



Diplomado Gestión de Riesgo para la adaptación ante el cambio climático



*EL Clima está cambiando juntos
podemos reducir los riesgos.
Cuidemos nuestra más grande
casa la Tierra*



01

Estructura y Dinámica del Cambio Climático



UNIVERSIDAD DE LAS
REGIONES AUTÓNOMAS
DE LA COSTA CARIBE
NICARAGÜENSE

Diplomado Gestión de Riesgo para la adaptación ante el cambio climático
Módulo 01: Estructura y Dinámica del Cambio Climático

© Agosto, 2010

Elaborado por:

Mayra Elena Vivas Martínez

Edición o Revisión:

María Concepción Silva Martínez

Portada, Diseño y Diagramación:

Francisco Saballos

www.franciscosaballos.com

Proyecto: "Reducción de la Vulnerabilidad de las Comunidades a los efectos del Cambio Climático en la Región Norte de Nicaragua". ONG/ PVD- 2007/133-717.

UNIVERSIDAD DE LAS REGIONES AUTÓNOMAS DE LA COSTA CARIBE NICARAGÜENSE (URACCAN)
- INSTITUTO DE RECURSOS NATURALES, MEDIO AMBIENTE Y DESARROLLO SOSTENIBLE
(IREMADES) & CRUZ ROJA NICARAGÜENSE (CRN)

El presente documento ha sido elaborado con fondos de Unión Europea, el contenido del mismo es responsabilidad exclusiva de los y las autores/as y en ningún momento representa el punto de vista de la Unión Europea"

CONTENIDO

PRESENTACIÓN	.05
INTRODUCCIÓN	.06
CARACTERÍSTICAS PEDAGÓGICAS	.07
Estrategias de Aprendizaje.	07
Mapa conceptual.	.08
Cuaderno de notas, diario reflexivo, incidentes críticos, texto paralelo.	.08
Proyecto .	.08
Caso .	.08
Carpeta o portafolio.	.09
2.2. Técnicas de Evaluación	09
Obligaciones y Tareas del Modulo (Reglas del Juego)	10
Contenido del Modulo y Duración.	10
TECNICAS DE APRENDIZAJE Y EVALUACION	11
UNIDAD 1: CAMBIO CLIMÁTICO Y SUS CAUSAS, INFLUENCIAS EXTERNAS E INTERNAS DE LA TIERRA DEL CAMBIO CLIMÁTICO, INFLUENCIA ANTROPOGÉNICA SOBRE EL CLIMA, CIRCULACIÓN GENERAL DE LA ATMÓSFERA Y BALANCE DE ENERGÍA EN LA TIERRA.	.15
Lección 1: Cambio Climático y sus causas	15
Lección 2: Influencias externas e internas de la tierra del cambio climático. Influencia antropogénica sobre el clima	16
Las influencias externas del Cambio de Clima son:	.16
Las influencias internas del Cambio de Clima son:	.17
Lección 3. Circulación general de la atmósfera	18
Comportamiento de las principales variables meteorológicas.	.20
Lección 4: Balance de energía en la tierra, Energía radiante del Sol., constante solar, composición de la energía solar y radiación reflejada y absorbida por la tierra, efecto invernadero natural.	23
Energía radiante del Sol. Constante solar	.23
Composición de la energía solar	.23
Radiación reflejada y absorbida por la Tierra	.24
UNIDAD 2: EFECTOS DEL CAMBIO CLIMÁTICO, CALENTAMIENTO GLOBAL, GASES EFECTO INVERNADERO.	.24
Lección 1: Cambio Climático, Efectos.	25
El Cambio Climático.	.25
Lección 2: Gases efecto invernadero, inventario de gases emisiones por sector (energía, desperdicios, agricultura, cambio de uso de la tierra y silvicultura),	27
Gases efecto invernadero.	.27
Emisiones de gases efecto invernadero en Nicaragua.	.29

CONTENIDO

Lección 3. Evidencia científica acumulada de los efectos del Cambio Climático a nivel mundial y en la región; El Cambio Climático en Nicaragua y sus principales impactos en el país	31
Evidencia Científica a nivel mundial . . . . .	.31
Evidencia científica de los Cambios climáticos y su relación con los desastres naturales en la región . . . . .	.31
El Cambio Climático en Nicaragua y sus principales impactos en el país . . . . .	.36
Principales impactos del Cambio Climático en el país. . . . .	.37
Lección 4: Amenazas naturales actuales relacionadas con el Clima en Nicaragua y como enfrentarlas	38
Amenaza por Huracanes . . . . .	.38
Amenaza por inundaciones . . . . .	.39
Amenaza por Sequía . . . . .	.40
Amenaza por olas de calor . . . . .	.42
Que Podemos hacer como país para enfrentar el Cambio Climático. . . . .	.42

UNIDAD 3: ESCENARIOS DE EMISIONES DE GASES EFECTO INVERNADERO45

Lección 1: Escenario de referencia, escenarios de emisiones globales y proyecciones del aumento de la temperatura media global del planeta e incremento del nivel medio del mar.	45
Modelos para elaborar escenarios de Cambios Climáticos utilizados en Nicaragua . . . . .	.46
Lección 2: Proyecciones del clima futuro de Nicaragua	48
Lección 3: Escenarios socioeconómicos para Nicaragua	49

UNIDAD 4: VULNERABILIDAD, ADAPTACIÓN Y MITIGACIÓN AL CAMBIO CLIMÁTICO49

Definición de vulnerabilidad según el IPCC:	49
La Convención Marco de las Naciones Unidad ante el Cambio Climático reconoce que la adaptación y la mitigación son las respuestas esenciales a los riesgos del cambio climático:	50
Lección 1. Evaluación de la Vulnerabilidad de los Sistemas Recursos Hídricos, potencial y demanda de los recursos hídricos, vulnerabilidad por la demanda actual, aguas subterráneas.	51
Lección 2. Estrategia de Adaptación al Cambio Climático de los Sistemas Recursos Hídricos y Agricultura	52
Lección 3. Mitigación del Cambio Climático, Opciones de Mitigación en Áreas Protegidas, Opciones de Mitigación en el Sector Energético.	54
Lección 4. Medidas de mitigación propuestas, Ciclo de proyectos de Mitigación, Proyectos de Mitigación de Gases Efecto Invernadero.	57
Medidas de Mitigación de GEI propuestas . . . . .	.57
Proyectos de Mitigación: . . . . .	.60
Proyectos forestales. . . . .	.60

III. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS61

PRESENTACIÓN

Nuestro país está situado en una región donde hay tiempos que se padece por sequía y se pierden las cosechas, deslizamientos de tierras, derrumbes y tiempos en que las lluvias y los huracanes causan grandes desastres a la población, tal es el caso de los daños que ocasionó el paso del huracán Félix por las comunidades de la región autónoma del atlántico norte, provocó inundaciones en muchas comunidades con el desbordamiento de los ríos, cauces y lagunas, destrucción de calles, camino y carreteras de todo tiempo, impidiendo la comunicación terrestre, contaminación de pozos, para el consumo de agua potable, destrucción del bosque, afectación a la vegetación, mortalidad de animales silvestres y caseros (vaca, gallinas, caballos, cerdos etc), como también la pérdida de seres humanos y otros daños, lo que nos permitió comprender el grado de vulnerabilidad a la que estamos sometidos ante fenómenos naturales.

Está demostrado que los fenómenos de índole natural no se puede cambiar, pero se pueden reducir las vulnerabilidades para que los daños que estas ocasionen sean menos, de manera que es necesario que los gobiernos y la población se preparan para enfrentarlos y buscar alternativas que sean amigables con el ambiente y contribuya a la reducción del riesgo; desde esta perspectiva la universidad URACCAN a través del Instituto de recursos naturales, medio ambiente y desarrollo sostenible (IREMADES) en colaboración con la Cruz Roja Nicaragüense /Cruz Roja Holandesa por medio del proyecto "**Reducción de la Vulnerabilidad de las Comunidades, relacionadas a los efectos del Cambio Climático en la Zona Norte de Nicaragua**" implementar el **Diplomado Comunitario** en *Gestión Comunitaria para la Adaptación al Cambio Climático*, encaminado a consolidar las capacidades de los recursos humanos de funcionarios institucionales y actores claves que están vinculado con el desarrollo social, económico y ambiental de los municipio de la RAAN, con el ánimo de articular estrategias locales en función de implementar mecanismos de adaptación al cambio climático y la reducción del riesgo.

Lic. Conny Silva

Coordinadora Proyecto

Cruz Roja Nicaragüense-Cruz Roja Holandesa

INTRODUCCIÓN

La temperatura media de la superficie terrestre ha subido más de $0,6^{\circ}\text{C}$ desde los últimos años del siglo XIX. Se prevé que aumente de nuevo entre $1,4^{\circ}\text{C}$ y $5,8^{\circ}\text{C}$ para el año 2100, lo que representa un cambio rápido y profundo. Aun cuando el aumento real sea el mínimo previsto, será mayor que en cualquier siglo de los últimos 10.000 años.

La razón principal de la subida de la temperatura es un proceso de industrialización iniciado hace siglo y medio y, en particular, la combustión de cantidades cada vez mayores de petróleo, gasolina y carbón, la tala de bosques y algunos métodos de explotación agrícola.

Estas actividades han aumentado el volumen de “gases de efecto invernadero” en la atmósfera, sobre todo de dióxido de carbono, metano y óxido nitroso. Estos gases se producen naturalmente y son fundamentales para la vida en la Tierra; impiden que parte del calor solar regrese al espacio, y sin ellos el mundo sería un lugar frío y yermo. Pero cuando el volumen de estos gases es considerable y crece sin descanso, provocan unas temperaturas artificialmente elevadas y modifican el clima. El decenio de 1990 parece haber sido el más cálido del último milenio, y 1998 el año más caluroso.

El diplomado en Gestión de Riesgo para la Adaptación al Cambio Climático, parte de esta problemática que se está dando a nivel mundial y a nivel local y está enfocada al cambio de actitud hacia una nueva cultura de prevención ante los desastres naturales que son

cada vez más severos y la búsqueda de la reducción del riesgo y definición de medidas de adaptación ante el cambio climático a partir de la comprensión y aplicación del conocimiento científico, los factores y sectores en los que hay que intervenir, a la vez que desencadenen entre participantes un proceso de búsqueda de alternativas de adaptación y mitigación efectivas en sus municipios.

Acorde con la filosofía de este diplomado se han estructurado este módulo: Estructura y Dinámica del Cambio Climático para que sea parte de la formación y del quehacer continuo de este postgrado; para lo cual se desarrollarán diferentes estrategias de aprendizaje con el objetivo final de ser parte de la preparación de personal profesional que participará en el Diplomado, para que sean competentes a la hora de brindar respuestas a las diferentes situaciones y problemas relacionados con el Cambio Climático en el país. El objetivo del módulo es el conocimiento y entendimiento de la dinámica del cambio climático y los alcances que tiene a nivel local, regional y global.

Este módulo servirán para profundizar los conocimientos de los participantes del diplomado como: técnicos de las unidades ambientales municipales, planificadores, docentes y extensionistas de las universidades y otros que se vinculan con las estructuras de los gobiernos regionales y municipales en la toma de decisiones para la reducción del riesgo ante el cambio climático.

CARACTERÍSTICAS PEDAGÓGICAS

Para lograr que los participantes del módulo logren construir su aprendizaje es necesario facilitarles el como desarrollar un juicio crítico y analítico, hacer sus trabajos debidamente planificados y aplicativos a propuestas de alternativas de solución ante un problema y ser capaces de ejecutar las actividades con eficiencia y manifestar la disposición para recibir y prestar atención a estímulos, criterios y fenómenos.

ESTRATEGIAS DE APRENDIZAJE

Cada persona tiene un sistema personal de para aprender que ha ido construyendo progresivamente de manera autónoma a lo largo de los años. Pero ¿Es posible ayudar a los alumnos en la construcción de este sistema personal de aprender?

Entre las aportaciones de las diversas investigaciones, en este campo destacaríamos las de la denominada evaluación formadora (Nunziati, 1990) y los trabajos sobre auto evaluación, entendida como representación de las propias capacidades y formas de aprender (Allal, 1988; Paquay y cols, 1990)

Como elementos esenciales en el proceso de autorregulación, aparecen los siguientes:

- La comunicación de los objetivos y la comprobación de la representación que de estos se hacen los alumnos.
- El dominio por parte del que aprende de las operaciones de anticipación y planificación de la acción.
- La apropiación por parte de los estudiantes, de los criterios e instrumentos de evaluación del profesorado.

