de tipo aerosol, disolventes y extinguidores de incendio. Los (HFC) son necesarios para la sustitución por eliminación progresiva y ordenada de las sustancias que reducen la capa de ozono según Protocolo de Montreal. Los HFC están incluidos en el grupo de GEI.

1.6.6 Perfluorocarbonos

Los perfluorocarbonos (PFC) son sustancias producidas por el hombre, utilizadas como sustitutos de los clorofluorocarbonos. Los HFC son utilizados

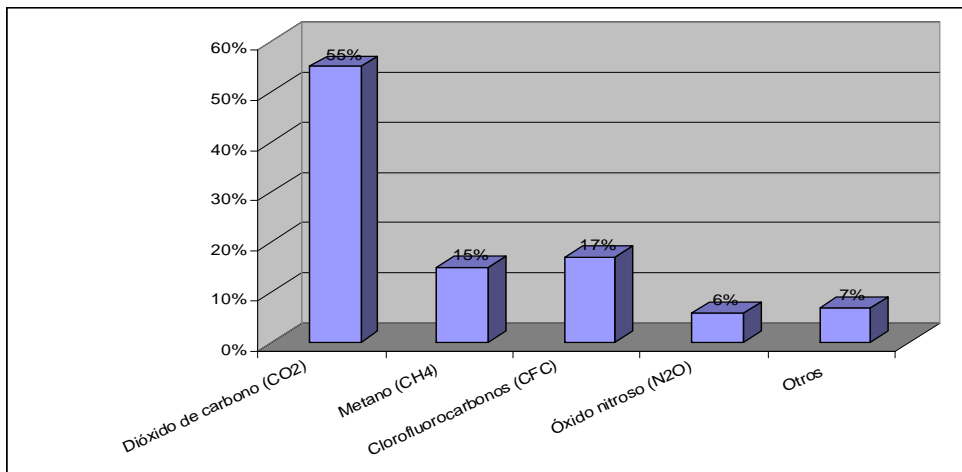
como solventes y propelentes de aerosoles. Los PFC son un subproducto de la producción de aluminio y son utilizados en la industria de los semiconductores.

1.6.7 Hexafluoruro de azufre

El hexafluoruro de azufre (SF_6) es utilizado como aislante eléctrico en equipos de transmisión de energía eléctrica y en los procesos de producción y transformación de magnesio. Las concentraciones de SF_6 en la atmósfera son bajas, pero se incrementan a una razón de cerca del 6% anual.

Los principales gases que existen en la atmósfera a nivel mundial se muestran en la figura de la página siguiente.

Figura 4. Gases de efecto invernadero (GEI) a nivel mundial



FUENTE: Folleto Cambio Climático y Efecto Invernadero. Comisión Nacional del Medio Ambiente (CONAMA). 1990. Pág. 9

2. SITUACIÓN ACTUAL DEL MEDIO AMBIENTE EN GUATEMALA

2.1 El medio ambiente

La República de Guatemala se localiza en Centroamericana, entre los paralelos 13° 44' y 18°30' de latitud norte y los meridianos 87°24' y 92°14' de longitud oeste del meridiano de Greenwich. Limita al norte y al oeste con México; al este con Belice, Honduras, El Salvador y el Mar Caribe y al sur con el océano Pacífico. Administrativamente está dividida en 22 departamentos, y tiene una extensión territorial de 108,889 kilómetros cuadrados¹⁸ (42,042 millas cuadradas).

Guatemala, todavía es conocido como un país lleno de tesoros naturales, sobre todo la parte grande de la Biosfera Maya en el Petén. Esta selva, ubicada en Guatemala y Belice es una de las dos grandes que todavía existen en Centroamérica. En total 51% (55,700.00 km²) de la superficie del país tiene bosque y 26% se encuentra bajo de un régimen de área protegida¹⁹.

La desvalorización de la importancia de los bosques, produjo la explotación irracional y/o la destrucción de bosques, con la consecuente pérdida grande de los bosques y de la biodiversidad. El avance de la frontera agropecuaria y la pérdida de bosque natural (pérdida de la frontera forestal) es un problema muy preocupante y tiene sus raíces en la pobreza, la utilización de técnicas inadecuadas de cultivo y el problema estructural de la tenencia de la tierra.

¹⁸ Análisis de Recursos Naturales para la Integración. SEGEPLAN. 1994. Pág. 178.

¹⁹ Biodiversidad y Cambio Climático. Fundación Solar. 1998.

El cambio de uso de la tierra y selvicultura es tanto una fuente de emisiones, como pérdida de una fuente de captación de dióxido de carbono.

La tabla siguiente describe el inventario de los GEI generados en Guatemala provenientes de las actividades energéticas, los procesos industriales, la agricultura, el cambio del uso de la tierra y los desechos sólidos.

Tabla I Resumen del inventario nacional de gases de efecto invernadero (GEI)
(Miles de toneladas)

Módulo	Dióxido de carbono CO ₂	Metano CH ₄	Óxido Nitroso N ₂ O	Monóxido de carbono CO	Óxido de Nitrógeno N _x O _y	Dióxido de Azufre SO ₂
Energía	3737.78	34.40	0.52	725.73	36.84	74.23
Procesos industriales	544.66					0.26
Agricultura		129.87	3.88	193.09	5.67	
Cambio de uso de la tierra	3244.55	4.90	0.03	42.84	1.22	
Desechos		31.15	0.46			
TOTAL	7526.99	200.32	4.89	961.66	43.73	74.49

FUENTE: Inventarios Sectoriales de gases de efecto invernadero. Proyecto Primera Comunicación Nacional y Plan de Acción sobre Cambio Climático. CONAMA, 2001. Pág. 7, 12 y 13.

2.1.1 Descripción

El país goza de un clima benigno a lo largo del año en la mayor parte del territorio, con una temperatura promedio de 20°C (75°F). La población total estimada es de 13 millones. El idioma oficial es el español; adicionalmente se hablan 23 lenguas indígenas²⁰.

²⁰ Registro Nacional de Estadística

Por su topografía y localización geográfica, Guatemala tiene una variedad de climas, que abarca desde cálido húmedo en las regiones costeras hasta clima frío en el altiplano occidental. Las áreas de clima seco (sin llegar a condición desértica) están localizadas en la parte nororiental y suroriental. De la superficie total, el 70% es montañosa y el 62% selvática. Las alturas varían desde el nivel del mar hasta 4,420 msnm²¹.

Chinautla y Chuarrancho, son irrigados por los ríos Chinautla y las Vacas; éste último se une con el río Plátanos para desembocar en el Motagua. Se conoce el alto grado de contaminación de estos afluentes, con materias como microorganismos, productos químicos, residuos industriales y de otros tipos; o aguas residuales al haberse convertido en los grandes desagües de la ciudad capital de Guatemala y municipios periféricos; así como los desechos de las actividades industriales. Estas materias deterioran la calidad del agua y la hacen inútil para el uso doméstico, agrícola o animal.

Los principales contaminantes son las aguas residuales y otros cuerpos que demandan oxígeno; los que en su mayor parte son materia orgánica, cuya descomposición produce la desoxigenación del agua. Agentes infecciosos como nutrientes vegetales, pueden estimular el crecimiento de las plantas acuáticas, las que a su vez, interfieren con los usos a los que se destina el agua y, al descomponerse, agotan el oxígeno disuelto y producen olores desagradables.

También las aguas contienen productos químicos, incluyendo los pesticidas, diversos productos industriales, las sustancias tensioactivas contenidas en los detergentes, y los productos de la descomposición de otros compuestos orgánicos.

²¹ Registro Nacional de Estadística

El agotamiento del oxígeno en las aguas más profundas y la acumulación de sedimentos en el fondo de los ríos, así como otros cambios químicos, tales como la precipitación del carbonato de calcio en las aguas duras, puede ocasionar problemas, como mal sabor y olor, y un cúmulo de algas o verdín, así como un crecimiento denso de las plantas con raíces.

Los derivados de petróleo, especialmente el procedente de los vertidos accidentales. Minerales inorgánicos y compuestos químicos, como los sedimentos formados por partículas del suelo y minerales arrastrados por las tormentas y la erosión; los suelos sin protección, las explotaciones mineras, las carreteras y los derribos urbanos. Se agregan las sustancias radiactivas procedentes del uso industrial, médico y científico, provenientes de los desechos de hospitales, así como de las diferentes clínicas radiológicas y laboratorios bioquímicos.

El calor también puede ser considerado un contaminante cuando el vertido del agua empleada para la refrigeración de las fábricas, hace subir la temperatura del agua de la que se abastecen.

2.1.2 Aspectos institucionales

En Guatemala existe una oficina de implementación conjunta, conformada por diferentes Ministerios del Estado, con el fin de apoyar los proyectos de implementación conjunta, en las cuales se puede mencionar el aspecto administrativo legal del cambio climático, el compromiso de Guatemala con el medio ambiente, los aspectos Internacionales y políticos.

2.1.2.1 Aspecto administrativo legal del cambio climático

La Oficina Guatemalteca de Implementación Conjunta (OGIC) fue fundada en 1996, y bajo el Acuerdo Gubernativo 474-97 del 20 de junio de 1997, fue creada para ejecutar el programa de implementación conjunta. La Junta Directiva está formada por: El Ministerio de Agricultura Ganadería y Alimentación (MAGA), Ministerio de Energía y Minas y Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales (MARN), (Sector Estatal); Universidades (Sector Académico); Asociación Nacional de Organizaciones No Gubernamentales de los Recursos Naturales y el Medio Ambiente -ASOREMA- (Sector ONG) y la Fundación para el Desarrollo de Guatemala -FUNDESA- (Sector privado).

Las funciones y atribuciones de la OGIC son las siguientes:

- a. Evaluar y aprobar los proyectos de implementación conjunta que se propongan bajo el convenio marco de cambio climático y basado en los Acuerdos Internacionales sobre implementación conjunta.
- b. Facilitar el desarrollo de los proyectos de implementación en conjunto.
- c. Gestionar y apoyar el establecimiento de fuentes multilaterales de financiamiento complementadas con mecanismos financieros del sector privado y de otras entidades que permitan el funcionamiento adecuado.

Su papel es promover una política para que se inviertan en Guatemala en proyectos de implementación conjunta, establecer las condiciones legales, políticas, técnicas, financieras. Además es responsable de la evaluación y aprobación de proyectos propuestos por el sector privado u ONG y otorgarles el

permiso estatal. Teóricamente la idea principal es: unir el tema del medio ambiente con el desarrollo social y económico o sea desarrollo sostenible.

La oficina es la responsable de generar e intercambiar informaciones sobre la implementación conjunta. La oficina ve ciertas ventajas en el instrumento de la implementación conjunta o sea el MDL. Entre estas se encuentran las siguientes: Esperar que un flujo de capital genere empleos nuevos en Guatemala; siendo los empresarios locales beneficiados con nuevas opciones de inversión recibiendo un financiamiento de fondos privados que normalmente no existirían.

La cooperación o el contrato a largo plazo, consistiría en tecnología y consultoría para el proyecto. También hay beneficios para el inversionista con un costo más bajo.