Es muy importante para el aprendizaje, la planificación como un orden determinado de realización: Es un plan de trabajo, que evolucionará y se modificará bajo el control de los resultados que se obtengan a lo largo del recorrido. Revela unos conocimientos de los posibles procedimientos para llegar a los resultados y del conocimiento previo de cada operación

escogida. Planificar implica combinar tres elementos: el objetivo o finalidad fijada; las operaciones o acciones que le son propias y las condiciones internas de realización.

Si un alumno sabe anticiparse y planificar las acciones, quiere decir que es capaz de representarse mentalmente las acciones que ha de realizar, para tener éxito en la resolución de las tareas que se le proponen o en la aplicación de los conceptos y teorías aprendidas.

Una de las características de los estudiantes exitosos y de los expertos es precisamente el dominio de esta capacidad. Ya que la mayoría del alumnado necesita de la ayuda del facilitador para poder desarrollar esta capacidad, es necesario propiciar situaciones didácticas que faciliten a los estudiantes el aprender a aprender.

La importancia de este hecho viene resaltada porque la lógica de funcionamiento del que aprende, es muy distinta de la lógica de la disciplina y de la lógica del experto. Una persona que aprende necesita representarse la acción desplegada con todas las acciones intermedias que se requieren para alcanzar el resultado pretendido. El experto no tiene esta necesidad, pues muchas de las acciones intermedias ya las tiene interiorizadas.

Ello provoca a menudo, que el facilitador, al ser experto en la materia que enseña, se olvide de la necesidad del que aprende y no propicia situaciones pedagógicas que lleven al aprendizaje de las diferentes acciones necesarias para realizar la tarea propuesta. Esto puede provocar que los estudiantes que no sean capaces de suplir esta laguna encuentren obstáculos considerables para alcanzar los objetivos.

En resumen, para que un dispositivo pedagógicos pueda incorporar como uno de sus componentes permanentes, la autorregulación de los aprendizajes, será necesario que las unidades didácticas estén estructuradas en secuencias, que constituye pequeños ciclos de aprendizaje que permitan a los estudiantes adquirir un buen dominio de los contenidos, pero también formarse una adecuada representación

de los objetivos y de los criterios de evaluación al mismo tiempo que van adquiriendo seguridad en las operaciones de anticipación y de planificación de la acción.

A continuación, se presentan algunas técnicas de aprendizaje que permiten a la vez; la evaluación y desarrollo de competencias para realizar tareas complejas en situaciones reales o simuladas a partir de la realidad, y permiten plantear la utilidad que tienen para la valoración del aprendizaje:

Mapa conceptual

Los mapas conceptuales, sirven para mostrar la forma de relacionar los conceptos claves de un área temática (Belmonte 1997). El aprendizaje es más significativo cuando los nuevos conceptos se integran en otros más generales. Por eso, los mapas conceptuales son jerárquicos, recogiendo en la parte superior el concepto más inclusivo y descendiendo en estratos de mayor a menor poder globalizador. Cada concepto queda definido por las relaciones que podemos establecer entre él y otros conceptos a partir de los conectores.

Un mapa conceptual permite indicar relaciones cruzadas difíciles de mostrar en un esquema, además de que permite explicar el tipo de conexión que se establece entre los conceptos; éste intrínsecamente mejora el conocimiento.

Para elaborar un mapa conceptual es necesario tener información suficiente sobre la calidad de la estructura conceptual del mapa. No basta con valoraciones globales, sino que se debe matizar lo correcto, lo mejorable y como mejorar.

Cuaderno de notas, diario reflexivo, incidentes críticos, texto paralelo.

Se utilizan para promover la reflexión. Los cuadernos de notas constan de sencillos listados para recordar actividades programadas, con o sin comentario reflexivo. Un diario es una narración personal de la actividad, que normalmente detalla las acciones emprendidas e incluye un nivel de respuesta

personal. Los incidentes críticos son experiencias seleccionadas del diario personal, de las que se deben proporcionar la siguiente información (Brown y Glasner, 2003):

- Una breve descripción del contexto.
- Una descripción de lo que hizo en las practicas.
- Reflexión de como se aprende la teoría.
- Un resumen de los resultados de las acciones realizadas.
- ¿Qué alternativas se consideraron y se rechazaron, porqué?
- ¿Cómo se enfrenta a los incidentes y porqué?

Proyecto

Es una estrategia didáctica en que los estudiantes desarrollan un proyecto para atender a la demanda normalmente contextualizada y realista. Los objetivos de aprendizaje con la integración de conceptos y procedimientos en diversas áreas, desarrollando adquisiciones de alto nivel, a través de un trabajo autónomo, de la colaboración y de la reflexión.

Un proyecto tiene las siguientes utilidades:

- Permite tener evidencias del proceso de aprendizaje, así como lo aprendido a través del propio proyecto como producto.
- La evaluación durante el proceso de preparación del proyecto facilita el aprendizaje y el éxito.
- Favorece la valoración de actitudes de colaboración y el aprendizaje, así como de habilidades y de procedimientos, ya que implica la aplicación de conocimientos conceptuales adquiridos.
- Supone una evidencia del aprendizaje a partir de la realización del alumno en una situación realista “sin riesgos”.

Caso

Supone el análisis y la resolución de una situación planteada, que presenta problemas de solución, múltiple a través de la reflexión y el dialogo para un aprendizaje grupal, integrado y significativo.

El estudio de caso:

- Permite evaluar objetivos de aprendizaje referidos no solo a conocimientos, sino también a actitudes y habilidades.
- Permite tener acceso al proceso de razonamiento a través de la observación del proceso de grupo, detectando las posibles lagunas y errores en lo aprendido y en las deducciones. Esto permite intervenir para aclarar aprendizajes erróneos.
- Permite conocer el funcionamiento de los grupos y de los individuos dentro de ellos.

Carpeta o portafolio

Permite recoger un conjunto de evidencias del proceso, del aprendizaje y de lo aprendido, resultado de las diferentes actividades realizadas. Las evidencias pueden ser documentos de trabajo de clase (videos, entrevistas, bibliografía, proyectos, problemas, casos, experimentos, trabajos realizados, comentarios formativos y pequeños informes respecto a las evidencias que expliquen que son, porque se ha incluido y de que son evidencia.

Utilidades de la carpeta o portafolio:

- Promueve la participación del estudiante al registrar y evaluar su aprendizaje.
- Requiere que los estudiantes asuman la responsabilidad de sus aprendizajes.
- Transfiere al alumno la responsabilidad de demostrar la comprensión de conceptos.
- Permite el desarrollo de habilidades en el alumno. Favorece que el alumno aprenda a aprender.
- Se pueda adaptar a diversas necesidades, intereses y habilidades de cada estudiante.
- Promueve la reflexión, auto evaluación y la regulación propia del aprendizaje.
- Permite determinar la competencia basándose en trabajos más auténticos. Permite recoger información sobre el proceso y adquisición de objetivos de aprendizaje conceptual, procedimental y actitudinal.

- Ofrece información del aprendizaje durante el proceso de aprendizaje, y por tanto la evaluación formativa.
- Mejora la participación y la motivación.
- La propia elaboración de la carpeta y las evidencias recogidas, favorecen el aprendizaje, ya que permite poseer los resultados del aprendizaje.

2.2. TÉCNICAS DE EVALUACIÓN

Una evaluación integrada en el proceso de aprendizaje que pretende evaluar todos los objetivos del aprendizaje en un contexto realista y recogiendo como evidencias del aprendizaje las propias producciones del alumno, conlleva la utilización de las propias actividades de aprendizaje como fuente de información para la evaluación, y por otro, una evaluación del proceso del aprendizaje y no solo de los resultados. Asimismo, la auto evaluación supone la implicación de los estudiantes identificando criterios o estándares a aplicar a su trabajo y a la realización de juicios sobre el proceso y el resultado de su trabajo de acuerdo a los criterios establecidos.

La auto evaluación aporta una serie de ventajas al alumno;

- Proporciona estrategias de desarrollo personal y profesional que podrá utilizar tanto en el presente como en el futuro.
- Ayuda a desarrollar su capacidad crítica.
- Favorece la autonomía.
- Compromete en el proceso educativo y motiva para el aprendizaje.

El planteamiento de la formación universitaria como formación para el desarrollo de competencias, conlleva necesariamente el planteamiento de objetivos de aprendizaje de diversa naturaleza, aprendizajes conceptuales, adquisición de habilidades o aprendizaje de procedimientos y desarrollo de actitudes. La evaluación debe ser coherente con la planificación y, por lo tanto evaluar todos los resultados de aprendizaje. Por tanto, se hace necesaria la utilización de técnicas para realizar una evaluación integrada en el proceso de aprendizaje que pretende evaluar todos los objetivos del aprendizaje en un contexto

realista y recogiendo como evidencias las propias producciones del alumno.

OBLIGACIONES Y TAREAS DEL MODULO (REGLAS DEL JUEGO)

- Asistencia y puntualidad en las horas de clase y práctica de campo.
- Conservar la disciplina durante la clase y la práctica de campo.
- No emplear durante la clase o práctica de campo aparatos electrónicos como celulares, ipod u otros.
- Entrega en tiempo y forma de las tareas según fecha acordada.
- Realizar trabajo en grupo según las indicaciones del docente.
- Participar activamente en las horas de clase y hacer uso de las horas de consulta.

CONTENIDO DEL MODULO Y DURACIÓN.

Modulo	Unidad	Encuentros	Horas Clases		Total Horas	Total Días
			Presenciales	No Presenciales		
ESTRUCTURA Y DINÁMICA DEL CAMBIO CLIMÁTICO	1. Cambio climático y sus causas, influencias externas e internas de la tierra del cambio climático, influencia antropogénica sobre el clima, circulación general de la atmósfera y balance de energía en la tierra	4	8	16	24	2
	2. Calentamiento global, gases efecto invernadero		8	16	24	2
	3. Escenarios de Emisiones de Gases Efecto Invernadero		8	16	24	2
	4. Vulnerabilidad, Adaptación y Mitigación al Cambio Climático		8	16	24	2
Total		4	32	64	96	8

TECNICAS DE APRENDIZAJE Y EVALUACION

En la siguiente tabla se presentan propuestas de técnicas de evaluación clasificadas según el tipo de información que ofrecen. Aunque las categorías son excluyentes, ya que la información recibida a través de las técnicas en gran medida depende de la guía para la realización de las actividades.

Tabla No. xx: TECNICAS DE APRENDIZAJE Y EVALUACION DEL MODULO POR LECCIONES

Unidad	Tema	Horas	Estrategia de Aprendizaje	Técnicas de evaluación
UNIDAD I Cambio climático y sus causas, influencias externas e internas de la tierra del cambio climático, influencia antropogénica sobre el clima, circulación general de la atmósfera y balance de energía en la tierra	Lección 1: Cambio Climático y sus causas	2	<ul style="list-style-type: none"> Dinámica de presentación del grupo Explicación de Objetivos del modulo, Reglas de Juego, Criterios de Evaluación Lluvia de ideas Conferencia participativa 	<ul style="list-style-type: none"> Prueba Diagnóstica Preguntas dirigidas sobre los pre- saberes Preguntas dirigidas y participación activa de los estudiantes en cuanto al manejo de conceptos principales del modulo. Conclusiones
	Lección 2: Influencias externas e internas de la tierra del cambio climático. Influencia antropogénica sobre el clima	2	<ul style="list-style-type: none"> Aclaración de dudas Conferencia participativa Trabajo en grupo 	<ul style="list-style-type: none"> Presentación oral de los trabajos en grupo. Conclusiones
	Lección 3. Circulación general de la atmósfera	2	<ul style="list-style-type: none"> Aclaración de dudas Conferencia participativa 	<ul style="list-style-type: none"> Intercambio de conocimientos sobre el tema, lluvia de ideas
	Lección 4: Balance de energía en la tierra, Energía radiante del Sol., constante solar, composición de la energía solar y radiación reflejada y absorbida por la tierra.	2	<ul style="list-style-type: none"> Aclaración de dudas Conferencia participativa sobre : Entrega de guía para la elaboración del portafolio. 	<ul style="list-style-type: none"> Elaboración de un portafolio acerca de del l capitulo, con énfasis en el Cambio Climático, causas y gases efecto invernadero

Unidad	Tema	Horas	Estrategia de Aprendizaje	Técnicas de evaluación
UNIDAD II Efectos del Cambio Climático, Calentamiento global, gases efecto invernadero	Lección 1: Cambio climático y sus efectos	2	<ul style="list-style-type: none"> • Aclaración de dudas • Conferencia, • Identificación de los efectos de los cambios climáticos en la región. • Asignación de trabajos en grupo sobre el inventario de gases efecto invernadero por sectores. 	<ul style="list-style-type: none"> • Prueba corta de la primera unidad. • Participación individual, lluvia de ideas
	Lección 2: Gases efecto invernadero, inventario de gases emisiones por sector (energía, desperdicios, agricultura, cambio de uso de la tierra y silvicultura),	2	<ul style="list-style-type: none"> • Aclaración de dudas • Presentación de los trabajos en grupo • Asignación de temas para debate 	<ul style="list-style-type: none"> • Entrega de los trabajos en grupo y su presentación oral
	Lección 3: Evidencia científica acumulada de los efectos del Cambio Climático a nivel mundial y en la región; El Cambio Climático en Nicaragua y sus principales impactos en el país	2	<ul style="list-style-type: none"> • Aclaración de dudas • Conferencia sobre las evidencias científicas de los efectos del Cambio Climático 	<ul style="list-style-type: none"> • Preguntas de control • Debate sobre los principales impactos en el país con énfasis en la región.
	Lección 4: Amenazas naturales actuales relacionadas con el Clima en Nicaragua y como enfrentarlas	2	<ul style="list-style-type: none"> • Aclaración de dudas, asignación de lecturas y construcción de mapas conceptuales (Trabajo individual) 	<ul style="list-style-type: none"> • Entrega de los mapas conceptuales. • Intercambio de ideas. • Resumen

Unidad	Tema	Horas	Estrategia de Aprendizaje	Técnicas de evaluación
UNIDAD III Escenarios de Emisiones de Gases Efecto Invernadero	Lección 1: Escenario de referencia, escenarios de emisiones globales y proyecciones del aumento de la temperatura media global del planeta e incremento del nivel medio del mar.	3	<ul style="list-style-type: none"> • Retro alimentación de la primera evaluación • Video sobre el calentamiento global del planeta y sus efectos. • Conferencia • Asignación de Investigación sobre consecuencias del aumento de la temperatura en los diferentes sectores económicos. • Entrega de guía de trabajo para la investigación 	<ul style="list-style-type: none"> • Prueba corta de la II Unidad • Participación voluntaria, preguntas y comentarios. • Conclusiones
	Lección 2: Proyecciones del clima futuro en Nicaragua	3	<ul style="list-style-type: none"> • Aclaración de dudas • Exposición de los trabajos de investigación. • Entrega de guía de trabajo en grupo para el análisis de los escenarios socioeconómicos en diferentes sectores del país. 	<ul style="list-style-type: none"> • Entrega de la investigación y presentación de los trabajos de investigación , socialización de conocimientos y plenaria • Conclusiones
	Lección 3: Escenarios socioeconómicos para Nicaragua.	2	<ul style="list-style-type: none"> • Aclaración de dudas • Presentación de grupos de trabajo 	<ul style="list-style-type: none"> • Entrega de trabajos y preguntas de control

Unidad	Tema	Horas	Estrategia de Aprendizaje	Técnicas de evaluación
UNIDAD IV Vulnerabilidad, Adaptación y Mitigación al Cambio Climático	Lección 1. Evaluación de la Vulnerabilidad de los Sistemas Recursos Hídricos, potencial y demanda de los recursos hídricos, vulnerabilidad por la demanda actual, aguas subterráneas.	2	Aclaración de dudas y comentarios Conferencia Preguntas, comentarios Formación de grupos de trabajo y Asignación de estudios de caso de proyectos que están haciendo adaptación al cambio climático especialmente en la región según guía.	Preguntas de control Comentarios.
	Lección 2. Estrategia de Adaptación al cambio climático de los sistemas de recursos hídricos y agricultura.	2	Aclaración de dudas y comentarios Presentación de análisis estudios de caso. Preguntas, comentarios Formación de grupos de trabajo y Asignación de estudios de caso de proyectos que están haciendo mitigación al cambio climático especialmente en la región.	Entrega de los análisis de estudios de casos. Presentación de cada grupo de trabajo. Intervención individual de los estudiantes acerca de los temas, plenaria y socialización de conocimientos. Conclusiones
	Lección 3. Mitigación del Cambio Climático, Opciones de Mitigación en Áreas Protegidas, Opciones de Mitigación en el Sector Energético.	2	Aclaración de dudas y comentarios Presentación de análisis estudios de caso Preguntas, aclaraciones	Entrega de los análisis de estudios de casos. Presentación de cada grupo Intervención individual de los estudiantes acerca de los temas, plenaria y socialización de conocimientos. Conclusiones
	Lección 4. Medidas de mitigación propuestas, Ciclo de proyectos de Mitigación, Proyectos de Mitigación de Gases Efecto Invernadero	2	Aclararon de dudas Reflexiones sobre los temas del modulo por los estudiantes, valoración de su aprendizaje. Conferencia	Evaluación del modulo Intervenciones individuales

UNIDAD 1: CAMBIO CLIMÁTICO Y SUS CAUSAS, INFLUENCIAS EXTERNAS E INTERNAS DE LA TIERRA DEL CAMBIO CLIMÁTICO, INFLUENCIA ANTROPOGÉNICA SOBRE EL CLIMA, CIRCULACIÓN GENERAL DE LA ATMÓSFERA Y BALANCE DE ENERGÍA EN LA TIERRA.

Objetivo: Comprender cuales son los elementos del clima que están cambiando, como la temperatura global (aumento o disminución), las precipitaciones (variación en cantidad y tiempo), el número promedio anual de huracanes, etc. y poder determinar la influencia de los factores naturales y antropogénicos que causan este cambio climático. Los principios del cambio climático global, incluyendo: el balance de energía de la tierra; la circulación general de la atmósfera; las causas del cambio climático y la variabilidad;

Contenido: Comprende, todo lo relacionado a entender la dinámica del cambio climático, sus causas variaciones climáticas con respecto a la temperatura y precipitaciones según las estaciones del año, diferencias de tiempo entre distintos años, unos secos, otros muy húmedos, patrones de comportamiento con sus variaciones, así como la influencia antropogénica sobre el clima.

LECCIÓN 1: CAMBIO CLIMÁTICO Y SUS CAUSAS

El clima global de la tierra se ha modificado durante este último siglo debido al calentamiento global, demostrándose a través de nuevas y contundentes pruebas de que la mayor parte del calentamiento del planeta observado en los últimos 50 años se debe muy probablemente al aumento observado de las concentraciones de gas de efecto invernadero de origen antropogénico. (IPCC, 2007).

Se conoce como Cambio climático a la variación estadísticamente significativa, ya sea de las condiciones climáticas medias o de su variabilidad, que se mantiene durante un período prolongado (generalmente durante más de diez años). El cambio del clima puede deberse a procesos naturales internos, a fuerzas externas, o a cambios que los seres humanos introducen durante largos periodos de tiempo en la composición de la atmósfera o en el uso de la tierra.

El clima, siempre ha estado sujeto a cambios por razones naturales. Sin embargo, las actividades humanas aumentan de manera significativa las concentraciones atmosféricas de algunos gases, tales como los gases de efecto invernadero, los que tienden a calentar la superficie de la Tierra, así como los aerosoles que tienden a enfriarla.

Los diferentes tiempos de respuesta explican la diferente estabilidad o variabilidad de las condiciones meteorológicas según la escala de tiempo considerado. La sensibilidad depende a menudo de la relación entre tiempo de respuesta y frecuencia de los cambios externos.

El clima es un promedio, a una escala de tiempo dada, del tiempo atmosférico. Sobre el clima influyen muchos fenómenos; consecuentemente, cambios en estos fenómenos provocan cambios climáticos. Un cambio en la emisión del Sol, en la composición de la atmósfera, en la disposición de los continentes, en las corrientes marinas o en la órbita de la Tierra puede modificar la distribución de energía y el balance radiactivo terrestre, alterando así profundamente el clima planetario.

Estas influencias se pueden clasificar en externas e internas a la Tierra. Las externas también reciben el nombre de forzamientos dado que normalmente actúan de forma sistemática sobre el clima, aunque también los hay aleatorios como es el caso de los impactos de meteoritos.

La influencia humana sobre el clima en muchos casos se considera forzamiento externo ya que su influencia es más sistemática que caótica pero también es cierto que el Homo sapiens pertenece a la propia

biosfera terrestre pudiéndose considerar también como forzamientos internos según el criterio que se use. En las causas internas se encuentran una mayoría de factores no sistemáticos o caóticos. Es en este grupo donde se encuentran los factores amplificadores y moderadores que actúan en respuesta a los cambios introduciendo una variable más al problema ya que no solo hay que tener en cuenta los factores que actúan sino también las respuestas que dichas modificaciones pueden conllevar. Por todo eso al clima se le considera un sistema complejo. Según qué tipo de factores dominen la variación del clima será sistemática o caótica. En esto depende mucho la escala de tiempo en la que se observe la variación ya que pueden quedar patrones regulares de baja frecuencia ocultos en variaciones caóticas de alta frecuencia y viceversa.

El clima del planeta depende de muchos factores. La cantidad de energía procedente del Sol es el más importante de ellos, aunque también intervienen otros factores como la concentración de gases de efecto invernadero y aerosoles en la atmósfera o las propiedades de la superficie terrestre. Estos factores determinan la proporción de energía solar que se absorbe o se devuelve reflejada al espacio.

La concentración atmosférica de gases de efecto invernadero como el dióxido de carbono (CO_2), el metano (CH_4) y el óxido nitroso (N_2O) ha aumentado notablemente desde el comienzo de la revolución industrial. Esto se debe principalmente a actividades humanas como la quema de combustibles fósiles, el cambio en los usos de la tierra y la agricultura.

La temperatura media de la superficie terrestre ha subido más de $0,6^\circ\text{C}$ desde los últimos años del siglo XIX. Se prevé que aumente de nuevo entre $1,4^\circ\text{C}$ y $5,8^\circ\text{C}$ para el año 2100, lo que representa un cambio rápido y profundo. Aun cuando el aumento real sea el mínimo previsto, será mayor que en cualquier siglo de los últimos 10.000 años. (IV Evaluación del Cambio Climático IPCC, 2007)

La razón principal de la subida de la temperatura es un proceso de industrialización iniciado hace siglo y medio y, en particular, la combustión de cantidades

cada vez mayores de petróleo, gasolina y carbón, la tala de bosques y algunos métodos de explotación agrícola.

Estas actividades han aumentado el volumen de “gases de efecto invernadero” en la atmósfera, sobre todo de dióxido de carbono, metano y óxido nitroso. Estos gases se producen naturalmente y son fundamentales para la vida en la Tierra; impiden que parte del calor solar regrese al espacio, y sin ellos el mundo sería un lugar frío y yermo. Pero cuando el volumen de estos gases es considerable y crece sin descanso, provocan unas temperaturas artificialmente elevadas y modifican el clima. El decenio de 1990 parece haber sido el más cálido del último milenio, y 1998 el año más caluroso.

LECCIÓN 2: INFLUENCIAS EXTERNAS E INTERNAS DE LA TIERRA DEL CAMBIO CLIMÁTICO. INFLUENCIA ANTROPOGÉNICA SOBRE EL CLIMA

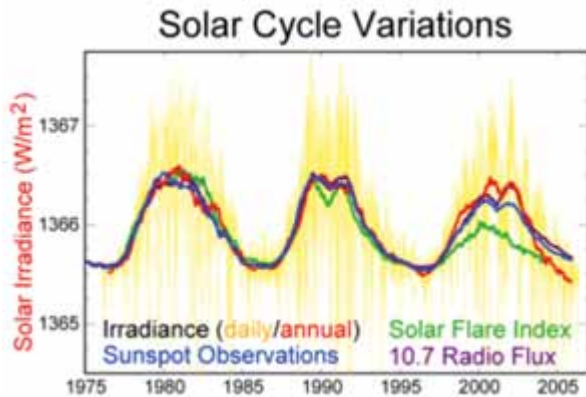
La atmósfera es una mezcla de gases (el aire) que son mantenidos por la gravedad terrestre como una envoltura. Su límite se fija por convención a 1.000 kilómetros sobre el nivel del mar, pero este límite es artificial por dos razones: hay gases a mayor altitud, pero la atmósfera por debajo del límite está extremadamente enrarecida. Como el aire se comprime fácilmente, el aire se concentra en sus partes inferiores como consecuencia de la presión ejercida por el aire de las capas superiores, mientras que la concentración de gases disminuye con la altura (50% de la masa atmosférica está en los 5.6 kilómetros inferiores).

Las influencias externas del Cambio de Clima son:

Variación solar

El Sol es una estrella variable. Presenta ciclos de actividad de once años. Ha tenido períodos en los cuales no presenta manchas solares, como el mínimo de Maunder que fue de 1645 a 1715. En los cuales se produjo una mini edad de Hielo.