Los empresarios ven las ventajas para Guatemala en la transferencia de tecnología y conocimiento del personal en el tema de tecnología limpia, administración forestal sostenible y agricultura sostenible. Esperan la creación de empleos nuevos, protección de la biodiversidad, reducción de la contaminación y la exportación de servicios ambientales, por ejemplo de la fijación de carbono. La idea de la oficina es facilitar los contactos entre proyectos e inversores extranjeros, dar el apoyo y reconocimiento estatal y acompañar el proyecto²².

El artículo 1 del Acuerdo Gubernativo No. 388-2005 acordó designar al Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales como la institución pública encargada de formular y ejecutar las políticas relativas a su ramo: cumplir y hacer que se cumpla el régimen concerniente a la conservación, protección, sostenibilidad y mejoramiento del ambiente y los recursos naturales en el país y

²² www.fundesa.guatemala.org .

el derecho humano a un ambiente saludable y ecológicamente equilibrado, debiendo prevenir la contaminación del ambiente, disminuir el deterioro ambiental y la pérdida del patrimonio.

Los objetivos de esta institución son:

- a. Cumplir y hacer cumplir el régimen jurídico del ambiente y de los recursos naturales, dirigiendo las funciones generales asignadas al Ministerio y, especialmente, de las funciones normativas, de control y supervisión.
- b. Formular, aprobar, orientar, coordinar, promover, y dirigir las políticas nacionales de ambiente y recursos naturales, para el corto, mediano y largo plazo, en relación con las políticas económica, social y de desarrollo del país y sus instituciones de conformidad con el sistema de leyes concernientes a las instrucciones del Presidente y Consejo de Ministros.
- c. Velar por el estricto cumplimiento de las leyes, la probidad administrativa y la correcta inversión de los fondos públicos, en los asuntos confinados al despacho.
- d. Ejercer la rectoría sectorial y coordinar las acciones del Ministerio con otros ministerios e instituciones públicas y del sector privado, promoviendo la participación social en su diálogo, con el propósito de facilitar el desarrollo nacional en materia de ambiente y recursos naturales, y así propiciar una cultura ambiental y de conservación y aprovechamiento racional de los recursos naturales.

- e. Formular participativamente la política de conservación, protección y mejoramiento del ambiente y de los recursos naturales, y ejecutarla en conjunto con las otras autoridades con competencia legal en la materia dentro del marco normativo nacional e internacional.
- f. Proponer políticas para el mejoramiento y modernización de la administración descentralizada del sistema guatemalteco de áreas protegidas; así como para el desarrollo y conservación del patrimonio natural del país, incluyendo las áreas de reserva territorial del Estado.
- g. Diseñar en coordinación con el Ministerio de Educación, la política nacional de educación ambiental y vigilar porque se cumpla.
- h. Formular la política para el manejo de recursos hídricos relativo a contaminación, calidad y para renovación de dicho recurso.

La base legal del MARN se encuentra en la Constitución Política de la República, artículos 64 y 97; Decreto Legislativo No. 68-86 Ley de Protección y Mejoramiento del Medio Ambiente. Su estructura de funcionamiento se rige por el Reglamento Orgánico Interno contenido en Acuerdo Gubernativo 186-2001, modificado por el Acuerdo Gubernativo 284-2001 de fecha 12 de julio del 2001, a través del cual se crea un segundo viceministerio, para el fortalecimiento del desarrollo de las funciones propias de dicho Ministerio.

El MARN es la autoridad nacional designada del Mecanismo de Desarrollo Limpio, previsto en el artículo 12 del Protocolo de Kioto y su reglamento (Acuerdo Ministerial No. 477-2005) acordó crear la Oficina Nacional de Desarrollo Limpio, es responsable de emitir el informe recomendado a la autoridad nacional designada sobre el tema, por lo que la esta Oficina previamente debe:

- a. Analizar a fondo toda la información y estudios sobre la propuesta de proyectos que apliquen al MDL
- b. Reunirse con los proponentes del proyecto cuantas veces sea necesario
- c. Visitar el sitio y área del proyecto

2.1.2.2 Guatemala y el compromiso

En el Protocolo de Kioto señala una clasificación de países que incluye el anexo I, en el cual está situado Guatemala. La firma del Protocolo de Kioto se realizó en 1998 y Guatemala lo ratificó en octubre de 1999, mediante el Decreto No. 23-99 del Congreso de la República. Guatemala no cuenta con legislación específica sobre transacciones de carbono²³.

En diciembre del año 2001, el MARN de Guatemala elaboró la Primera Comunicación Nacional sobre el cambio climático, en donde se presenta el inventario nacional de emisiones y absorciones de GEI, los escenarios e impactos del cambio climático, la vulnerabilidad de los recursos forestales, de la producción de granos básicos y de los recursos hídricos al cambio climático, así como las medidas para la implementación de la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático en Guatemala. Y la segunda comunicación nacional sobre el cambio climático para dar seguimiento y fortalecer las políticas y los objetivos propuestos.

²³ Cumbre de la Tierra. Río de Janeiro. Realizado del 3 al 14 de junio de 1992. Pág. 37.

2.1.2.2.1 Aspectos internacionales

Guatemala como Estado y parte de la Convención Marco de Naciones Unidas sobre el Cambio Climático (CMNUCC) se ha comprometido a cumplir lo siguiente:

- a. Establecer inventarios nacionales sobre las emisiones de GEI y el nivel de absorción por los sumideros (Art. 4.1 a CMNUCC).
- b. Formular e implementar programas nacionales y regionales de mitigación del cambio climático (Art. 4.2 b CMNUCC). Tomar en cuenta el cambio climático en las políticas, sociales, económicas y ambientales (Art. 4.1 f CMNUCC).
- c. Promover la conservación y el mejoramiento de la emisión de gases (Cualquier proceso, actividad o mecanismo que elimine de la atmósfera un GEI), la investigación científica relacionada con el cambio climático, así como el intercambio de información (Art. 4.1 d y g).
- d. Promover programas de educación y la participación pública (Art. 6 CMCC).

De acuerdo con los compromisos Guatemala debe cumplir con los siguientes:

- a. Desarrollar y actualizar inventarios de emisiones y remoción de GEI: incluye deforestación, plantaciones y regeneración de bosques, quema o descomposición de madera.

- b. Desarrollar programas para mitigar los efectos del cambio climático, incluyendo medidas sobre emisiones y sumideros.
- c. Promover tecnologías para reducir emisiones.
- d. Promover manejo sostenible de sumideros y reservas.
- e. Prepararse para la adaptación a los impactos del cambio climático y desarrollar planes apropiados para áreas que podrían ser afectadas por inundaciones, sequías o procesos de desertificación²⁴.

Como se mencionó anteriormente, Guatemala ha elaborado ya su "primera y segunda Comunicación Nacional y Plan de Acción sobre Cambio Climático", por la oficina del cambio climático del MARN.

2.1.2.2 Aspectos políticos

En 1996 se aprobó la Ley de Fomento a la Difusión de la Conciencia Ambiental (Decreto No. 116-96) que prevé la difusión de la política ambiental dentro de los programas de estudio, así como en los medios de comunicación, en 1997 se constituyó el Consejo Nacional de Cambio Climático que es el ente oficial para decidir sobre las políticas acerca del cambio climático. Participan entidades estatales como el Comité de Asociaciones Comerciales, Industriales y Financieras -CACIF-, la Red Nacional de Formación e Investigación Ambiental -REDFIA- y ASOREMA. .

²⁴ www.fundesa.guatemala.org .

El Consejo Nacional de Cambio Climático tiene como objetivo la Declaración de Intención de Cooperación para el Desarrollo Sostenible y la Implementación conjunta dirigida a la reducción de emisiones gases productores del efecto invernadero, fue instituido el 27 de julio de 1997 conformado por los principales actores de la sociedad guatemalteca (Sector Gobierno, Sector Privado, ONG´s y Academia).

El 12 de enero del año 2005, se formula y presenta la política ambiental, elaborada por el MARN, en donde se incorpora el componente ambiental en la formulación de la política económica y social del Gobierno, garantizando la inclusión de la variable ambiental y velando por el logro de un desarrollo sostenible, cumpliendo así con el Artículo 29, inciso e) de la Ley del Organismo Ejecutivo, que literalmente establece “Diseñar, en coordinación con el Ministerio de Educación, la política nacional de educación ambiental y vigilar porque se cumpla”.

2.1.2.2.3 Aspectos económicos

Los economistas utilizan modelos para calcular los efectos económicos de los esfuerzos para reducir las emisiones. La elaboración de estos modelos se basa en muy diversos supuestos, que son decisivos para las conclusiones de uno solo acerca del costo de estabilización de los niveles de GEI.

Los principales supuestos abarcan la tasa de descuento, el nivel básico de emisiones, el cambio tecnológico conexo y las emisiones resultantes, la meta y el nivel de estabilización y el conjunto de tecnologías disponibles. Los estudios indican que existe un potencial económico importante para la mitigación de las emisiones de GEI a nivel mundial durante los próximos decenios.

Los modelos económicos producen factores externos de más bajo costo, cuando utilizan niveles básicos con emisiones que aumentan lentamente y cuando permiten que el cambio tecnológico se acelere a medida que aumentan los precios del carbono.

Los costos también se reducen cuando se aplican en todos sus aspectos los mecanismos de flexibilidad del Protocolo de Kioto. Si aumentan los ingresos gracias a los impuestos sobre el carbono o a los planes de emisión, los costos se pueden reducir si esos nuevos ingresos se utilizan para promover tecnologías que emiten poco carbono y eliminar las barreras a la mitigación.

2.2 Los recursos forestales y el cambio climático

La distribución geográfica, la composición, las características y productividad de los bosques son determinadas por las condiciones del clima global. Por tanto, las variaciones de temperatura y precipitación que se presentan en los escenarios de cambio climático, afectan el comportamiento forestal del país²⁵.

2.2.1 Impacto ambiental

Las variaciones climáticas son importantes en la distribución y productividad de las masas boscosas. La temperatura afecta los procesos básicos bioquímicos y fisiológicos, mientras que la precipitación es el mayor insumo para la humedad del suelo en los ecosistemas. Además, la temperatura

²⁵ Política Forestal de Guatemala. INAB. 1999. Pág. 124.

y la humedad del suelo influyen en la descomposición de los materiales orgánicos que afectan la disponibilidad de nutrientes para la vegetación²⁶.

El impacto del cambio climático sobre los recursos forestales está constituido por las modificaciones en su cobertura, diversidad, desarrollo y productividad como consecuencia de estas variaciones climáticas. Los recursos forestales más vulnerables son los bosques de coníferas que experimentan una reducción de su extensión como consecuencia de un aumento de la zona seca.

2.2.2 Impacto humano

El Impacto humano en los recursos forestales está determinado por su intervención en el avance de la frontera agrícola y en particular a aquellas actividades relacionadas con el abuso de los recursos forestales, con la intensificación de cultivos migratorios, sustitución de bosques por áreas agrícolas y por la invasión de áreas protegidas.

2.3 La producción de granos básicos

Los granos básicos tienen una importancia especial en Guatemala, debido a sus implicaciones culturales, socioeconómicas y alimenticias de una gran mayoría de la población, principalmente del área rural que obtiene de estos granos sus requerimientos energéticos y proteicos. Los cultivos de granos básicos son afectados cuando éstos están en desarrollo, perjudicando el desarrollo de los mismos.

²⁶ Primera Comunicación Nacional sobre el Cambio Climático. Vulnerabilidad de los Recursos Forestales al Cambio Climático. 2001. Pág. 11.

2.3.1 Impacto ambiental

El crecimiento, desarrollo, absorción de nutrientes de los cultivos junto con las interacciones con el ambiente y la intercepción de la radiación solar y los efectos del contenido de agua, las temperaturas extremas, la variabilidad climática han impactado el rendimiento de las cosechas el maíz, frijol, arroz, sorgo y trigo que son utilizados por la población rural y urbana para su propio consumo humano, para alimentación de animales y para procesos industriales.

El Gobierno no trasciende de los diagnósticos y las matrices; las municipalidades aducen falta de recursos financieros y buscan donaciones para el establecimiento del manejo de los residuos sólidos por medio de plantas de tratamiento, la iniciativa privada es débil empresarialmente, pues la actividad se realiza por microempresarios que trabajan ineficientemente; por su parte, la comunidad no tiene cultura sobre el tratamiento de desechos sólidos, y la falta de recolección pública incide negativamente en el ambiente.

2.4 Los recursos hídricos

En Guatemala, en un año promedio se dispone de 24,500 km³ de agua, de los cuales solamente un 3% son aprovechados para riego, uso doméstico e industrial, disposición de desechos, generación de energía y navegación. El país cuenta con 38 cuencas, 18 localizadas en la vertiente del Pacífico, 10 cuencas en la vertiente de las Antillas (El Caribe) y 10 cuencas en la vertiente del Golfo de México. El 75% del territorio nacional está delimitado por cuencas hidrológicas internacionales que se extienden hacia los países vecinos²⁷.

²⁷ Brown, Sandra. Revista: La función de los bosques como sumideros de carbono. 1997. Pág. 237.

El proceso de los cambios climáticos afecta la disponibilidad de los recursos de agua, provocando serios problemas sociales y económicos. Importantes variables tales como la agricultura, salud, generación hidroeléctrica y desarrollo de infraestructura tanto urbano, como rural²⁸.

2.4.1 Impacto ambiental

Las variaciones climáticas alteran los componentes del ciclo hidrológico (precipitación, evapotranspiración y transpiración) y los parámetros climáticos (radiación solar, viento, temperatura, humedad y nubosidad), aumentando o disminuyendo los niveles de los cuerpos de agua (ríos, lagos y mares) en donde el incremento de temperatura ocasionaría una reducción del oxígeno disuelto en el agua²⁹.

Los efectos de un aumento o disminución de escorrentía (lámina de agua que circula en una cuenca de drenaje) tienen impactos en los sistemas de suministro de agua y en la producción agrícola. Su aumento ocasiona inundaciones en la época lluviosa y en consecuencia una degradación de suelo de las cuencas hidrográficas principalmente en las costas.

Se conoce de la peligrosidad de sustancias inorgánicas altamente tóxicas, como el mercurio, el arsénico y el plomo. Este tipo de contaminación, se puede medir y observar ampliamente en los ríos Chinautla y las Vacas, que al desembocar en el Motagua, contamina las riberas de todas las poblaciones que recorre, hasta desembocar en el Océano Atlántico

²⁸ Impactos del Cambio Climático sobre los recursos hídricos, el diseño y la planificación hidrológica. 2001. Pág. 222.

²⁹ Primera Comunicación Nacional sobre el Cambio Climático. Vulnerabilidad de los Recursos Hídricos al Cambio Climático. 2001. Pág. 16.

3. PROPUESTA DE DESARROLLO Y MEJORAMIENTO DEL MEDIO AMBIENTE

De acuerdo con los objetivos del proyecto y del mejoramiento del medio ambiente, a través de programas de desarrollo limpio en la Hidroeléctrica río Las Vacas, se propone considerar los mecanismos de flexibilidad del Protocolo de Kioto, la implementación conjunta, la negociación de emisiones de oxígeno, considerar las políticas de la convención sobre el cambio climático, su naturaleza jurídica del Protocolo de Kioto, los compromisos de las instituciones gubernamentales con el medio ambiente, el mecanismo de desarrollo limpio, específicamente las medidas para la mitigación de gases y las líneas de acción.

3.1 Mecanismos de flexibilidad del Protocolo de Kioto

Los Mecanismos de Flexibilidad facilitan a los países industrializados cumplir sus objetivos mediante el comercio de emisiones y la obtención de créditos para proyectos de limitación de las emisiones en el extranjero. Este mecanismo fue acordado en Marrakech, Marruecos en el año 2001.

El requisito mínimo para que a un país se le permita la transferencia de emisiones es que cumpla los artículos 5 y 7 del Protocolo de Kioto (un sistema fiable de contabilidad de las emisiones de todos los GEI) y que lo haya ratificado. Sólo los proyectos ambientalmente sostenibles, en conformidad con el artículo 4.5 del convenio y el artículo 2.1 (IV) del Protocolo, deben ser admitidos, excluyendo a la energía nuclear, el carbón y las grandes centrales hidroeléctricas.

Los Mecanismos de Flexibilidad, aparentemente inocuos, puede que no lo sean tanto, permiten a los países industrializados y a sus compañías comprar el derecho de contaminar y no tener que cumplir el más mínimo compromiso del Protocolo de Kioto.

Todos los créditos a bajo precio estarán en poder de los países desarrollados y cuando llegue el momento de que los países, hoy en vías de desarrollo, tengan que reducir sus propias emisiones, éstos sólo dispondrán de opciones más caras. Los mecanismos de flexibilidad son de tres tipos:

- a. Iniciativas de Aplicación Conjunta o de Implementación Conjunta (JI por sus siglas en inglés)
- b. Mecanismo de Desarrollo Limpio (MDL)
- c. Comercio de Derechos de Emisión

3.1.1 La implementación conjunta

El mecanismo de aplicación conjunta permite que un país industrializado invierta en otro país no industrializado para la ejecución de un proyecto encaminado a reducir las emisiones de GEI o incrementar la absorción por los sumideros (cualquier proceso, actividad o mecanismo que absorbe un gas de efecto invernadero). El país inversor obtiene certificados para reducir emisiones a un precio menor del que le habría costado en su ámbito nacional.

En la aplicación conjunta pueden participar los gobiernos, empresas y otras organizaciones privadas. Estos proyectos podrían haber entrado en funcionamiento desde el 2000, pero los certificados no serían emitidos hasta el año 2008. Debiendo cumplirse determinados requisitos para poder hacer uso de este mecanismo, y en cualquier caso, los proyectos deberán someterse a su certificación por entidades independientes.

3.1.2 Negociación de emisiones de oxígeno

El comercio internacional de emisiones (liberación de GEI o sus precursores en la atmósfera en un área y un período de tiempo especificados) es como su propio nombre indica, es una compra-venta de emisiones de gases de efecto invernadero entre países que tengan objetivos establecidos dentro del Protocolo de Kioto; es decir entre los países industrializados³⁰.

De esta manera, los que reduzcan sus emisiones más de lo comprometido podrán vender los certificados de emisiones excedentarios a los países que no hayan alcanzado cumplir con su compromiso³¹. Dentro de las emisiones con las que se podrá negociar, se encuentran todas las emisiones de los GEI procedentes de:

- a. Las cuotas de emisión asignadas por Kioto (sólo en caso de que hayan cumplido su objetivo)

³⁰ Alemania, Australia, Austria, Belarús, Bélgica, Bulgaria, Canadá, Comunidad Económica Europea, Croacia, Dinamarca, Eslovenia, España, Estados Unidos de América, Estonia, Federación Rusa, Finlandia, Francia, Grecia, Hungría, Irlanda, Islandia, Italia, Japón, Letonia, Liechtenstein, Lituania, Luxemburgo, Mónaco, Noruega, Nueva Zelandia, Países Bajos, Polonia, Portugal, Reino Unido de Gran Bretaña e Irlanda del Norte, República Checa, Eslovaquia, Rumania, Suecia, Suiza, Turquía, Ucrania.

³¹ Resumen del Inventario Nacional de Emisiones y Absorciones de Gases de Efecto Invernadero. 2000. Pág. 15.

- b. Emisiones procedentes de la aplicación conjunta y de los Mecanismos de Desarrollo Limpio³².

El comercio de emisión es una redistribución de las mismas entre los países industrializados. La manera de que este instrumento tenga algún beneficio medioambiental es estableciendo una cuota total estricta de los derechos de emisión que garantice el cumplimiento del Protocolo de Kioto, el cual dice que los países Industrializados deben apoyar a los países en vías de desarrollo³³.

Este comercio internacional de emisiones, entró en pleno funcionamiento en el 2008, a nivel internacional según el Protocolo de Kioto. Para ello, entró en vigor en octubre de 2003, una directiva de la Unión Europea que supone el comienzo del sistema europeo de comercio de emisiones (SECE) de GEI.

3.2 El Protocolo de Kioto

El Protocolo de Kioto es un Acuerdo Internacional asumido en 1997 en el ámbito de Naciones Unidas que trata de frenar el cambio climático. Uno de sus objetivos es contener las emisiones de los gases que aceleran el calentamiento global. Se trata de un compromiso formal de los países participantes en la tercera conferencia de las partes de la convención sobre cambio climático para reducir sus emisiones de gases con efecto invernadero.

Este efecto se cree que ha provocado, al menos en parte, el aumento de la temperatura del planeta. El acuerdo ambiental, suscrito en la ciudad japonesa de Kioto, exige que los países industrializados reduzcan sus emisiones de ese tipo de gases.

³² Emisiones atmosféricas. La curva de Kuznets ambiental y el protocolo de Kioto, 2003.

³³ Emisiones atmosféricas. La curva de Kuznets ambiental y el Protocolo de Kioto, 2003.

Los países industrializados firmantes se han comprometido a reducir las emisiones de gases contaminantes en un promedio de 5% entre los años 2008 y 2012, en relación con los niveles registrados en 1990.

3.2.1 Naturaleza jurídica

Todas las disposiciones del Protocolo de Kioto, sobre el cambio climático, son jurídicamente vinculantes para los países de la Unión Europea (UE), al entrar en vigor los procedimientos europeos de vigilancia y comunicación de emisiones de gases.

Su naturaleza jurídica radica en que sólo las partes a la Convención que sean también partes al protocolo (es decir, que lo ratifiquen, acepten, aprueben o adhieran a él) se ven obligadas por los compromisos del Protocolo.

Los objetivos de la UE de los Estados miembros en materia de emisiones de GEI ya eran obligatorios desde 2002. La Comisión Europea informó, en un comunicado, de la entrada en vigor de una decisión del Parlamento Europeo y del Consejo por la que todas las exigencias restantes del Protocolo de Kioto, de 1997, se convierten en jurídicamente vinculantes³⁴.

La nueva decisión hace referencia, en particular a los procedimientos de vigilancia y comunicación de las emisiones en el marco del Protocolo de Kioto, que junto a la Convención Marco de Naciones Unidas sobre el Cambio Climático, son el único marco internacional para la lucha contra el calentamiento del planeta.

³⁴ Folleto: Consideraciones Generales sobre el Protocolo de Kioto y su Mecanismo de Desarrollo. 1998. Pág. 231.