Gráfico No. 1: Variaciones de la luminosidad solar a lo largo del ciclo de las manchas solares (IPCC 2007)



La temperatura media de la Tierra depende, en gran medida, del flujo de radiación solar que recibe. Sin embargo, debido a que ese aporte de energía apenas varía en el tiempo, no se considera que sea una contribución importante para la variabilidad climática. Esto sucede porque el Sol es una estrella de tipo G en fase de secuencia principal, resultando muy estable. El flujo de radiación es, además, el motor de los fenómenos atmosféricos ya que aporta la energía necesaria a la atmósfera para que éstos se produzcan.

Impactos de meteoritos

En raras ocasiones ocurren eventos de tipo catastrófico que cambian la faz de la Tierra para siempre. El último de tales acontecimientos catastróficos sucedió hace 65 millones de años. Se trata de los impactos de meteoritos de gran tamaño. Es indudable que tales fenómenos pueden provocar un efecto devastador sobre el clima al liberar grandes cantidades de CO_2 , polvo y cenizas a la atmósfera debido a la quema de grandes extensiones boscosas. De la misma forma, tales sucesos podrían intensificar la actividad volcánica en ciertas regiones.

Las influencias internas del Cambio de Clima son:

La deriva continental

La Tierra ha sufrido muchos cambios desde su origen hace 4.600 millones de años. Hace 225 millones

todos los continentes estaban unidos, formando lo que se conoce como Pangea, y había un océano universal llamado Panthalassa. Esta disposición favoreció el aumento de las corrientes oceánicas y provocó que la diferencia de temperatura entre el Ecuador y el Polo fuera muchísimo menor que en la actualidad. La tectónica de placas ha separado los continentes y los ha puesto en la situación actual. El Océano Atlántico se ha ido formando desde hace 200 millones de años.

La composición atmosférica

La atmósfera primitiva, cuya composición era parecida a la nebulosa inicial, perdió sus componentes más ligeros, el hidrógeno diatómico (H_2) y el helio (He), para ser sustituidos por gases procedentes de las emisiones volcánicas del planeta o sus derivados, especialmente dióxido de carbono (CO_2), dando lugar a una atmósfera de segunda generación. En dicha atmósfera son importantes los efectos de los gases de invernadero emitidos de forma natural en volcanes. Por otro lado, la cantidad de óxidos de azufre y otros aerosoles emitidos por los volcanes contribuyen a lo contrario, a enfriar la Tierra. Del equilibrio entre ambos efectos resulta un balance radiactivo determinado. Con la aparición de la vida en la Tierra se sumó como agente incidente el total de organismos vivos, la biosfera. Inicialmente, los organismos autótrofos por fotosíntesis o quimiosíntesis capturaron gran parte del abundante $[\text{CO}_2]$ de la atmósfera primitiva, a la vez que empezaba acumularse oxígeno (a partir del proceso abiótico de la fotólisis del agua). La aparición de la fotosíntesis oxigénica, que realizan las cianobacterias y sus descendientes los plastos, dio lugar a una presencia masiva de oxígeno (O_2) como la que caracteriza la atmósfera actual, y aun superior. Esta modificación de la composición de la atmósfera propició la aparición de formas de vida nuevas, aeróbicas que se aprovechaban de la nueva composición del aire. Aumentó así el consumo de oxígeno y disminuyó el consumo neto de CO_2 llegando al equilibrio o clímax, y formándose así la atmósfera de tercera generación actual. Este delicado equilibrio entre lo que se emite y lo que se absorbe se hace evidente en el ciclo del CO_2 , la presencia del

cual fluctúa a lo largo del año según las estaciones de crecimiento de las plantas.

Las corrientes oceánicas

Las corrientes oceánicas, o marinas, son un factor regulador del clima que actúa como moderador, suavizando las temperaturas de regiones como Europa. El ejemplo más claro es la corriente termohalina que, ayudada por la diferencia de temperaturas y de salinidad, se hunde en el Atlántico Norte.

Campo magnético terrestre

De la misma forma que el viento solar puede afectar al clima de forma directa, las variaciones en el campo magnético terrestre pueden afectarlo de manera indirecta ya que, según su estado, detiene o no las partículas emitidas por el Sol. Se ha comprobado que en épocas pasadas hubo inversiones de polaridad y grandes variaciones en su intensidad, llegando a estar casi anulado en algunos momentos. Se sabe también que los polos magnéticos, si bien tienden a encontrarse próximos a los polos geográficos, en algunas ocasiones se han aproximado al Ecuador. Estos sucesos tuvieron que influir en la manera en la que el viento solar llegaba a la atmósfera terrestre.

Los efectos antropogénicos

El ser humano es hoy uno de los agentes climáticos de importancia, incorporándose a la lista hace relativamente poco tiempo. Su influencia comenzó con la deforestación de bosques para convertirlos en tierras de cultivo y pastoreo, pero en la actualidad su influencia es mucho mayor al producir la emisión abundante de gases que producen un efecto invernadero: CO₂ en fábricas y medios de transporte y metano en granjas de ganadería intensiva y arrozales. Actualmente tanto las emisiones de gases como la deforestación se han incrementado hasta tal nivel que parece difícil que se reduzcan a corto y medio plazo, por las implicaciones técnicas y económicas de las actividades involucradas.

Gráfico No. 2: Esquema de interrelación entre los componentes del proceso de antropización y el cambio Global caracterizado por los principales problemas ambientales.



Fuente: Diagnostico medio ambiental y orientaciones estratégicas por Francisco Borja Barrera 2007

Es evidente que con las acciones antrópicas se ha alterado los principales variables que determinan el clima, que son principalmente la temperatura y la precipitación relacionada con la nubosidad. Al aumentar los gases efecto invernadero se aumenta las concentraciones normales de los elementos que constituyen la atmósfera, principalmente el CO₂, el metano y esto determina anomalías y cambios en la circulación general de la atmósfera y en el efecto invernadero, lo cual se ha evidenciado en el calentamiento global del planeta, es decir el aumento de la temperatura media global y la disminución drástica de la precipitación, haciendo algunos lugares mas secos de lo que son, aumentando la desertificación, así también por la misma anomalía de la circulación de la atmósfera se presenta en otros lugares demasiada precipitación causando inundaciones y por ende convirtiéndose en desastres naturales en lugares donde los regimenes de lluvia.

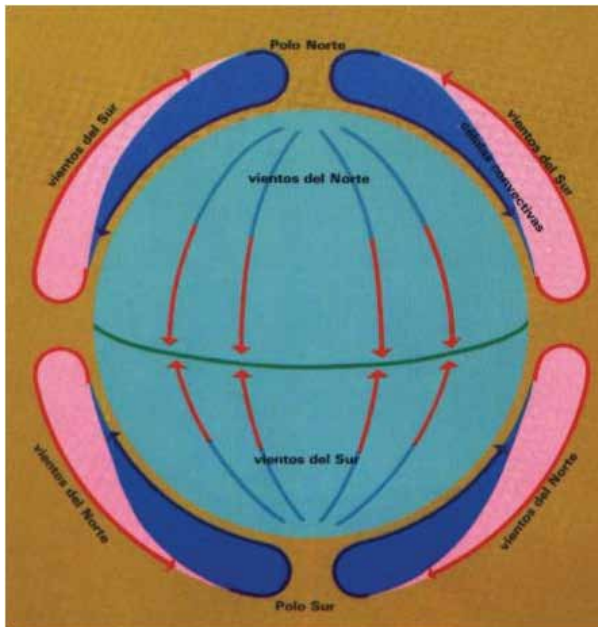
LECCIÓN 3. CIRCULACIÓN GENERAL DE LA ATMÓSFERA

La atmósfera es una máquina térmica y el sol es la fuente de energía. La radiación solar atraviesa la atmósfera y calienta la superficie, y el suelo por

contacto con la atmósfera, entrega a ésta su calor. Está claro que el sol no calienta siempre igual. Día, noche, Polo, Ecuador, mar y continente, bosques y desiertos, marcan grandes diferencias. Se dice entonces que la atmósfera sufre un «calentamiento diferencial».

En aquellos lugares donde la superficie se calienta, el aire calentado tiende a elevarse y ser reemplazado por aire más frío. Esto ocurre por ejemplo con la brisa de mar: Durante el día, cuando el tiempo está bueno y casi no hay viento, la costa se calienta por la radiación solar. El aire entonces se eleva y el lugar que deja es ocupado por aire relativamente más frío que proviene desde el mar. Por la noche, ocurre el efecto contrario, la playa se enfría, pero el mar conserva su temperatura, por lo tanto el aire se eleva desde el mar y su lugar es ocupado por aire más fresco proveniente de la costa, a este fenómeno se lo conoce como brisa de tierra. Lo mismo sucede en mayor escala entre el Ecuador y el Polo. En la siguiente figura se puede observar esta circulación.

Gráfico No. 3: Circulación General de la Atmósfera



Fuente: La atmósfera y la predicción del tiempo–Biblioteca Salvat de grandes temas

Si la Tierra permaneciera inmóvil y su superficie fuera uniforme el aire en superficie iría de los polos al

Ecuador y en la altura del Ecuador a los Polos. Es decir que tendríamos viento Sur siempre en el Hemisferio sur y Viento Norte siempre en el Hemisferio Norte. Pero esto no es así porque la Tierra no es uniforme y además gira, por lo tanto el flujo del aire se desvía, a la izquierda en el Hemisferio Sur y a la derecha en el hemisferio Norte. Entonces tendríamos viento sudeste en el Hemisferio Sur y noreste en el Hemisferio Norte y en altura Noroeste en el hemisferio Sur y Sudoeste en el Hemisferio Norte.

A lo anterior hay que agregarle otro factor que es el rozamiento con la superficie terrestre. Por lo tanto debe existir una franja en la que el viento sople del oeste, de tal manera de compensar las fuerzas que tienden a frenar la Tierra con otras que tiendan a acelerarla. Esta franja está en las latitudes medias.

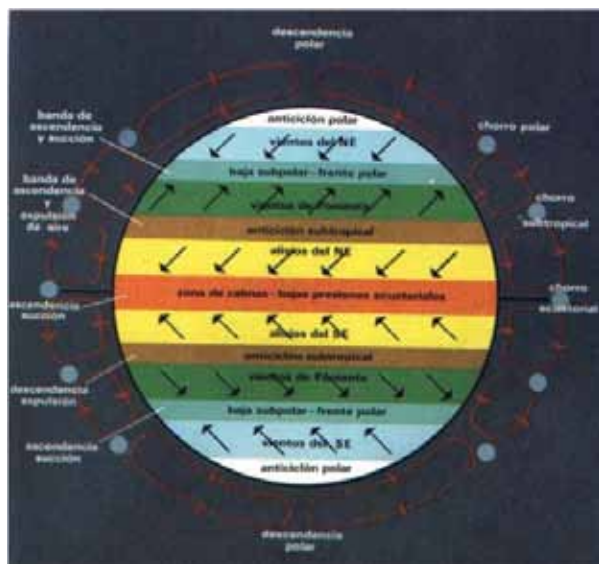
Queda definida entonces la circulación general de la atmósfera de la siguiente manera:

1. Una franja de poco viento y presión relativamente baja, las calmas ecuatoriales. Como allí el aire asciende y al hacerlo se enfría, el vapor de agua que contiene se condensa formando nubes de tormentas llamadas cúmulosnimbus y se observan intensos chaparrones y tormentas. Esta zona es llamada de convergencia intertropical tiene un desplazamiento al hemisferio que está en verano.
2. A ambos lados soplan los vientos alisios, del noreste en el hemisferio Norte y del sudeste en el hemisferio Sur. Abarcan una zona de aproximadamente 30° .
3. A medida que nos alejamos del Ecuador, cerca de los 30° de latitud sur y norte, encontramos las calmas de Ross, zonas ocupadas por los grandes anticiclones subtropicales semipermanentes. Aquí el aire es calentado y secado por la compresión de los movimientos descendentes. Esto determina la ausencia total de precipitaciones por lo que en esta zona encontramos los grandes desiertos del mundo.
4. Entre los 30 y 60° de latitud norte y sur soplan los vientos del oeste. Esta zona se caracteriza por la variabilidad del tiempo. ES NUESTRA ZONA. Aquí el aire caliente tiende a ponerse debajo del

aire frío aumentando cada vez más el contraste meridional de temperatura y la inestabilidad del flujo atmosférico. Este contraste térmico lleva a enfrentar masas de aire muy distintas formándose los frentes y sus fenómenos asociados (lluvias, tormentas, ráfagas de viento y hasta tornados).

- De 60° hacia los Polos predominan nuevamente los vientos del este. En los 60° la presión es mínima, por esa razón por allí transitan los grandes ciclones subpolares (que originan temporales intensos y fuertes nevadas). Hacia los Polos vuelve a subir la presión y el tiempo se hace más apacible aunque, naturalmente muy frío. En el siguiente gráfico se puede visualizar bien la circulación general de la atmósfera.

Gráfico No. 4: Circulación General de la Atmósfera



Fuente: La atmósfera y la predicción del tiempo–Biblioteca Salvat de grandes temas

La circulación general de la atmósfera de una u otra manera determina el clima de un lugar, en este caso la región Centroamericana y Nicaragua es afectada por los siguientes Sistemas Meteorológicos: Ondas Tropicales, la Zona de Convergencia Intertropical (ZCIT), Vórtices Ciclónicos Tropicales, Brisa de Mar y Montaña, Sistemas Anticiclónicos Continental y Marítimo, Frentes Fríos, El Niño, La Niña y Tormentas Convectivas asociadas con fenómenos eléctricos.

El comportamiento de estos fenómenos en la región y en nuestro país es afectado por el relieve, la dirección de los vientos, los bosques, el tamaño de los valles intramontanos, la orientación de las costas y las regiones con respecto al flujo del viento, por el efecto de transporte del vapor de agua desde los océanos y el efecto de la brisa de los lagos y mares en las áreas circundantes. Todas estas características determinan los diferentes regímenes de las variables meteorológicas que tipifican el clima de la región y del país, sin embargo en los últimos años se ha incrementado la temperatura global por acción antrópica, alterando el comportamiento normal de la circulación general de la atmósfera y esto también evidencia el Cambio Climático. Esto hace que en los últimos años se han presentado reducciones sustanciales del periodo lluvioso. Las variaciones climáticas resultado de estaciones lluviosas más cortas y el incremento de la intensidad de eventos extremos están trayendo consecuencias negativas para la región y el país. Se ha estimado en los últimos treinta años desastres naturales han ocasionado la muerte de mas de 56,000 personas aproximadamente y pérdidas económicas por un monto aproximado de 22,500 millones de dólares en la región centroamericana específicamente.¹

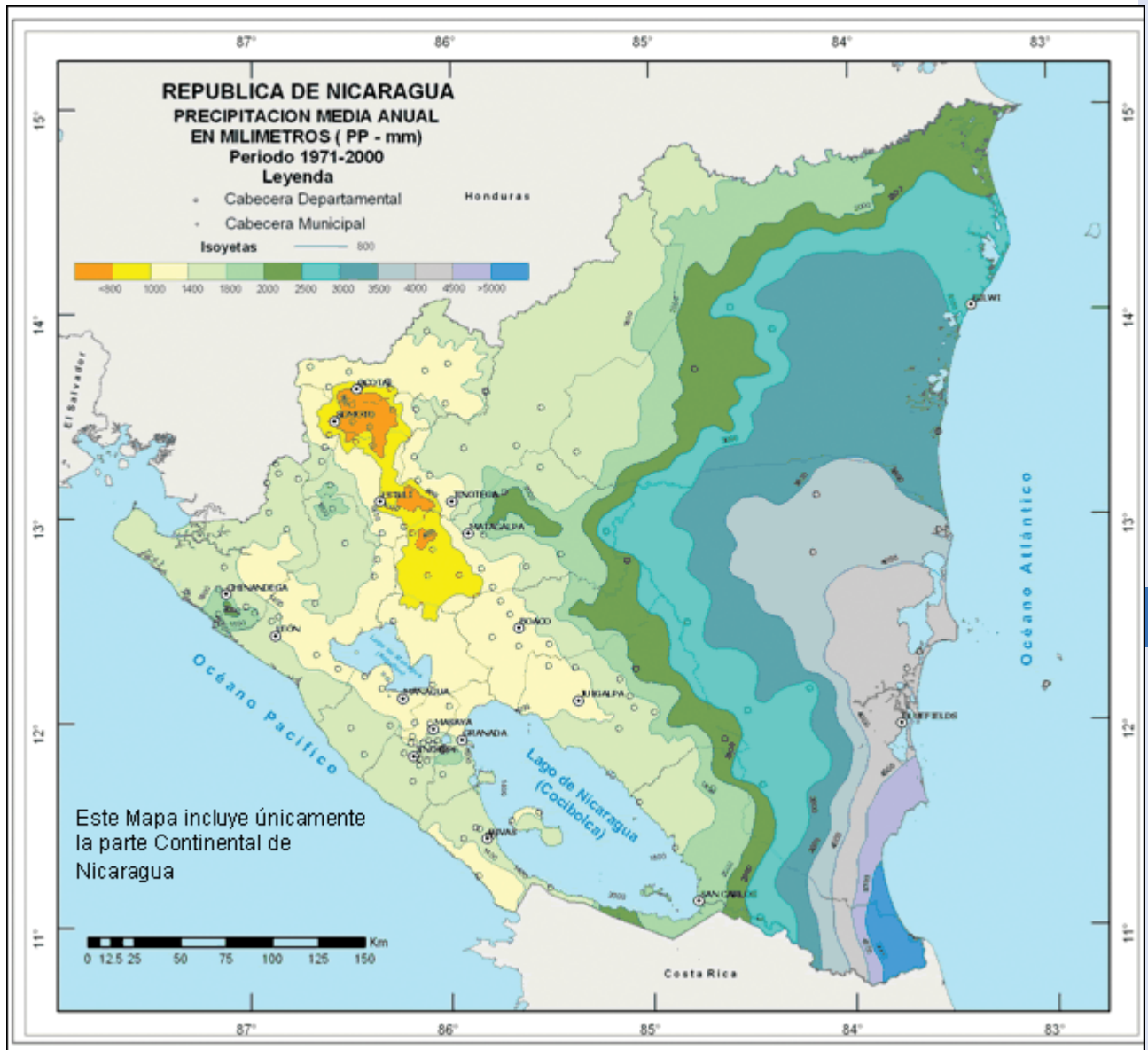
Comportamiento de las principales variables meteorológicas

a) Precipitación Media Anual

El comportamiento espacio – temporal de las precipitaciones, permite conocer que la mayor cantidad de éstas, caen en el período comprendido de Mayo a Octubre. En las Regiones del Pacífico, Norte y Central, existen dos períodos bien definidos: uno lluvioso, de Mayo a Octubre y otro seco de Noviembre a Abril. En la llanura del Atlántico, las precipitaciones se presentan casi durante todo el año. A nivel nacional, la precipitación media anual aumenta de 800 mm al este de Somoto hasta valores mayores a los 5000 mm al Sureste de la Región Autónoma del Atlántico Sur. Los totales anuales de precipitación en las Regiones Autónomas del Atlántico son dos o tres veces mayores que los totales acumulados en la Región del Pacífico. Ver Mapa: Precipitación Media Anual.

¹ Marco de Indicadores para evaluar la vulnerabilidad del cultivo de maíz y frijol ante el Cambio Climático.

Mapa No. 1: Precipitación Media Anual



Fuente: INETER, 2004 (Atlas Climático de Nicaragua)

Según los estudios de los escenarios climáticos y socioeconómicos de Nicaragua para el siglo XXI de Ministerio del Ambiente y Recursos Naturales, las condiciones de la precipitación y la nubosidad bajo los escenarios moderado y pesimista presentan lo siguiente: Para el horizonte de tiempo 2050, los escenarios moderado y optimista, muestran valores de disminución de la precipitación media anual bastante similares que varían entre -16.9% y -16.2% respectivamente en la vertiente del Pacífico y entre

-16.5% y -15.8% en el Caribe. Las posibles reducciones en el campo medio mensual de la precipitación para el escenario pesimista, serían de mayor magnitud durante el periodo relativamente seco de noviembre a abril, en ambas vertientes.

En todo el país se considera una reducción promedio de 36.3% para todo el país (a partir de las reducciones de cada vertiente), se puede observar que los cambios más significativos se registrarían en regiones

que aun hoy en día son bastante secas, como es el caso de la región norte del país (menos de 800 mm/año) y la de los municipios del norte de Chinandega y León. De acuerdo a los resultados simulados por el modelo, esta zona recibirá anualmente menos del 500 mm/año, lo cual tendría una repercusión importante en algunas actividades económicas, en particular la agrícola y la ganadera.

En la vertiente del Caribe, la región más lluviosa es la sudeste del país con acumulados anuales que serán los 4000 mm/año. La cantidad de lluvia esperada para el año 2,100 en esta región, sería un poco mayor de los 2600 mm/año,

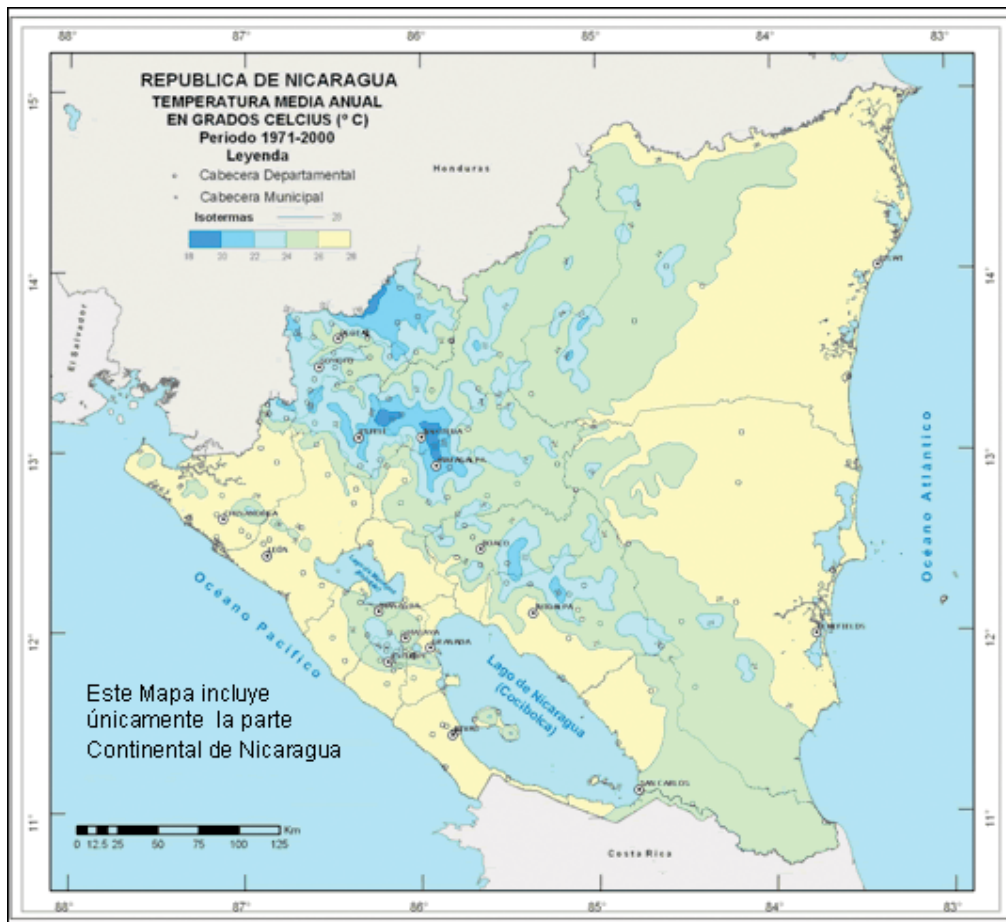
La zona más lluviosa del norte y centro del país cambiará de 800 mm/año a menos de 500 mm/año.²

b) Régimen Térmico

Las temperaturas medias anuales en Nicaragua oscilan entre los 18.0°C y 28.0°C. Las temperaturas medias más altas (28°C), ocurren en la Zona Occidental de la Región del Pacífico sobre todo en el sector Norte y Occidental del Lago de Managua, el cual se caracteriza por ser uno de los lugares más cálidos del país. En las Regiones Central y Norte, las temperaturas medias oscilan entre 18.0°C y 26.0°C, siendo éstas menores con relación a las registradas en la Región del Pacífico (22.0°C y 28.0°C).

Los valores mínimos de temperatura media se presentan en los Valles Intramontanos (Ocotol, Jinotega, etc) y zonas montañosas de la Región Norte con mayor elevación. En la Regiones Autónomas del

Mapa No. 2: Temperatura Media Anual



Fuente: INETER, 2004 (Atlas Climático de Nicaragua)

² Escenarios Climáticos y socioeconómicos de Nicaragua para el siglo XXI, MARENA , marzo 2000

Atlántico, la temperatura media presenta muy poca variación, registrándose 26.4°C en Puerto Cabezas y 25.6 °C en Bluefields. Ver Mapa: Temperatura Media Anual.