De igual forma, se establecen disposiciones relativas a la coordinación entre la UE y los países miembros durante los procesos de conformidad y examen a nivel de Naciones Unidas, previstos en el Protocolo de Kioto.

3.3 La convención sobre el cambio climático

La convención marco sobre el cambio climático establece una estructura general para los esfuerzos intergubernamentales encaminados a resolver el desafío del cambio climático. Reconoce que el sistema climático es un recurso compartido cuya estabilidad puede verse afectada por actividades industriales y de otro tipo que emiten dióxido de carbono y otros gases que retienen el calor.

Su objetivo es lograr la estabilización de las concentraciones de GEI en la atmósfera a un nivel que impida interferencias peligrosas en el sistema climático y en un plazo suficiente para permitir que los ecosistemas se adapten naturalmente al cambio climático, asegurando que la producción de alimentos no se vea amenazada y permitiendo que el desarrollo económico prosiga de manera sostenible. En virtud del Convenio, los gobiernos:

- a. Recogen y comparten la información sobre las emisiones de GEI, las políticas nacionales y las prácticas óptimas
- b. Ponen en marcha estrategias nacionales para abordar el problema de las emisiones de GEI y adaptarse a los efectos previstos, incluida la prestación de apoyo financiero y tecnológico a los países en desarrollo
- c. Cooperan para prepararse y adaptarse a los efectos del cambio climático.

3.3.1 Origen e historia

Por medio de la convención marco de las Naciones Unidas se reconoce que la participación humana al efecto invernadero es un problema común, la cual necesita acciones oportunas y decididas para contrarrestarlo. Asimismo existen países que históricamente ha hecho una contribución mayor al efecto invernadero. Por este motivo se determinó que este grupo de países debería tener una mayor responsabilidad y tomar las acciones más decididas con miras a enfrentar el problema del cambio climático.

Guatemala firmo dicha Convención el 13 de junio de 1992, aprobado por el Congreso de la República el 28 de marzo de 1995, mediante el Decreto No. 15-95 y ratificada mediante Acuerdo Gubernativo sin número, de fecha 03 de Agosto de 1995. En diciembre de 1997, 160 países adoptaron el Protocolo de Kioto en la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el cambio climático.

El Protocolo de Kioto tiene como objetivo garantizar el seguimiento y verificación adecuados de su aplicación, con inclusión de procedimientos rigurosos y elaborados de información, examen y cumplimiento.

3.3.2 Avances

La convención marco de las Naciones Unidas sobre el cambio climático fue firmada por 154 países (más la Comunidad Europea) durante "la Cumbre de la Tierra", realizada en Río de Janeiro, Brasil. El objetivo de la Convención ha sido lograr la estabilización de las concentraciones de GEI en la atmósfera a un nivel que impida interferencias humanas en el sistema climático.

Este nivel deberá lograrse en un plazo que permita a los ecosistemas adaptarse naturalmente al cambio climático, que asegure que la producción de alimentos no se vea amenazada y que permita que el desarrollo económico prosiga de manera sustentable.

Para cumplir con este objetivo de una forma justa y equitativa, de acuerdo a la capacidad de cada uno de los países signatarios de la convención, se planteó la división de los mismos en tres grupos:

Anexo I: Incluye a los países desarrollados y aquellos con economías en transición (a economías de mercado). Estos países adquirieron el compromiso de reducir sus emisiones de gases de invernadero.

Anexo II: Contiene una lista de los países del Anexo I que deberán prestar ayuda económica y tecnológica a las Partes de la Convención con menores recursos para enfrentar los impactos del cambio climático.

Los países en vías de desarrollo no pertenecen a ninguno de los anexos arriba mencionados. El compromiso de estas partes se reduce, a grandes rasgos, a realizar y publicar periódicamente inventarios de emisiones de gases de invernadero, realizar programas nacionales de mitigación y adaptación y conservar sumideros de carbono.

3.4 Propuesta para la Hidroeléctrica río Las Vacas

Para el mejoramiento del medio ambiente, a través de programas de desarrollo limpio en la Hidroeléctrica río Las Vacas, se propone que dicha empresa debe formar un comité para hacer un compromiso de las instituciones

gubernamentales con el medio ambiente, con el fin de fortalecer el mecanismo de desarrollo limpio a través de medidas de mitigación de gases, implementando líneas de acción.

3.4.1 Compromiso de las instituciones gubernamentales con el medio ambiente

Los directivos de la empresa deben relacionarse con instituciones que velan por el medio ambiente, ya que ellos establecen reglamentos para normar el comportamiento de los generadores de residuos sólidos y de los municipios que manejan los sistemas locales. Las leyes nacionales también establecen que los entes privados deben encargarse del buen manejo de los residuos sólidos peligrosos (desechos médicos, envases de plaguicidas, entre otros). Sin embargo, siempre existen residuos sólidos peligrosos (domésticos, municipales) dentro de la responsabilidad municipal.

El Protocolo de Kioto establece que la descomposición de basuras y algunas prácticas agrícolas son fuentes emisoras de metano. La convención marco de las Naciones Unidas que permite, entre otras cosas, reforzar la concienciación pública y de las autoridades locales, a escala mundial, de los problemas relacionados con el cambio climático.

En otras palabras, tanto el municipio como los entes generadores de residuos sólidos deben cumplir el marco legal, ejercido por las instituciones del gobierno central. El gobierno local interactúa con todos los sectores y son la clave para que el sistema funcione con una gestión planificada y la participación de todos.

La voluntad política de las autoridades municipales, organizaciones y los habitantes es un requerimiento básico para la gestión del manejo de residuos sólidos. Ambos deben considerar el proyecto de residuos sólidos como suyo y entender sus beneficios.

3.4.2 El mecanismo de desarrollo limpio

El mecanismo de desarrollo limpio (MDL) está definido en el artículo 12 del Protocolo de Kioto. Se refiere a actividades de mitigación del cambio climático, entre los países industrializados y los países en desarrollo.

La idea fundamental del MDL parte del hecho que los GEI que están ocasionando los trastornos climáticos, se distribuyen uniformemente en la atmósfera y por lo tanto la reducción y/o secuestro de estos gases en cualquier sitio del planeta produce el mismo efecto.

Esta acción, permite a los países industrializados comprometidos en reducir las emisiones de GEI efectuar dichas reducciones mediante acciones, a través de proyectos, en los países en desarrollo donde los costos de reducción son inferiores a los costos equivalentes en los países industrializados. Los objetivos que persigue el MDL que debe ser aprovechada por la Hidroeléctrica río Las Vacas son los siguientes:

- a. Contribuir a la mitigación del cambio climático
- b. Ayudar a los países industrializados en el cumplimiento de sus compromisos de reducción de GEI
- c. Contribuir a los objetivos de desarrollo sostenible de los países en desarrollo.

Para participar en el MDL, existen tres condiciones que se deben cumplir:

- a. La participación en el MDL debe ser voluntaria,
- b. El establecimiento de una Autoridad Nacional designada para el MDL y,
- c. La ratificación del Protocolo de Kioto.

Las condiciones del proyecto MDL son los siguientes:

- a. Reducciones de emisiones de GEI reales y mensurables: El proyecto MDL debe generar reducciones/secuestro de emisiones de GEI que sean “reales, mensurables y a largo plazo” en un país en desarrollo. La “delimitación del proyecto” definirá el ámbito en que esto ocurrirá.
- b. Reducciones de emisiones de GEI adicionales: Para ser adicionales, las emisiones de GEI de un proyecto MDL deben ser reducidas por debajo de las que habrían ocurrido en ausencia del proyecto MDL; de hecho, se debe demostrar que el proyecto no habría sido implementado en ausencia del MDL. Las reducciones adicionales de GEI serán calculadas en relación con un escenario referencial hipotético más plausible sin proyecto, definido como línea base.
- c. Esquematización para determinar el volumen de reducción de emisiones: La figura esquematiza un caso hipotético de reducción de emisiones gracias a la implementación de un proyecto MDL, en la misma se presenta una comparación del escenario referencial o línea base, sin proyecto, vs. el escenario con proyecto. El espacio contenido entre los dos escenarios sería el volumen de reducción de emisiones que estaría sujeto a transacción.

- d. Contribución al desarrollo sostenible del país anfitrión: El protocolo especifica que el propósito del MDL es la contribución al desarrollo sostenible de las partes, por no existir una guía común única para establecer criterios de desarrollo sostenible, dichos criterios son materia de la soberanía del gobierno del país anfitrión de proyectos MDL. Sin embargo, el análisis podría partir de:
- i. Criterios sociales: El proyecto mejora la calidad de vida, disminuye la pobreza y aumenta la equidad.
 - ii. Criterios económicos: El proyecto proporciona réditos a las entidades locales, resulta en un impacto positivo sobre la balanza de pagos y genera transferencia de tecnología.
 - iii. Criterios ambientales: El proyecto además de reducir las emisiones de GEI y la utilización de combustibles fósiles, preserva los recursos locales, reduce la presión sobre los ambientes locales, procura salud y otros beneficios ambientales, y genera políticas ambientales y energéticas.

3.4.3 Medidas para mitigación de gases

Las medidas de mitigación de gases que se propone a la Hidroeléctrica río Las Vacas es la siguiente.

3.4.3.1 Líneas de acción

Se debe plantear una transformación de las tendencias actuales del uso de los recursos forestales, a través de un ordenamiento territorial orientado bajo los lineamientos de sostenibilidad y de desarrollo económico. El plan de mitigación podría estar constituido por componentes y acciones basadas en los elementos principales que cubren las modalidades de conservación y utilización de los recursos forestales. A continuación se describe las líneas de acción que se propone a la Hidroeléctrica río Las Vacas.

Tabla II Componentes y líneas de acción

Componentes	Líneas de acción
Protección y conservación de las áreas verdes alrededor de la Hidroeléctrica río Las Vacas	<ul style="list-style-type: none">➤ Financiamiento para la protección forestal de bosques naturales dentro y fuera de áreas de operación de la hidroeléctrica.➤ Financiamiento para el manejo de bosques naturales dentro y fuera de áreas de operación de la hidroeléctrica.➤ Prevención, control y combate de incendios forestales.➤ Apoyo técnico y financiero a la administración forestal pública, comunal y privada.➤ Desincentivo del cambio de uso de la tierra a través del estímulo económico de la producción forestal en bosques naturales.

Incremento de la cobertura forestal productiva	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Financiamiento para la reforestación en tierras de vocación forestal dentro y fuera de áreas de operación de la Hidroeléctrica. ➤ Apoyo técnico y económico para los usuarios interesados en la reforestación con fines productivos. ➤ Financiamiento para la reforestación con fines productivos y o de protección en tierras públicas, privadas o comunales.
Eficiencia en el manejo forestal y en la utilización de los productos del bosque	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Financiamiento para el manejo forestal productivo de los bosques naturales dentro y fuera de áreas de operación de la Hidroeléctrica. ➤ Financiamiento para el manejo forestal productivo de las plantaciones forestales dentro y fuera de áreas de operación de la Hidroeléctrica. ➤ Fomento de la certificación de los productos de los bosques. ➤ Fomento del uso de fuentes renovables de energía en la industria y la generación de energía eléctrica. ➤ Apoyo técnico y financiero para la utilización de las mejores técnicas de manejo forestal productivo para silvicultores privados, comunales, empresariales, entre otros.

FUENTE: Mejoramiento del medio ambiente, a través de programas de desarrollo limpio. Nelson Enrique Juárez. Año, 2010.

3.4.3.2 Beneficios generales de las líneas de acción propuestas

Con estas líneas de acción se pretende disminuir la emisión de GEI, en la Hidroeléctrica río Las Vacas, restituyendo la cobertura forestal del país y mitigando los impactos de un posible cambio climático sobre los recursos forestales. Los beneficios que pueden obtenerse son los siguientes:

- a. **Ambientales:** Favorece la protección y conservación de los bosques naturales y demás reservas de biodiversidad y de germoplasma (parte del protoplasma celular que tiene capacidad reproductiva o regenerativa, que conforma la base de la herencia, y que se transmite de una a otra generación, en las áreas naturales protegidas se busca la conservación de especies)³⁵ con el fin de mantener el balance natural de los ecosistemas nacionales. Asegurar la obtención y aprovechamiento de los servicios ambientales que los bosques proveen a través de su manejo racional y sostenible.

- b. **Económicos:** Integra la mayor cantidad de bosques naturales y plantaciones forestales a la producción de bienes económicos y servicios ambientales. Fortalecer los procesos productivos de los bosques tanto para la producción de bienes como de servicios ambientales en tierras de vocación forestal.

- c. **Sociales:** Facilita el acceso de la población a la utilización de los recursos forestales bajo los principios de sostenibilidad ambiental y económica. Fortalecer la organización social para la utilización racional de los recursos forestales en la obtención de bienes y servicios ambientales y económicos.

- d. **Institucionales:** Fortalece las instituciones del Estado en la administración de los recursos forestales y de su uso sostenido. Estimular a las organizaciones sociales, instituciones estatales y no estatales, iniciativa privada, etc. en la gestión y administración de los recursos forestales a su cargo.

³⁵ Diccionario de la Real Academia de Lengua Española. Tomo I. 1999. Pág. 146.

4. IMPLEMENTACIÓN DE LA PROPUESTA

4.1 Aspectos jurídicos e institucionales en la implementación

Para la implementación se debe considerar los aspectos jurídicos e institucionales del Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales, Ministerio de Energía y Minas, Coordinación Nacional de Áreas Protegidas y la Ley Forestal.

4.1.1 Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales

Para el mejoramiento del medio ambiente, a través de programas de desarrollo limpio en La Hidroeléctrica río Las Vacas, se debe tener presente los lineamientos del Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales, ya que es la entidad del sector público especializada en materia ambiental.

Esta entidad le corresponde proteger los sistemas naturales que desarrollen y dan sustento a la vida en todas sus manifestaciones y expresiones, fomentando una cultura de respeto y armonía con la naturaleza y protegiendo, preservando y utilizando racionalmente los recursos naturales, con el fin de lograr un desarrollo transgeneracional, articulando el quehacer institucional, económico, social y ambiental, con el propósito de forjar una Guatemala competitiva, solidaria, equitativa, inclusiva y participativa. Los objetivos Institucionales se detallan a continuación:

- a. Cumplir y hacer cumplir el régimen jurídico del ambiente y de los recursos naturales, dirigiendo las funciones generales asignadas al Ministerio y, especialmente, de las funciones normativas, de control y supervisión.

- b. Formular, aprobar, orientar, coordinar, promover, dirigir y conducir las políticas nacionales de ambiente y recursos naturales, para el corto, mediano y largo plazo, en íntima relación con las políticas económica, social y de desarrollo del país y sus instituciones de conformidad con el sistema de leyes atinentes a las instrucciones del Presidente y Consejo de Ministros.
- c. Velar por el estricto cumplimiento de las leyes, la probidad administrativa y la correcta inversión de los fondos públicos, en los asuntos confinados al despacho.
- d. Ejercer la rectoría sectorial y coordinar las acciones del Ministerio con otros ministerios e instituciones públicas y del sector privado, promoviendo la participación social en su diálogo, con el propósito de facilitar el desarrollo nacional en materia de ambiente y recursos naturales, y así propiciar una cultura ambiental y de conservación y aprovechamiento racional de los recursos naturales.
- e. Formular participativamente la política de conservación, protección y mejoramiento del ambiente y de los recursos naturales, y ejecutarla en conjunto con las otras autoridades con competencia legal en la materia dentro del marco normativo nacional e internacional.
- f. Formular políticas para el mejoramiento y modernización de la administración descentralizada del sistema guatemalteco de áreas protegidas; así como para el desarrollo y conservación del patrimonio natural del país, incluyendo las áreas de reserva territorial del Estado.

- g. Diseñar en coordinación con el Ministerio de Educación, la política nacional de educación ambiental y vigilar porque se cumpla.
- h. Formular la política para el manejo de recursos hídrico en lo que corresponda a contaminación, calidad y para renovación de dicho recurso.

Para el proyecto de mejoramiento del medio ambiente, a través de programas de desarrollo limpio en la Hidroeléctrica río Las Vacas, no tenga inconvenientes es necesario solicitar los servicios del Ministerio en mención, como lo son:

- a. Licencias ambientales
- b. Evaluación de los instrumentos ambientales
- c. Control del cumplimiento de la normativa ambiental
- d. Educación ambiental
- e. Control y seguimiento de las medidas de mitigación dentro de las diferentes actividades económicas
- f. Asesoría en producción más limpia

4.1.2 Ministerio de Energía y Minas

De acuerdo a los aspectos institucionales para la implementación del proyecto se debe considerar el criterio del Ministerio de Energía y Minas, el cual establece el aprovechamiento de los recursos minerales y energéticos de manera sustentable, protegiendo el medio ambiente mejorando las condiciones económicas y sociales del país. Por esta razón se crea la Unidad de Control Ambiental a través del Acuerdo número OM-031-99 con el objetivo de asesorar

al Ministerio de Energía y Minas en materia de protección al medio ambiente conforme a las acciones en las áreas o zonas de influjo del Ministerio.

También no se debe olvidar que dicha institución es la rectora de los sectores energético y minero, que fomenta el aprovechamiento adecuado de los recursos naturales del país. Conformar un equipo de trabajo multidisciplinario capacitado que cumple con la legislación y la política nacional, propiciando el desarrollo sostenible en beneficio de la sociedad y de los proyectos que están por implementarse. Entre los objetivos institucionales se describen:

- a. La satisfacción de los requerimientos energéticos y mineros dentro de los estándares de calidad, en todo el país.
- b. Promover la diversificación de la oferta energética, con enfoque en las fuentes de energía renovables.
- c. Promover el consumo eficiente y productivo de los recursos energéticos y mineros.
- d. Adoptar las medidas que sean necesarias para la conservación, desarrollo y aprovechamiento de los recursos naturales renovables y no renovables en forma eficiente.
- e. Crear las condiciones adecuadas para promover la inversión de capitales nacionales y extranjeros dentro de los sectores energético y minero.

Asimismo, se describen sus funciones

- a. Estudiar y fomentar el uso de fuentes nuevas y renovables de energía; promover su aprovechamiento racional y estimular el desarrollo y aprovechamiento racional de energía en sus diferentes formas y tipos, procurando una política nacional que tienda a lograr la autosuficiencia energética del país.
- b. Proponer y cumplir las normas ambientales en materia energética.
- c. Emitir opinión en el ámbito de su competencia sobre políticas o proyectos de otras instituciones públicas que incidan en el desarrollo energético del país.
- d. Ejercer las funciones normativas y de control y supervisión en materia de energía eléctrica que le asignen las leyes.

4.1.3 Ley Forestal

El Artículo 1 de la Ley Forestal Decreto Legislativo 101-96, declara de urgencia nacional y de interés social la reforestación y la conservación de los bosques, para lo cual se propiciará el desarrollo forestal y su manejo sostenible, mediante el cumplimiento de los siguientes objetivos:

- a. Reducir la deforestación de tierras de vocación forestal y el avance de la frontera agrícola, a través del incremento del uso de la tierra de acuerdo con su vocación y sin omitir las propias características de suelo, topografía y el clima;

- b. Promover la reforestación de áreas forestales actualmente sin bosque, para proveer al país de los productos forestales que requiera;
- c. Incrementar la productividad de los bosques existentes, sometiéndolos a manejo racional y sostenido de acuerdo a su potencial biológico y económico, fomentando el uso de sistemas y equipos industriales que logren el mayor valor agregado a los productos forestales;
- d. Apoyar, promover e incentivar la inversión pública y privada en actividades forestales para que se incremente la producción, comercialización, diversificación, industrialización y conservación de los recursos forestales;
- e. Conservar los ecosistemas forestales del país, a través del desarrollo de programas y estrategias que promuevan el cumplimiento de la legislación respectiva; y
- f. Propiciar el mejoramiento del nivel de vida de las comunidades al aumentar la provisión de bienes y servicios provenientes del bosque para satisfacer las necesidades de leña, vivienda, infraestructura rural y alimentos.

De acuerdo a la descripción del cambio climático, la ley forestal fortalecerá dicho proyecto, ya que como es sabido, la contaminación del ambiente está dado por el gas demonizado dióxido de carbono, pero puede ser minimizado con la reforestación y la disminución de la deforestación.

4.1.4 Coordinación Nacional de Áreas Protegidas

Otra de las entidades que vela por la conservación y mejoramiento del medio ambiente es la Coordinación Nacional de Áreas Protegidas quien interviene en la creación y organización de los sistemas y mecanismos que protejan la vida silvestre de la flora y fauna del país.

Se crea el Sistema Guatemalteco de Áreas Protegidas (SIGAP), integrado por todas las áreas protegidas y entidades que las administran, cuya organización y características establece esta ley, a fin de lograr los objetivos de la misma en pro de la conservación, rehabilitación, mejoramiento y protección de los recursos naturales del país, particularmente de la flora y fauna silvestre.

Se considera factor fundamental para el logro de los objetivos de esta ley, la participación activa de todos los habitantes del país en esta empresa nacional, para lo cual es indispensable el desarrollo de programas educativos, normales e informales, que tiendan al reconocimiento, conservación y uso apropiado del patrimonio natural de Guatemala.

4.1 Implementación del desarrollo limpio

Para que la Hidroeléctrica río Las Vacas cumpla los objetivos de operación, y fortalezca el mejoramiento del medio ambiente, a través de programas de desarrollo limpio, debe permitir la ejecución de proyectos de reducción de emisiones. Definido en el artículo 12 del Protocolo de Kioto, este es un mecanismo que tiene por objeto:

- a. Asistir a las partes no incluidas en el Anexo I, para alcanzar el desarrollo sostenible y para contribuir al objetivo fundamental de la Convención.
- b. Asistir a las partes incluidas en el Anexo para alcanzar el cumplimiento con su limitación cuantificada y sus compromisos de reducción, mediante este mecanismo los países industrializados pueden financiar proyectos de reducción de emisiones en países en desarrollo y recibir el crédito.