A nivel nacional los valores mínimos y máximos de la temperatura máxima absoluta varían de 27.6°C en Jinotega a 42.0°C en Chinandega, mientras que los valores extremos de las temperaturas mínimas absolutas oscilan de 5.5°C en Estelí a 22.0°C en Corinto.

Cada uno de los gases efecto invernadero tiene un efecto particular de calentar la atmósfera, esto es básicamente el forzamiento radiativo. Con base en las proyecciones de las emisiones de los gases de efecto invernadero, su respectivo incremento de sus concentraciones en la atmósfera y la contribución de estos gases a su calentamiento, se puede estimar cuanto cambiaría la temperatura global del planeta y cuanto podría afectar esto al clima. Según los estudios de los Escenarios climáticos y Socioeconómicos de Nicaragua, publicados por MARENA 2000, la temperatura media anual sobre la vertiente del Pacífico, tiende a aumentar gradualmente sobre el promedio actual. Desde 0.90°C en el año 2010 hasta 3.7 °C en el año 2100. Sobre el Caribe la temperatura media también muestra un aumento que varía desde los 0.8°C, Pacífico, tiende a aumentar gradualmente sobre el promedio actual. Desde 0.90°C en el año 2010 hasta 3.3 °C en el año 2100.

Cuando se analizan los resultados de los escenarios moderado y optimista referidos al año 2100, se puede observar que las tendencias, las tendencias son similares al escenario pesimista. Por ejemplo en el escenario moderado, la temperatura para el año 2100 alcanza 2.6 oC (Pacífico) y 2.3 oC (Caribe) sobre la temperatura actual. Para el escenario optimista estos aumentos serían de 2.1 oC (Pacífico) y 1.9 oC (Caribe).³

Lo anterior evidencia la necesidad prepararse ante los impactos del Cambio Climático, ya que este cambio aun en el escenario optimista será real y relativamente severo. Tal situación debe considerarse

objetivamente, por los tomadores de decisiones, en particular por ser Nicaragua un país tan vulnerable y dependiente de una agricultura poco tecnificada, el cual sería impactado principalmente por las variaciones climáticas.

LECCIÓN 4: BALANCE DE ENERGÍA EN LA TIERRA, ENERGÍA RADIANTE DEL SOL., CONSTANTE SOLAR, COMPOSICIÓN DE LA ENERGÍA SOLAR Y RADIACIÓN REFLEJADA Y ABSORBIDA POR LA TIERRA, EFECTO INVERNADERO NATURAL.

Energía radiante del Sol. Constante solar

La mayor parte de la energía que llega a nuestro planeta procede del Sol. Viene en forma de radiación electromagnética.

El flujo de energía solar que llega al exterior de la atmósfera es una cantidad fija, llamada constante solar. Su valor es de alrededor de $1,4 \cdot 10^3 \text{ W/m}^2$ (1354 Watios por metro cuadrado según unos autores, 1370 $\text{W}\cdot\text{m}^{-2}$ según otros), lo que significa que a 1 m^2 situado en la parte externa de la atmósfera, perpendicular a la línea que une la Tierra al Sol, le llegan algo menos que $1,4 \cdot 10^3 \text{ J}$ cada segundo.

Para calcular la cantidad media de energía solar que llega a nuestro planeta por metro cuadrado de superficie, hay que multiplicar la anterior por toda el área del círculo de la Tierra y dividirlo por toda la superficie de la Tierra lo que da un valor de $342 \text{ W}\cdot\text{m}^{-2}$ que es lo que se suele llamar constante solar media.

Composición de la energía solar

a) Antes de atravesar la atmósfera

La energía que llega a la parte alta de la atmósfera es una mezcla de radiaciones de longitudes de onda (λ) entre 200 y 4000 nm. Se distingue entre radiación ultravioleta, luz visible y radiación infrarroja.

b) En la superficie de la Tierra

La atmósfera absorbe parte de la radiación solar.

³ Escenarios Climáticos y socioeconómicos de Nicaragua para el siglo XXI, MARENA, marzo 2000

En unas condiciones óptimas con un día perfectamente claro y con los rayos del sol cayendo casi perpendiculares, como mucho las tres cuartas partes de la energía que llega del exterior alcanza la superficie. Casi toda la radiación ultravioleta y gran parte de la infrarroja son absorbidas por el ozono y otros gases en la parte alta de la atmósfera. El vapor de agua y otros componentes atmosféricos absorben en mayor o menor medida la luz visible e infrarroja. La energía que llega al nivel del mar suele ser radiación infrarroja un 49%, luz visible un 42% y radiación ultravioleta un 9%.

En un día nublado se absorbe un porcentaje mucho más alto de energía, especialmente en la zona del infrarrojo.

La vegetación absorbe en todo el espectro, pero especialmente en la zona del visible. Parte de la energía absorbida por la vegetación es la que se emplea para hacer la fotosíntesis.

24

Radiación reflejada y absorbida por la Tierra

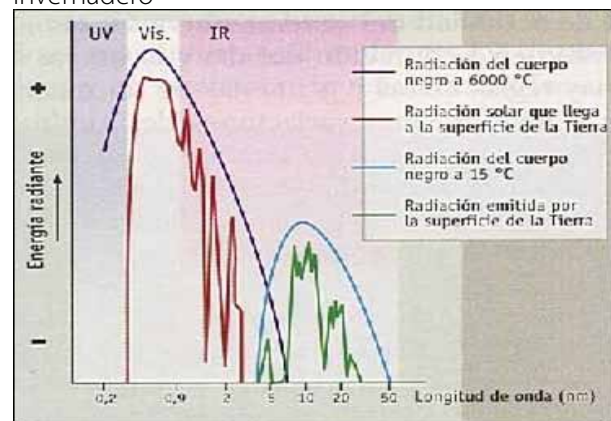
El albedo de la Tierra, es decir su brillo: su capacidad de reflejar la energía, es de alrededor de un 0.3. Esto significa que alrededor de un 30% de los $342 \text{ W}\cdot\text{m}^{-2}$ que se reciben (es decir algo más de $100 \text{ W}\cdot\text{m}^{-2}$) son devueltos al espacio por la reflexión de la Tierra. Se calcula que alrededor de la mitad de este albedo es causado por las nubes, aunque este valor es, lógicamente, muy variable, dependiendo del lugar y de otros factores

El 70% de la energía que llega, es decir uno $240 \text{ W}\cdot\text{m}^{-2}$ es absorbido. La absorción es mayor en las zonas ecuatoriales que en los polos y es mayor en la superficie de la Tierra que en la parte alta de la atmósfera. Estas diferencias originan fenómenos de convección y se equilibran gracias a transportes de calor por las corrientes atmosféricas y a fenómenos de vaporación y condensación. En definitiva son responsables de la marcha del clima.

Los diferentes gases y otros componentes de la atmósfera no absorben de igual forma los distintos

tipos de radiaciones. Algunos gases, como el oxígeno y el nitrógeno son transparentes a casi todas las radiaciones, mientras que otros como el vapor de agua, dióxido de carbono, metano y óxidos de nitrógeno son transparentes a las radiaciones de corta longitud de onda (ultravioletas y visibles), mientras que absorben las radiaciones largas (infrarrojas). Esta diferencia es decisiva en la producción del efecto invernadero. En la siguiente figura se puede ver el balance energético de la tierra.

Gráfico No. 5: Balance Energético de la Tierra y Efecto invernadero



Fuente: Ciencias de la tierra y medio ambiente, libro electrónico

UNIDAD 2: EFECTOS DEL CAMBIO CLIMÁTICO, CALENTAMIENTO GLOBAL, GASES EFECTO INVERNADERO

Objetivo: Comprender que el cambio climático es global, con implicancias locales por el aumento de la temperatura global del planeta en 0.5 grados centígrados, y que seguirá por muchos años incluso si las concentraciones atmosféricas de estos gases dejaran de subir inmediatamente.

Contenido: Comprende el Cambio Climático Global, efectos, gases efecto invernadero, inventario de gases efecto invernadero, emisiones por sector (energía, desperdicios, agricultura, cambio de uso de la tierra y silvicultura), fuentes: consumo de combustibles

fósiles, cambio en el uso del suelo, el potencial de calentamiento global, impactos del cambio climático en el bosque, agricultura, pesca, recursos hídricos.

LECCIÓN 1: CAMBIO CLIMÁTICO, EFECTOS

El Cambio Climático

Es el cambio del clima atribuido a la actividad humana que modifica la composición de la atmósfera global. Esto es debido al incremento de gases efecto invernadero hacia la atmósfera. Los gases emitidos son principalmente el Dióxido de carbono (CO_2), el metano (CH_4), el óxido nítrico (N_2O) y los cloro fluoros Carbonos (CFC's y HCFC's).

Las emisiones son provocadas por actividades humanas, principalmente por el uso de petróleo, la deforestación, las actividades industriales, la ganadería y el manejo de desechos. El incremento de las concentraciones atmosféricas de estos gases, resultado de las crecientes emisiones, intensifica el efecto invernadero natural de la atmósfera, determinando un calentamiento mayor en la tierra.

La variabilidad climática ha causado importantes pérdidas debido a las sequías asociadas al fenómeno de El Niño y lluvias intensas vinculadas a huracanes y a La Niña. El cambio climático puede potenciar la magnitud y recurrencia de los eventos extremos, alterando la oferta de agua potable, incidiendo en la seguridad alimentaria y aumentando el riesgo futuro, principalmente para aquellos sistemas humanos vulnerables asociados con condiciones de pobreza, y a los sectores productivos del desarrollo (agricultura, agua, energía, ganadería, etc.).

A continuación se detallan los principales impactos asociados al cambio climático y referido al contexto ambiental, biofísico y socioeconómico:

- La recurrencia de un año seco o lluvioso extremo, provoca reducción de los rendimientos de la actividad agropecuaria, ya sea porque se acentúan las sequías o por los efectos adversos de las inundaciones.

- La recurrencia de períodos con *días secos consecutivos* mayores a 15 días durante julio y agosto, afecta las cosechas de postre y reduce la productividad de los cultivos; originando escasos ingresos familiares, con repercusiones negativas posteriores en la seguridad alimentaria, desnutrición infantil y problemas en la salud humana.
- Disminución de los niveles de los acuíferos y de la humedad del suelo, que a la vez disminuyen la productividad.
- El componente social se ve impactado por un deterioro en la calidad de vida de la población, afectando la salud pública especialmente en poblaciones pobres con pocos hábitos de higiene y limpieza. Las diarreas y enfermedades transmitidas por vectores aumentan debido a los racionamientos y el mal almacenamiento de agua, afectando los grupos más vulnerables: niños y adultos mayores.
- En el caso de sequías, las afectaciones que la población percibe con mayor intensidad son: el déficit de agua para el consumo doméstico, el descenso de la producción de alimentos y la reducción de puestos de trabajo en la agricultura. Restricciones significativas de agua y alteración de los resultados en las producciones agropecuarias tradicionales y el consumo alimentario de la población.
- En términos económicos representa menores ingresos para productores y menor disponibilidad de producción para el consumo en la finca; así como el aumento en los precios de los alimentos producidos en la zona.
- Afectación de la dieta básica de los pobladores: se reportan pérdidas de semillas, siembras y cosechas y se dificulta el laboreo del suelo.
- Deserción escolar, principalmente de niños de educación primaria en las zonas rurales.
- Los principales impactos en años lluviosos son: inundaciones, deslizamientos, destrucción de infraestructura, pérdida de cosechas, plagas, contaminación de acuíferos. Afectación de la Camaronicultura y de la Pesca Artesanal por el arrastre de plaguicidas de las tierras agrícolas a las zonas de reproducción de alevines.

- El exceso de lluvias se asocia a la aparición de enfermedades y plagas que afectan las cosechas. Contaminación de los acuíferos por agroquímicos y de los pozos para consumo humano en las zonas rurales. Incremento de las enfermedades de transmisión vectorial, en particular del dengue y la malaria.