El propósito del Mecanismo de Desarrollo Limpio es contribuir al objetivo último de la Convención, dar cumplimiento a sus compromisos cuantificados de limitación y reducción de emisiones de GEI. Este objetivo ayuda a mitigar el impacto del cambio climático, a través de la implementación de proyectos orientados al buen manejo de disposición de desechos.

El mecanismo de Desarrollo Limpio, creado por el Protocolo de Kioto, es hoy el principal canal formal de apoyo a las inversiones en tecnologías bajas en carbono, dicho mecanismo ofrece la oportunidad de invertir en proyectos que reducen las emisiones en economías nacientes en rápido crecimiento y proporciona una manera de apoyar los vínculos entre distintos planes regionales de comercio de derechos de emisión.

La idea fundamental del Mecanismo de Desarrollo Limpio parte del hecho que los GEI que están ocasionando los trastornos climáticos, se distribuyen uniformemente en la atmósfera y por lo tanto la reducción y/o secuestro de estos gases en cualquier sitio del planeta produce el mismo efecto.

Esta acción, permitirá a los países industrializados comprometidos en reducir las emisiones de GEI efectuar dichas reducciones mediante acciones, a través de proyectos, en los países en desarrollo donde los costos de reducción

son inferiores a los costos equivalentes en los países industrializados. Los objetivos que persigue el MDL son los siguientes:

- a. Contribuir a la mitigación del cambio climático
- b. Ayudar a los países industrializados (Anexo I) en el cumplimiento de sus compromisos de reducción de GEI.
- c. Contribuir a los objetivos de desarrollo sostenible de los países en desarrollo (No Anexo I). Para participar en el MDL, existen tres condiciones fundamentales que los países deben cumplir:
- d. La participación en el MDL debe ser voluntaria,
- e. El establecimiento de una Autoridad Nacional designada para el MDL y,
- f. La ratificación del Protocolo de Kioto.

Las condiciones de los proyectos MDL son las siguientes:

- a. Reducciones de emisiones de GEI reales y mensurables: los proyectos MDL deben generar reducciones / secuestro de emisiones de GEI que sean “reales, mensurables y a largo plazo” en un país en desarrollo.
- b. Reducciones de emisiones de GEI adicionales: para ser adicionales, las emisiones de GEI de un proyecto MDL deben ser reducidas por debajo de las que habrían ocurrido en ausencia del proyecto MDL; de hecho, se debe demostrar que el proyecto no habría sido implementado en ausencia del MDL. Las reducciones adicionales de GEI serán calculadas en relación con un escenario referencial hipotético / más plausible / sin proyecto, definido como línea base.
- c. Esquematización para determinar el volumen de reducción de emisiones: la figura esquematiza un caso hipotético de reducción de emisiones

gracias a la implementación de un proyecto MDL, en la misma se presenta una comparación del escenario referencial o línea base, sin proyecto, vs. el escenario con proyecto. El espacio contenido entre los dos escenarios sería el volumen de reducción de emisiones que estaría sujeto a transacción.

- d. Contribución al desarrollo sostenible del país anfitrión: el protocolo especifica que el propósito del MDL es la contribución al desarrollo sostenible de las partes No Anexo I, por no existir una guía común / única para establecer criterios de desarrollo sostenible, dichos criterios son materia de la soberanía del gobierno del país anfitrión de proyectos MDL.

Sin embargo, el análisis podría partir de:

- a. Criterios sociales: El proyecto mejora la calidad de vida, disminuye la pobreza y aumenta la equidad.
- b. Criterios económicos: El proyecto proporciona réditos a las entidades locales, resulta en un impacto positivo sobre la balanza de pagos y genera transferencia de tecnología.
- c. Criterios ambientales: El proyecto además de reducir las emisiones de GEI y la utilización de combustibles fósiles, preserva los recursos locales, reduce la presión sobre los ambientes locales, procura salud y otros beneficios ambientales, y genera políticas ambientales y energéticas.

Para la implementación del desarrollo limpio, se debe considerar cuatro modelos, la cual queda a criterio de las autoridades de la empresa Hidroeléctrica su elección, tomando en cuenta las ventajas y desventajas que se describen.

4.1.1 Modelos

Los modelos de desarrollo limpio son perspectivas alternativas que representan el flujo general de financiamiento, estos modelos son:

- a. Bilateral
- b. Multilateral
- c. Unilateral
- d. Híbrido

4.1.1.1 Bilateral

El modelo bilateral de desarrollo limpio permite que uno o más países del Anexo I inviertan como participantes directos en la implementación de un proyecto MDL. En esta estructura, el modelo, la selección del proyecto, la financiación y el beneficio de los créditos es consensuado entre las partes.

Desde la perspectiva de los países desarrollados, la formulación bilateral impone costos de transacción más altos que las demás opciones de cumplimiento. Ellos deben buscar el socio dentro de los países en vías de desarrollo, estudiar y negociar su participación en un proyecto, desarrollar los compromisos contractuales, asumir los costos legales y administrar el proyecto conjuntamente.

4.1.1.2 Multilateral

El modelo multilateral de desarrollo limpio es análogo a lo que puede ser un fondo mutual de proyectos de MDL. Los recursos financieros de los países Anexo I están centralizados en un fondo de inversión y son intercambiados por los de los países Anexo I mediante el intercambio de certificados de reducción de emisiones (CRE).

El fondo en cuestión puede proveer asesoría financiera, servicios técnicos para el diseño de los proyectos, entre los que pueden estar incluidos los análisis de la línea de base o el diseño de los contratos con los certificadores así como el arreglo de los precios de los CRE. Una vez que las reducciones de emisiones derivadas de los proyectos son certificadas, los créditos pueden venderse a través de un mercado centralizado a los inversionistas.

Un ejemplo de este tipo de fondos es el fondo prototipo para el carbono lanzado por el Banco Mundial con un capital inicial de 150 millones de dólares. El fondo maneja su propio sistema de administración y selecciona los proyectos a financiar consistentemente con los principios del MDL.

4.1.1.3 Unilateral

El modelo unilateral de desarrollo limpio es el único que plantea la ausencia de países que integren el Anexo I. El desarrollo, la financiación y la implementación del proyecto corre por cuenta del país huésped. Como cualquier otro proyecto MDL, es necesario que exista una parte que apruebe el diseño, la línea base y que emita los certificados de reducción de emisiones.

Una vez que estos son certificados, el país huésped puede vender todo o parte de los certificados de reducción de emisiones a las corporaciones o gobiernos del Anexo I. El precio puede ser negociado por el comprador y el vendedor o comercializados por una tercera parte bajo la supervisión del comité ejecutivo del MDL. La posibilidad de la comercialización de los certificados de reducción de emisiones en mercados secundarios es esencial para el funcionamiento del modelo unilateral de formulación de proyectos.

4.1.1.4 Híbrido

Este modelo permitirá combinar características de cada uno de los modelos anteriores de la forma más ventajosa posible, en donde la elección y desarrollo de los proyectos quedan en manos de instituciones del país anfitrión, tal como en el modelo unilateral.

El financiamiento podría canalizarse a través de un fondo de inversión nacional, que se nutre de fondos rotativos de fuentes locales o provenientes de países industrializados, como en el esquema multilateral. La flexibilidad del modelo híbrido permite al país anfitrión combinar los elementos de los otros modelos que más convengan a los intereses.

4.1.2 Ventajas y desventajas de los modelos

Las ventajas y desventajas de los modelos bilateral, multilateral, unilateral e híbrido se describen en la siguiente tabla:

Tabla III. Ventajas y desventajas de modelos de desarrollo limpio

Modelo	Ventajas	Desventajas
Bilateral	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Negociación directa ▪ Flexible 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Difícil distribución de poder equitativa entre los participantes de proyectos ▪ Riesgo de concentración de inversiones en algunos países en desarrollo ▪ Altos costos de transacción para identificar y negociar. ▪ Devaluación del valor
Multilateral	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Flexibilidad en la elección de los proyectos a implementar ▪ Posibilidad de acceso a asistencia técnica y/o financiera ▪ Menores riesgos y costos al juntar recursos para inversión e implementación ▪ Facilita negociaciones para los países en desarrollo ▪ Mayor atractivo para inversionistas interesados en minimizar riesgos ▪ Igualdad en la distribución geográfica de proyectos, trayendo oportunidades a otros países 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Proceso burocrático posibilitando la falla del mecanismo ▪ País huésped comparte los créditos ▪ Los países financieramente atractivos podrían perder oportunidades
Unilateral	<ul style="list-style-type: none"> ▪ El país implementador recibe todos los créditos que resulten del proyecto ▪ Libre elección entre los proyectos que más coincidan con el plan nacional de desarrollo sustentable del país ▪ Equidad en el poder de decisión entre entidades locales y consiguientes aumento de inversión para países no competitivos globalmente ▪ Inversión en proyectos pequeños y sustentables, evitando competencia mundial 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ El dueño del proyecto se hace cargo de la totalidad de los riesgos y costos del proyecto ▪ Falta de capital para emprender el proyecto; expansión de la desigualdad entre países con y sin acceso a inversión ▪ Posible continuación de tendencia a invertir con desequilibrios en los países miembros.
Híbrido	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Ofrece la mayor flexibilidad ▪ Lo inusual del mecanismo puede resultar en novedosas modalidades de implementación ▪ El país en desarrollo es “dueño” del proyecto, reteniendo poder de decisión 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Demasiados actores y mecanismos paralelos en funcionamiento

FUENTE: Estudio de Estrategia Nacional para Implementar el Mecanismo de Desarrollo Limpio. Banco Mundial. Colombia, 2000. Recopilado y adaptado por Nelson Enrique Juárez, año 2010.

4.2 Proyecto de mejoramiento ambiental

Para el mejoramiento del medio ambiente del área de operaciones de la Hidroeléctrica río Las Vacas, a través de programas de desarrollo limpio, se deben realizar acciones de conservación de ecosistemas, sus servicios y el manejo sostenible de los mismos, fortaleciendo a las organizaciones locales en la creación de comités, las capacidades técnicas y financieras, incluyendo municipalidades, industria, agro-industria y otras plantas hidroeléctricas para asegurar mejores prácticas; generando un ámbito en el que se puedan diseñar e implementar herramientas de política local y nacional para uso adecuado de recursos.

La aprobación de los proyectos relacionados al tema lo realiza El Consejo Nacional de Áreas Protegidas -CONAP- quien es el órgano máximo de dirección y coordinación del Sistema Guatemalteco de Áreas Protegidas (SIGAP) con jurisdicción en todo el territorio nacional, sus costas marítimas y su espacio aéreo.

Para declarar oficial de un área protegida, de cualquier naturaleza que sea, debe fundamentarse en un Estudio Técnico aprobado por CONAP, que analice perfectamente las características y condiciones físicas, sociales, económicas, culturales y ambientales en general que prevalecen en la zona propuesta, así como los efectos de su creación para la vida integral de su población.

Dicho estudio seguirá los lineamientos establecidos en el reglamento de esta ley y podrá ser realizado por profesionales con formación en el área ambiental o ciencias afines, activas en los respectivos colegios profesionales.