Este cambio climático afecta a diferentes sectores como:

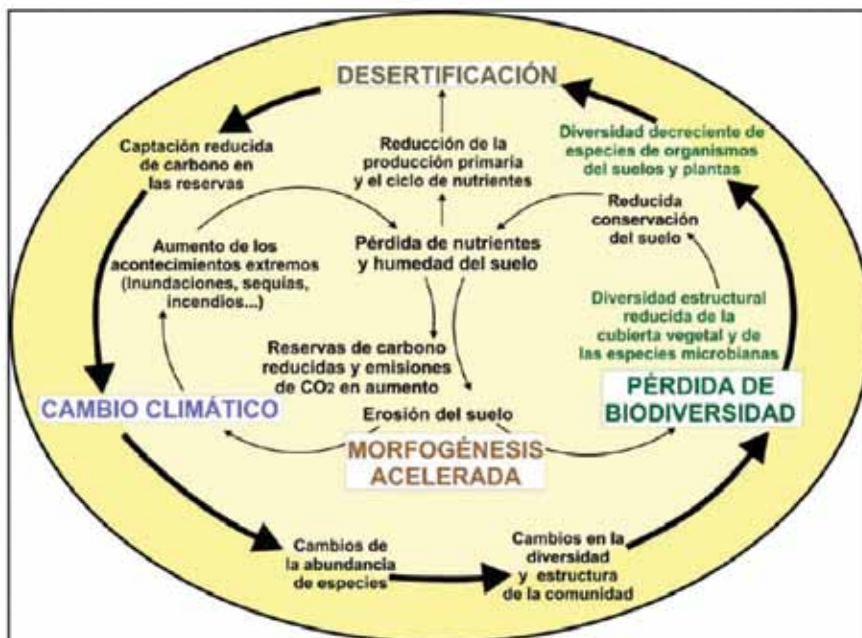
- Bosques:** El incremento sostenido de la temperatura origina cambios en los climas regionales que afectan el crecimiento y la capacidad de regeneración de los bosques en muchas regiones. Existe una disminución de la diversidad florística, un aumento de los agentes patógenos del área infectada y una mayor frecuencia e intensidad de los incendios.
- Desiertos y desertificación:** Es probable que la desertificación sea irreversible, el medio ambiente se torna más seco y el suelo se degrada aun más a causa de la erosión y la compactación.
- Sistemas costeros:** El calentamiento global provoca el incremento del nivel del mar, cambios en las tormentas o en las mareas de tempestad, erosionan las costas y hábitats asociados, mayor

salinidad de los estuarios y acuíferos de agua dulce. Altera las mareas en los ríos y bahías, cambios en el transporte de sedimentos y nutrientes, entre otros.

- Hidrología y gestión de recursos hídricos:** Los cambios en la cantidad total de precipitación y en su frecuencia e intensidad influyen en la magnitud y momento de la escorrentía, así como en la intensidad de crecidas y sequías sobre todo en regiones áridas y semiáridas.
- Agricultura:** Más vulnerable en países como el nuestro, por estar poco tecnificada y ser altamente dependiente de las condiciones climáticas.
- Pesquería:** Los principales impactos se sentirán a nivel nacional y local, en la medida en que se mezclen especies y se desplacen los centros de producción. Se prevé menor captura de especies.
- Salud humana:** Aumento en la mortalidad y en las enfermedades infecciosas por vectores principalmente.

En la siguiente figura se puede observar como el cambio climático causa deterioro en los diferentes aspectos del Medio Ambiente.

Gráfico No. 6: Efectos del Cambio climático, pérdida de capacidad de los ecosistemas para suministrar servicios ambientales



Fuente: Diagnóstico medio ambiental y orientaciones estratégicas, Francisco Borja Barreras

LECCIÓN 2: GASES EFECTO INVERNADERO, INVENTARIO DE GASES EMISIONES POR SECTOR (ENERGÍA, DESPERDICIOS, AGRICULTURA, CAMBIO DE USO DE LA TIERRA Y SILVICULTURA),

Gases efecto invernadero

El tipo de radiación que emite un cuerpo depende de la temperatura a la que se encuentre. Apoyándose en este hecho físico las observaciones desde satélites de la radiación infrarroja emitida por el planeta indican que la temperatura de la Tierra debería ser de unos -18°C . A esta temperatura se emiten unos $240 \text{ W}\cdot\text{m}^{-2}$, que es justo la cantidad que equilibra la radiación solar absorbida.

La realidad es que la temperatura media de la superficie de la Tierra es de 15°C , a la que corresponde una emisión de $390 \text{ W}\cdot\text{m}^{-2}$. Los $150 \text{ W}\cdot\text{m}^{-2}$ de diferencia entre este valor y los $240 \text{ W}\cdot\text{m}^{-2}$ realmente emitidos son los que son atrapados por los gases con efecto invernadero y por las nubes. Esta energía es la responsable de los 33°C de diferencia.

La radiación de un cuerpo a elevadas temperaturas está formada por ondas de frecuencias altas. Este es el caso de la radiación procedente del sol y en una elevada proporción traspasa la atmósfera con facilidad. La energía remitida hacia el exterior, desde la Tierra, al proceder de un cuerpo mucho más frío, está en forma de ondas de frecuencias más bajas, y es absorbida en parte por los gases con efecto invernadero.

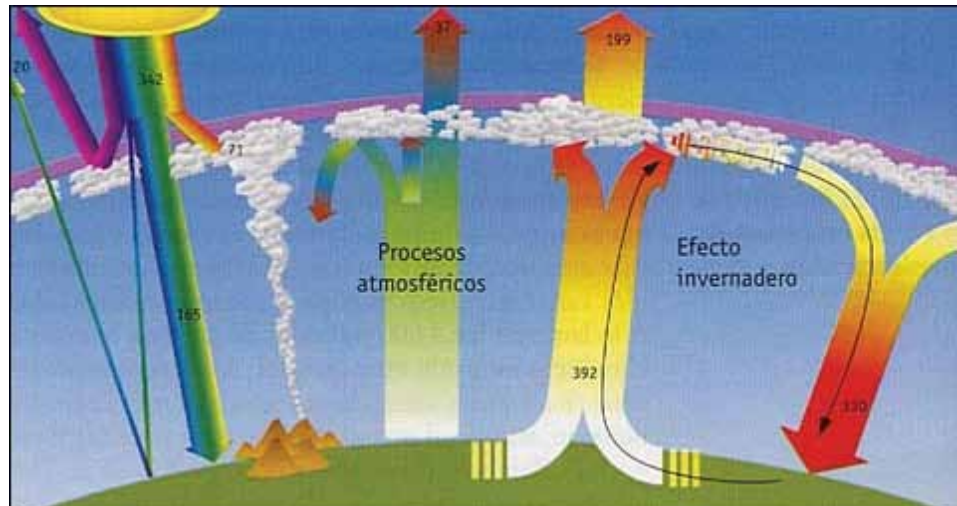
Bajo un cielo claro, alrededor del 60 al 70% del efecto invernadero es producido por el vapor de agua. Después de él son importantes, por este orden, el dióxido de carbono, el metano, ozono y óxidos de

nitrógeno. En un efecto invernadero natural no se citan los gases originados por la actividad humana.

El papel de las nubes (gotitas de agua suspendidas en la atmósfera) es doble. Por una parte el efecto invernadero es mayor que en un cielo despejado, pero, por otra parte, reflejan la luz que viene del sol. De media, para el conjunto de la Tierra, se calcula que su acción de calentamiento por efecto del aumento invernadero supone unos $30 \text{ W}\cdot\text{m}^{-2}$, mientras que su acción de enfriamiento por el reflejo de parte de la radiación es del orden de $50 \text{ W}\cdot\text{m}^{-2}$, lo que supone un efecto neto de enfriamiento de unos $20 \text{ W}\cdot\text{m}^{-2}$.

En la siguiente figura podemos visualizar un modelo idealizado del cambio climático natural:

Gráfico No. 7: Modelo idealizado del cambio climático global. Fuente: IPCC, 2007



Al analizar los gases efecto invernadero, es importante identificar las fuentes, incluyendo las antrópicas, tiempo de vida de cada uno de ellos, pues estos datos son datos cruciales para controlar las emisiones.

Se le denomina fuente al punto o lugar donde un gas, o contaminante, es emitido. Un reservorio o sumidero es un punto o lugar en el cual el gas es removido de la atmósfera, o por reacciones químicas o absorción en otros componentes del sistema

climático, incluyendo océanos, hielos y tierra. En la siguiente tabla se resume información sobre los principales gases efecto invernadero:

Tabla No. 1: Resumen de los principales gases efecto invernadero

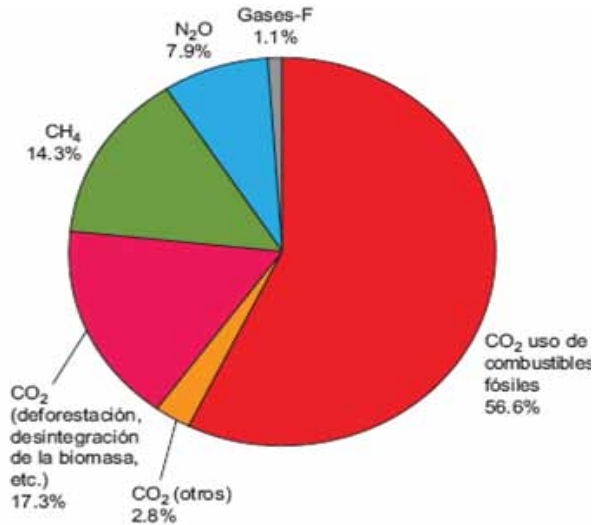
Nombre del gas	Breve Descripción	Emisión natural	Emisión Antropogénica	Sumidero
Dióxido de carbono	Se libera del interior de la tierra a través de fenómenos tectónicos y a través de la respiración, procesos de suelos y combustión, de compuestos con carbono y la evaporación oceánica	Respiración, descomposición de materia orgánica, incendios forestales naturales	Quema de combustibles fósiles, cambios en uso de suelos (principalmente deforestación), quema de biomasa, manufactura de cemento, termoeléctrica, etc.	Absorción por las aguas oceánicas y organismos marinos, terrestres, especialmente bosques y fitoplancton.
Metano	Es producido por procesos anaeróbicos como el cultivo de arroz, o la digestión animal, es destruido en la baja atmósfera por reacción con radicales hidroxilos libres (-OH)	Naturalmente a través de la descomposición de materia orgánica en condiciones anaeróbicas, también en los sistemas digestivos de termitas y rumiantes.	A través de cultivos de arroz, quema de biomasa, quema de combustibles fósiles, basureros.	Reacción con radicales hidroxilo en la troposfera y con el monóxido de carbono (CO) emitido por la acción humana.
Ozono	En la estratosfera filtra los rayos ultravioletas dañinos para las estructuras biológicas, es un gas efecto invernadero que absorbe efectivamente la radiación infrarroja.	Se forma a través de reacciones fotoquímicas que involucran radiación solar, una molécula de O ₂ y un átomo solitario de oxígeno.	Puede ser generado por complejas reacciones fotoquímicas asociadas a reacciones antropogénicas y constituye un potente contaminante atmosférico en la tropósfera superficial.	Es destruido por procesos fotoquímicos que involucran a radicales hidroxilos NO _x , y Cloro (Cl, ClO)
Halocarbonos	Clorofluocarbonos: Compuestos mayormente de origen antrópico que contienen carbono y halógenos como cloro, bromo, flúor y a veces hidrogeno, Hidroclorofluorcarbonos	Existen fuentes naturales en las que se producen compuestos relacionados como los metilhaluros.	Los Clorofluocarbonos (CFCs) comenzaron a producirse en los años 30 para refrigeración, posteriormente se usaron como propulsores para aerosoles, en la fabricación de espumas, etc.	Los CFCs emigran a la estratosfera donde se degradan por acción de los rayos ultravioletas, momento en el cual liberan átomos libres de cloro que destruyen el ozono.
	(HCFCs) e Hidrofluorcarbonos (HFCs)		Compuestos de origen antrópico, que se están usando como sustitutos de los CFCs, solo considerados como transicionales, pues también tienen efectos de gas invernadero.	Estos se degradan en la tropósfera por fotodisociación. Por la larga vida que poseen son gases efecto invernadero miles de veces más potentes que el CO ₂

Nombre del gas	Breve Descripción	Emisión natural	Emisión Antropogénica	Sumidero
Aerosoles		La variación en la cantidad de aerosoles afecta también el clima. Incluye polvo, cenizas, cristales de sal oceánica, esporas, bacterias, etc. Sus efectos sobre la turbidez atmosférica pueden variar en cortos periodos de tiempo, por ejemplo luego de una erupción volcánica.	Las fuentes naturales se calculan que son de 4 a 5 veces mayores que las antropogénicas. Tienen el potencial de influenciar fuertemente la cantidad de radiación de onda corta que llega a la superficie terrestre.	