Para declarar un área protegida se debe cumplir con los siguientes requisitos:

- a. Identificar las áreas silvestres de gran valor ecológico dentro de las bioregiones de importancia nacional prioritarias para la conservación. Si es propiedad estatal o propiedad privada, realizar estudio técnico, obtener aprobación oficial e inscribir en el registro de la propiedad inmueble.
- b. Si el área está muy amenazada, es indispensable un decreto legislativo para promover su conservación, los objetivos de conservación y las modalidades de manejo y administración del área deberán determinarse con participación de los propietarios, autoridades locales y representantes del consejo regional de conservación.
- c. Deberá darse prioridad a aquellas áreas cuyos derechos de propiedad son irregulares o inseguros, y que consecuentemente se encuentran amenazadas.

Es importante mencionar que el proyecto de mejoramiento ambiental, está dirigido a la empresa Hidroeléctrica río Las Vacas, pero, el compromiso debe ser de todas las instituciones del Estado, es por ello que se deben implementar medidas que se describen a continuación:

Tabla IV Las instituciones gubernamentales y el medio ambiente

<i>Institución</i>	<i>Legislación y evaluación</i>	<i>Capacitación y educación</i>
Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales	<ul style="list-style-type: none"> • Establecer reglamentos de comportamiento de generadores de contaminación. • Otorgar permisos ambientales para proyectos de manejo de residuos y actividades productivas. • Evaluar el comportamiento de las municipalidades, instituciones (incluidos los hospitales) y entes del sector privado. • Establecer normas técnicas de diseño. 	<ul style="list-style-type: none"> • Capacitar y promover la conservación del medio ambiente en todos los niveles de la sociedad, desde la comunidad civil, sector profesional hospitalario, industrial y municipal.
Ministerio de Salud	<ul style="list-style-type: none"> • Establecer reglamentos de comportamiento para los centros de servicios médicos, municipales e industriales y otros. • Aplicar las leyes y demandar a los transgresores. 	<ul style="list-style-type: none"> • Capacitar a los funcionarios de los centros de servicios médicos. • Capacitar y vigilar el control sanitario de los segregadores. • Capacitar a la población sobre la disposición de los desechos sólidos y su relación con la salud
Ministerio de Educación	<ul style="list-style-type: none"> • Establecer normas y reglamentos educativos para que se enseñe educación ambiental. 	<ul style="list-style-type: none"> • Promover la educación pública y la de los funcionarios de los medios de comunicación.
Instituto de Fomento Municipal	<ul style="list-style-type: none"> • Establecer normas de diseño de acuerdo a los financiamientos. • Brindar asesoría legal a las municipalidades sobre procesos de demandas y tarifas. 	<ul style="list-style-type: none"> • Capacitar a los funcionarios municipales. • Financiar la infraestructura.
Autoridad Nacional de Manejo de Residuos Sólidos	<ul style="list-style-type: none"> • Revisar y aprobar nuevas tecnologías para el tratamiento de residuos sólidos. 	
Asociaciones municipales	<ul style="list-style-type: none"> • Promover iniciativas para la formación de mancomunidades. 	<ul style="list-style-type: none"> • Capacitar a la municipalidad.
Municipalidad	<ul style="list-style-type: none"> • Establecer ordenanzas locales para el manejo de residuos sólidos y el establecimiento de tarifas. 	<ul style="list-style-type: none"> • Capacitar funcionarios y comités municipales. • Capacitar y educar a los segregadores. • Promover la buena disposición de los desechos sólidos y el pago de tarifas.

FUENTE: Mejoramiento del medio ambiente, a través de programas de desarrollo limpio. Nelson Enrique Juárez. Año, 2010.

La practica normal de disposición final de los residuos sólidos consiste en un botadero que es cubierto con una capa de tierra del sector en períodos diferentes que varía una vez por semana a una vez por mes o cada tres meses, en otros sectores son botaderos a cielo abierto, con el consiguiente efecto al ambiente y principalmente a la salud de habitantes aledaños a estos botaderos.

El desarrollo del proyecto por medio del mecanismo de desarrollo limpio (MDL) apoyará el cambio en estas prácticas, puesto que permitirá contar con un modelo demostrativo trayendo beneficios ambientales globales y locales con la mitigación del cambio climático y efecto invernadero.

4.2.1 La hidroeléctrica

En la siguiente tabla se describe medidas de reducción de emisiones, que se deben implementar para el sector energético, manufacturera, transporte y el uso de la leña; con el fin de mejorar la eficiencia tecnológica, energética, planificación y la cadena de comercialización.

Tabla V Medidas de mitigación para el sector energía

Sub - Sector	Medidas de mitigación
<u>A la hidroeléctrica:</u> consiste en la implementación de nuevas tecnologías.	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Mejoramiento de la eficiencia tecnológica ➤ Sustitución de combustibles ➤ Utilización de energías renovables ➤ Reforzamiento de la interconexión eléctrica
<u>Área Manufacturera:</u> consiste en nuevos métodos de operaciones.	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Eficiencia energética ➤ Sustitución de combustibles ➤ Cogeneración ➤ Mejoramiento de procesos

<u>Transporte:</u> consiste en estrategias orientadas al uso racional de la energía.	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Planificación de transporte y el desarrollo de infraestructura ➤ Reducción de la intensidad energética de la flota vehicular ➤ Sustitución de combustibles ➤ Mantenimiento preventivo y correctivo ➤ Educación vial
<u>Uso de Leña:</u> consiste en educación y conciencia de su uso.	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Mejoramiento de la oferta de leña ➤ Mejoramiento de la eficiencia en la quema ➤ Mejoramiento de las cadenas de comercialización ➤ Bosques energéticos

FUENTE: Mejoramiento del medio ambiente, a través de programas de desarrollo limpio. Nelson Enrique Juárez. Año, 2010.

Asimismo se describen las medidas de mitigación que deben ser implementada en los alrededores de la planta Hidroeléctrica río Las Vacas, básicamente orientado a la reforestación.

Tabla VI Medidas de mitigación para el sector forestal

Sub - sector	Medidas de mitigación
Reservas de carbono	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Reforestación o protección y conservación de los bosques ➤ Incremento de la eficiencia del manejo forestal, cosecha y utilización de productos.
Aumento de las Reservas de Carbono	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Reforestación o aumento de la cobertura boscosa. ➤ Aprovechamiento de productos forestales. ➤ Promoción de servicios ambientales.
Actividades Bio-energéticas	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Puesta en marcha de políticas y proyectos que tiendan a mejorar la utilización del recurso biomásico como fuente de energía.

FUENTE: Mejoramiento del medio ambiente, a través de programas de desarrollo limpio. Nelson Enrique Juárez. Año, 2010.

4.3 Impacto ambiental

Para la reducción del impacto ambiental de la Hidroeléctrica río Las Vacas, se deben atender las medidas de mitigación en el sector energía y sector forestal, las cuales se describen a continuación.

4.3.1 En la energía

Se debe implementar medidas que reduzcan el consumo de energía. El establecimiento e implementación de una política energética ambiental tendría como meta el mejoramiento del consumo de energía.

Para que las distintas instancias del sector energía formulen y ejecuten acciones energéticas-ambientales que propicien la satisfacción de la demanda energética y al mismo tiempo se alcancen objetivos de reducción de emisiones de gases. Mientras tanto, los sistemas de suministro de energía serán vulnerables a los cambios resultantes del calentamiento global

4.3.2 En la forestación

La cobertura boscosa, además de ser el principal sumidero de dióxido de carbono, participa en la dinámica de flujo de los GEI en la atmósfera y colabora en el balance climático nacional, regional y global.

Las principales medidas de mitigación de emisiones están orientadas al mantenimiento de las reservas de carbono, al aumento de estas reservas y a las actividades bioenergéticas. Es importante mencionar que la empresa Hidroeléctrica, tiene proyectos de reforestación, pero, debe atender los lineamientos propuestos.

5. SEGUIMIENTO Y MEJORA CONTINUA

5.5 Evaluación y control

Corresponde a los directivos de la empresa Iberdrola desarrollar el proceso de evaluación y control, utilizando diferentes herramientas y técnicas, dependiendo del nivel jerárquico. Este proceso valora el rendimiento del proyecto con el fin de retroalimentar sobre la manera en que se cumplen los objetivos de la Hidroeléctrica, con la evaluación y el control se persigue los objetivos fundamentales siguientes:

- a. Mantener niveles de eficiencia y productividad energética en las diferentes áreas funcionales, acorde con los requerimientos.
- b. Establecer estrategias de mejoramiento continuo, cuando existen desviaciones.
- c. Aprovechar los resultados como insumos de otras hidroeléctrica y aplicarlos.
- d. Permitir mediciones del rendimiento a la hidroeléctrica, con el fin de conocer su funcionalidad

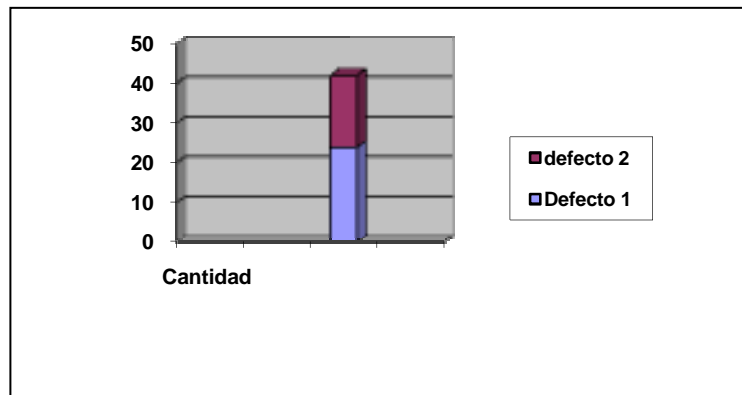
5.5.1 Análisis de Pareto

El análisis de Pareto ilustra la frecuencia de ocurrencia o el costo de un conjunto de actividades. Ayudan a encontrar donde están concentrados los esfuerzos.

La medición de los procesos energéticos debe estar dirigida a generar valor para que llegue a ser una herramienta gerencial, se inicia con un análisis de las prácticas y actividades existentes dentro de la hidroeléctrica, con el objetivo de entender los procesos, para después identificar un punto de referencia o estándar externo, con el cual dicha actividad pueda ser medida o comparada.

Este diagrama permite analizar los datos que se reúnen en la hoja de verificación. Este ayuda a mostrar claramente la magnitud relativa de los defectos y se puede usar para identificar oportunidades de mejora. Determina que los defectos fuera de especificación son los que abarcan un 80% causado por el 20% de problemas. En la gráfica se ejemplifica como dos características suman 42 veces los errores.

Figura 5. Diagrama de Pareto

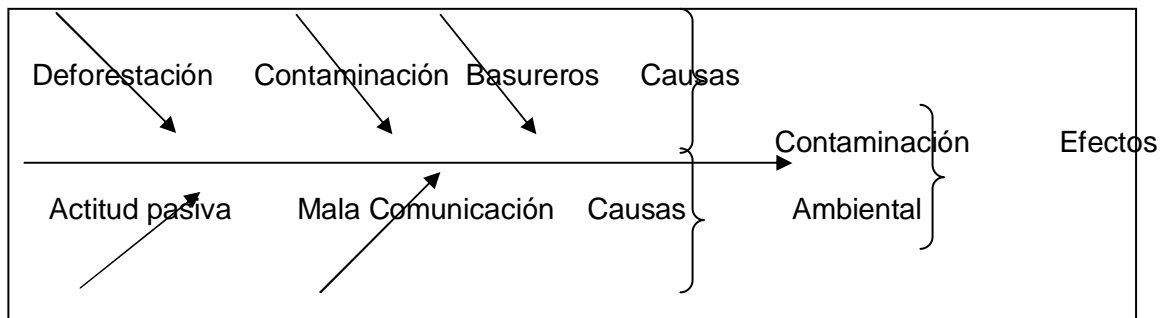


FUENTE: Administración de operaciones, página 324.

5.5.2 Diagrama causa y efecto

El diagrama causa y efecto permite identificar las causas que contribuyen a los problemas, ayudan a organizar ideas, reducir costos y acortar la programación. Permite analizar solo uno de los defectos que se está estudiando. Es coherente hacer un diagrama causa-efecto del defecto fuera de especificaciones del proceso, así se investiga todas aquellas causas y subcausas que están contribuyendo a esta característica de calidad. En la gráfica se ejemplifica que para un efecto hay varias causas.

Figura 6. Diagrama de causas y efecto



FUENTE: Mejoramiento del medio ambiente, a través de programas de desarrollo limpio. Nelson Enrique Juárez. Año, 2010.

5.3 Mejora continua

Después de la implementación del mejoramiento del medio ambiente, a través de programas de desarrollo limpio en la Hidroeléctrica río Las Vacas, se debe disponer de información cuantitativa y medible, que pueda indicar cuáles son los resultados tangibles que se está obteniendo y que esta información pueda compararse objetivamente.

La mejora continua inicia con la planificación de las actividades, la ejecución o realización de las mismas, la verificación y control y finalmente se actúa para hacer las correcciones necesarias

5.3.1 Planificación

Para la mejora continua se debe establecer los objetivos planificados y procesos necesarios para conseguir resultados de acuerdo con la propuesta de estrategias para minimizar los GEI.

5.3.2 Realización

El hacer de la mejora continua es implementar cronogramas de actividades, determinar las capacidades del proceso operativo, la recolección de datos con ello hacer una lista de verificación y hacer comparaciones con los objetivos establecidos descritos en las líneas de acción.

5.3.3 Verificación

En la verificación se debe realizar el seguimiento y la medición de las acciones propuestas respecto a las políticas de la empresa hidroeléctrica, los objetivos y los requisitos para el mejoramiento e informar sobre los resultados. Para ello se debe emplear el análisis de tendencias y el gráfico de control.

5.3.4 Actualización

Se deben tomar acciones para mejorar continuamente el desempeño de las actividades propuestas, institucionalizar la mejora, comunicándolo a todos los integrantes de la empresa Iberdrola y de la hidroeléctrica involucrada en el mejoramiento del medio ambiente, a través de programas de desarrollo limpio.

5.4 Seguimiento

Para el seguimiento de la implementación del mejoramiento del medio ambiente, a través de programas de desarrollo limpio en la Hidroeléctrica río Las Vacas, es necesario realizar una auditoria de la propuesta. Este sistema evaluará las actividades operativas con el objeto de mejorarlas, proporcionando información y retroalimentación sobre la función respecto a la manera en que se están llevando a cabo las acciones propuestas.

La auditoria constituye una actividad de control de calidad y una evaluación de cómo éstas contribuyen a los planes de mitigación de GEI. Los beneficios que se lograrán con esta propuesta son:

- a. Identifica el proceso de las actividades y acciones plasmadas en la propuesta.
- b. Estimula el profesionalismo entre los integrantes de la Hidroeléctrica.
- c. Esclarece las funciones y responsabilidades de la empresa.
- d. Identifica problemas de importancia crítica, y surgen soluciones.
- e. Alienta la uniformidad de políticas y prácticas.
- f. Garantiza el cumplimiento de diversas disposiciones establecidas.
- g. Reduce el costo de la administración de personal al permitir el uso de métodos más eficientes.
- h. Crea un ambiente de apertura al cambio

5.5 Beneficio del proyecto

Con la implementación del mejoramiento del medio ambiente, a través de programas de desarrollo limpio en la hidroeléctrica río Las Vacas, La práctica normal de un ambiente contaminado consiste tener una atmósfera que contiene GEI, y esto conlleva desastres para los habitantes,

El desarrollo del proyecto por medio de modelo de desarrollo limpio apoyará el cambio en estas prácticas, puesto que permitirá contar con un modelo demostrativo trayendo beneficios ambientales globales y locales con la mitigación del cambio climático y efecto invernadero.

5.5.1 La población

Con la implementación del proyecto beneficiará a los habitantes minimizando los impactos a la salud y al ambiente que provoca el gas bióxido de carbono y la deforestación y los basureros entre otros.

5.5.2 A nivel nacional

El proyecto tendrá un efecto demostrativo a nivel nacional, en relación con el hecho de que la hidroeléctrica puede ser operada técnicamente, con un adecuado control de sus emisiones de gases.

El mejoramiento de las prácticas en la disposición final de residuos, permitirá acceder a recursos adicionales e incentivos económicos como la certificación de las reducciones de emisiones generadas. Estos recursos podrían ser de mucha utilidad pues en la actualidad los usuarios no cuentan con recursos.

CONCLUSIONES

1. El apoyo técnico y financiero de las entidades involucradas, para la administración forestal pública, comunal y privada con fin de lograr el mejoramiento del medio ambiente, contribuye directamente con las condiciones ambientales, sociales y económicas dentro y fuera de áreas de operación de la hidroeléctrica.
2. El inventario nacional de gases de efecto invernadero indica que el cambio de uso de la tierra juntamente con la producción de energía, son las dos actividades que deterioran el medio ambiente, el presente trabajo propone el fomento del uso de fuentes renovables de energía, así como el apoyo técnico para la optimización de las técnicas de manejo forestal.
3. El compromiso del proyecto de mejoramiento ambiental, debe ser de todas las instituciones gubernamentales y la sociedad civil, a través de la capacitación y promoción de la conservación del medio ambiente en todos los niveles de la sociedad.
4. El desarrollo del proyecto permite contar con un modelo demostrativo, proyecto que trae beneficios ambientales a través del mejoramiento de la eficiencia tecnológica, que coadyuva en el cumplimiento de las políticas ambientales de la empresa.
5. La participación de los sectores involucrados en la reducción de gases de efecto invernadero se realiza a través de la promoción de iniciativas para la formación de mancomunidades las que son capacitadas para promover la conservación del medio ambiente.

6. Las acciones de conservación de ecosistemas, y el manejo sostenible del mismo así como también la eficiencia en el manejo forestal son proyectos orientados al mejoramiento de las condiciones ambientales.
7. La promoción de proyectos medioambientales, ante países cooperantes de recursos, para apoyar financieramente el proceso administrativo de formulación y ejecución de proyectos, permite obtener resultados en beneficio del medio ambiente.
8. El seguimiento a los programas ambientales permite fortalecer su implementación, a través de la evaluación de las actividades operativas con el objeto de mejorarlas, que proporcione información y retroalimentación sobre la función respecto a la manera en que se están llevando a cabo las acciones propuestas.

RECOMENDACIONES

1. Implementar programas de sensibilización sobre el medio ambiente con el fin de conocer la realidad de cambios que se originan por efecto de los gases efecto invernadero, los cuales contribuyen al calentamiento global, debido a su excesiva acumulación actual provocada por la inmoderada e irracional actividad industrial.
2. Dar apoyo en el seguimiento de los compromisos que el Estado ha hecho en la Implementación del Modelo de Desarrollo Limpio, con el fin de que los países industrializados comprometidos en reducir las emisiones de gases efecto invernadero efectúen dichas reducciones mediante acciones, a través de proyectos en Guatemala.
3. Fortalecer el cumplimiento de las políticas de proyectos ambientales en la hidroeléctrica, con el fin de disminuir la contaminación ambiental, restituyendo la cobertura forestal y mitigando los impactos del cambio climático.
4. Coadyuvar en la participación de los sectores como Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales, Ministerio de Energía y Minas, la Coordinación Nacional de Áreas Protegidas y la Ley Forestal, de tal manera que faciliten el cumplimiento de la reducción de gases efecto invernadero.

5. Identificar proyectos orientados hacia el mejoramiento de las condiciones ambientales, a través de programas de desarrollo limpio en hidroeléctricas, en el cual se debe tener presente los lineamientos de las entidades de Estado.
6. Facilitar la gestión ante países cooperantes de recursos, para apoyar financieramente el proceso administrativo de formulación y ejecución de proyectos de mitigación de gases efecto invernadero, beneficiando el medio ambiente guatemalteco.
7. Dar seguimiento a los programas ambientales implementados, con el propósito de fortalecer su ejecución, a través de la evaluación de las actividades operativas, con el objeto de hacer las correcciones necesarias y obtener los objetivos propuestos.

BIBLIOGRAFÍA

1. Agudelo, N. (1987). *Ecosistemas Terrestres de Honduras*. Asociación Hondureña de Ecología. Tegucigalpa, Honduras. 16 p.
2. *Análisis de Recursos Naturales para la Integración*. Guatemala. SEGEPLAN. 1994. Pág. 178.
3. *Agricultura y Bosque en Guatemala*. Estudio de caso en Petén y Sierra de las Minas. UNRISD; WWF; URL. 1996. Pág. 45.
4. Balairón, I. (2001). *Impactos del Cambio Climático sobre los recursos hídricos, el diseño y la planificación hidrológica*. Servicio de Estudios del BBVA, Madrid. Pág. 222.
5. *Biodiversidad y Cambio Climático*. Fundación Solar. Hispasa, Guatemala 1998. Pág. 74.
6. Brown, Sandra. Revista: *La función de los bosques como sumideros de carbono*. 1997. Madrid, España Pág. 237.
7. Caema. (2001). *Introducción a la Formulación de Proyectos MDL*. PCF-CAEMA-OICH. Tegucigalpa. 27 p.
8. Canter L.W. (1998) *"Manual de Evaluación de Impacto Ambiental"*. Editorial McGraw Hill, Madrid. Pág. 145.
9. Carneiro, C. M. (1998). *Consideraciones generales sobre el Protocolo de Kioto y su Mecanismo de Desarrollo Limpio*. Boletín FAO. No.5. Santiago, Chile. pp.2-6.

10. *Cumbre de la Tierra*. Río de Janeiro, celebrado del 3 al 14 de junio de 1992. Pág. 37.
11. Díaz Pineda, F. (2000). *El clima del pasado: una perspectiva paleoclimática*". El cambio climático. Servicio de Estudios BBVA, nº 137, PP 111-140.
12. *Derecho Internacional del Medio Ambiente*. Madrid, 1999. Editorial McGraw Hill, Madrid. Pág. 125.
13. *Estudio de Estrategia Nacional para Implementar el Mecanismo de Desarrollo Limpio*. (2000) Banco Mundial. Colombia.
14. *Emisiones atmosféricas. La curva de Kuznets ambiental y el Protocolo de Kioto*. Madrid, España 2003.
15. *Evaluación ecológica rápida de la reserva de la biosfera Sierra de las Minas*. Centro de Datos para la Conservación, Centro de Estudios Conservacionistas de la Universidad de San Carlos. Guatemala. 1993. Pág. 122.