Fuente: Estrategia Nacional de Cambio Climático. MARENA 2007

De todos los gases efecto invernadero el más elevado es el CO₂, esto se evidencia en el siguiente pastel:

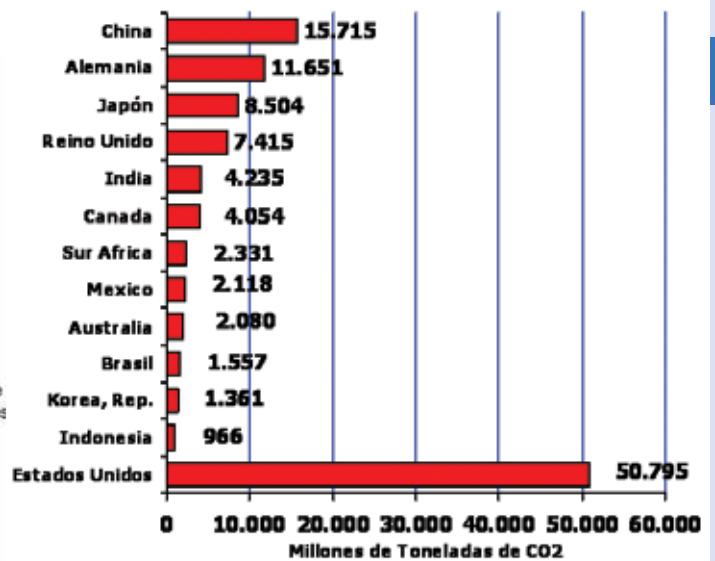
Gráfico No. 8: Proporción en la Atmósfera de los Gases Efecto Invernadero



Fuente: Estrategia Nacional de Cambio Climático. MARENA

Las emisiones de gases efecto invernadero está ligada al modelo de desarrollo que se ha implementado en nuestro planeta, en la siguiente gráfica se puede ver que los mayores emisores de estos gases son los países desarrollados.

Gráfico No. 9: Principales países emisores de CO₂



Fuente: Estrategia Nacional de Cambio Climático. MARENA

Emisiones de gases efecto invernadero en Nicaragua

En la primera Comunicación Nacional ante la CMNUCC, el Inventario de Gases Efecto Invernadero (INGEI) clasificó y cuantificó las emisiones de dióxido

de carbono (CO₂), gas metano (CH₄) y óxido nitroso (N₂O), Compuestos Orgánicos Volátiles distintos al Metano (COVDM) y Dióxido de Azufre SO₂ por categoría de fuentes y sumideros de los sectores energía y desechos sólidos, procesos industriales, agricultura y cambio de uso de la tierra y silvicultura, siendo el sector de mayor emisión de Gases efecto invernadero el de energía con 2,373.54 Gigagramos (Gg) de CO₂, para el año 1994. (Inventario Nacional de Gases de Efecto Invernadero de Nicaragua. Junio 2000. PNUD-NIC/98/G31-MARENA).

Para la Segunda Comunicación Nacional el INGEI clasificó y cuantificó las emisiones de los gases con referencia al año 2000, la cuantificación se hizo con la metodología del Panel Gubernamental de Expertos sobre Cambios Climáticos (IPCC). Se cuantifica las emisiones de CO₂, CH₄ y N₂O como gases directos de efecto invernadero, así como el CO y los NOx como gases indirectos.

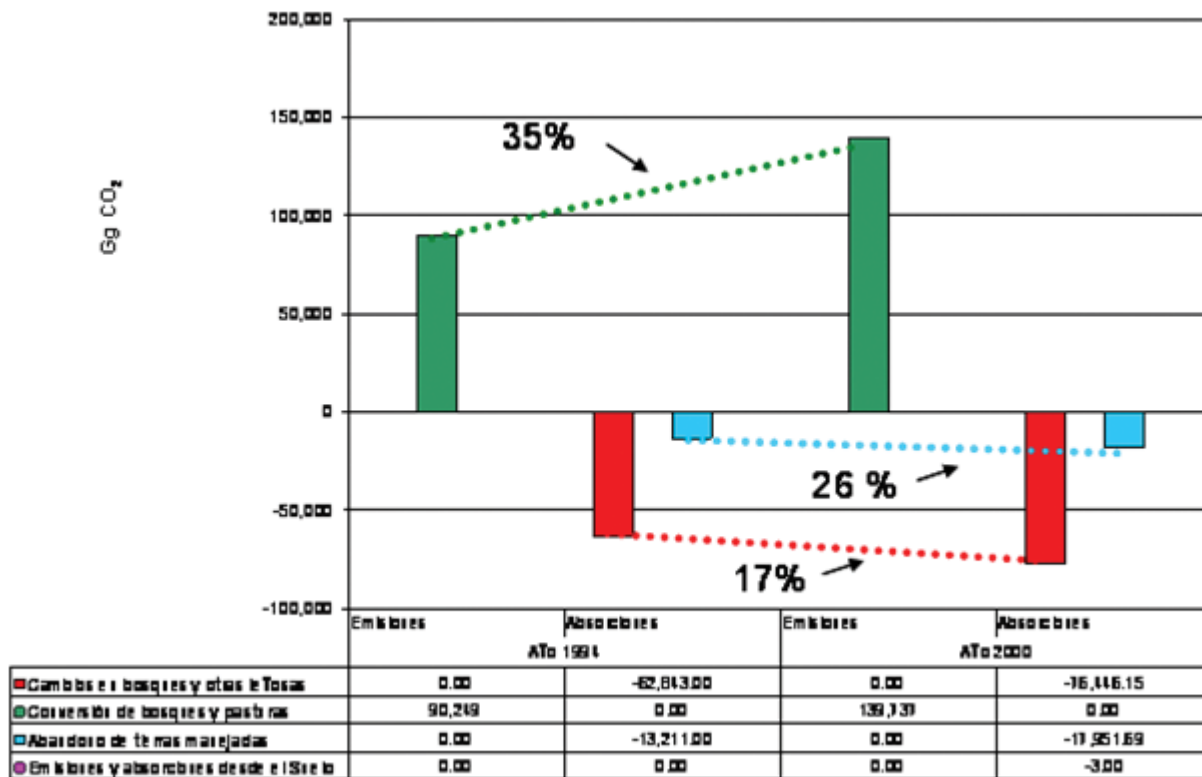
Tabla No. 2: Resultados del total de emisiones de Gases Efecto Invernadero por sectores

SECTORES	CO ₂	CH ₄	N ₂ O	NOX	CO	COVDM
Energía	3516.99	14.65	0.26	24.52	315.43	40.29
Procesos Industriales	305.85				SO ₂ = 0.19	8.00
Agricultura	161		12	3	79	
Cambio del uso de la tierra y silvicultura	567,049.88	298.17	26.17	0.02	2.20	

Fuente: Inventario de Gases Efecto Invernadero 2006. Referencia al año 2000. OMDL-MARENA.

Nicaragua, según el segundo inventario nacional de gases efecto invernadero, es un país emisor, ver siguiente gráfico:

Gráfico No. 10: Balance de Emisiones de Nicaragua



Fuente: Estrategia Nacional de Cambio Climático. MARENA

LECCIÓN 3. EVIDENCIA CIENTÍFICA ACUMULADA DE LOS EFECTOS DEL CAMBIO CLIMÁTICO A NIVEL MUNDIAL Y EN LA REGIÓN; EL CAMBIO CLIMÁTICO EN NICARAGUA Y SUS PRINCIPALES IMPACTOS EN EL PAÍS

Evidencia Científica a nivel mundial

Es importante reconocer que en los tiempos actuales existen un conjunto de respuestas físicas y biológicas que se están observando, las cuales indican un cambio significativo en el clima. Como ejemplos se pueden citar:

- El retroceso de glaciares.
- El derretimiento de zonas de hielos perpetuos.
- El congelamiento tardío y el deshielo precoz de ríos y lagos.
- El alargamiento de las estaciones cálidas en latitudes medias y altas.
- El desplazamiento de ciertas especies de animales y plantas hacia latitudes y altitudes superiores.
- El retroceso de algunas poblaciones animales y vegetales.
- La precocidad en el florecimiento de algunos árboles y aparición de insectos.
- En los sistemas humanos, existen sospechas de que los sistemas sociales y económicos han sido afectados en parte por el aumento en la frecuencia de inundaciones y sequías en algunas zonas concretas del planeta.

Según las predicciones del IPCC-2007:

- Se espera un incremento en la magnitud de ciertos fenómenos extremos. Sin embargo no existe suficiente información, para realizar estimaciones precisas acerca de ciertos fenómenos extremos que pudieran darse.
- En el hemisferio Norte se prevé una reducción aún mayor de la cobertura nivosa y de los hielos marinos, así como de los glaciares y otras capas de hielo. La capa de hielo antártico es probable

que aumente de masa mientras que es probable que se reduzca la de Groenlandia.

- Es muy improbable que se reduzca la extensión del hielo terrestre del occidente antártico y que ello suponga un aumento sustancial del nivel del mar. Se espera que el nivel del mar se eleve entre 9 y 88 cm. de 1990 a 2100, a causa principalmente de la expansión térmica y de la pérdida de hielo. Esta variabilidad tan grande en la estimación se debe a incertidumbres en los modelos asumidos por los expertos.

Evidencia científica de los Cambios climáticos y su relación con los desastres naturales en la región

El efecto invernadero es un fenómeno natural que posibilita la existencia de temperaturas aceptables para la vida en la tierra. Está compuesto por diferentes gases en diferentes grados de concentración⁴. El uso de combustibles de origen fósil desde el inicio de la época industrial, las actividades agropecuarias, los procesos de deforestación y quema de los bosques en el planeta, han ido incrementando las concentraciones de tales gases en la atmósfera, intensificando el efecto invernadero. Este incremento causado por el ser humano por encima del balance atmosférico natural es considerado la principal causa del calentamiento global cuya consecuencia inmediata es la alteración de sistemas físicos y biológicos, entre ellos el complejo sistema climático, provocando así el cambio climático.

La sustentación científica del cambio climático esta en manos de la comunidad científica agrupada bajo la denominación de Panel Intergubernamental sobre Cambio Climático (IPCC). De acuerdo al IPCC las consecuencias inmediatas del CC son:

1. Cambios en la temperatura media anual de la tierra
2. Levantamiento del nivel de los mares
3. Cambios en la intensidad, frecuencia y distribución espacial de las precipitaciones

⁴ CO₂, NO_x, O₂, CFCs, NH₄

4. Cambios en frecuencia, intensidad y duración de eventos extremos como secas, inundaciones, y tormentas tropicales

Es obvio que esta serie de cambios y alteraciones en el sistema climático desencadene una serie de ocurrencias en obediencia del fenómeno causa-efecto. Por ejemplo, un aumento en la temperatura atmosférica causará un aumento en la temperatura del agua que tiende a alterar los procesos ecológicos y la distribución geográfica de las especies acuáticas. Además, el incremento en la temperatura tendrá incidencia en la media del incremento del nivel del mar debido al calentamiento del océano, tanto por expansión térmica o aumento de volumen por fusión de los hielos.

La siguiente tabla ejemplifica algunos impactos del cambio climático en diferentes sectores de la vida en el planeta.

Es obvio que esta serie de cambios y alteraciones en el sistema climático desencadene una serie de ocurrencias en obediencia del fenómeno causa-efecto. Por ejemplo, un aumento en la temperatura atmosférica causará un aumento en la temperatura del agua que tiende a alterar los procesos ecológicos y la distribución geográfica de las especies acuáticas. Además, el incremento en la temperatura tendrá incidencia en la media del incremento del nivel del mar debido al calentamiento del océano, tanto por expansión térmica o aumento de volumen por fusión de los hielos.

La siguiente tabla ejemplifica algunos impactos del cambio climático en diferentes sectores de la vida en el planeta.

Tabla No. 3: Impactos del Cambio Climático en sectores relevantes

EJEMPLOS DE IMPACTOS PROYECTADOS POR SECTORES				
FENÓMENO	Agricultura, Bosques y Ecosistemas	Agua	Salud	Asentamientos Humanos y Sociedad
Menor presencia de días y noches frías	Aumentos en productividad agrícola		Reducción de las tasas de mortalidad	Disminución de uso de energía para calentamiento
Más calor	Disminución en productividad agrícola Aumento de población de mosquitos	Derretimiento de glaciares afecta el suministro de agua	Incremento de las tasas de mortalidad por enfermedades – malaria	Aumento de uso de energía para enfriamiento Disminución de la calidad del aire Efectos en turismo de invierno
Temporadas más largas de calor Mayor frecuencia de Olas de calor	Reducción en la productividad agrícola Incremento de incendios forestales	Mayor demanda de agua Problemas en la calidad del agua	Incremento del riesgo de mortalidad por calor – niños, ancianos y marginados	Reducción de la calidad de vida de las personas sin vivienda apropiada Impactos severos en los ancianos, niños y pobres

EJEMPLOS DE IMPACTOS PROYECTADOS POR SECTORES				
FENÓMENO	Agricultura, Bosques y Ecosistemas	Agua	Salud	Asentamientos Humanos y Sociedad
Lluvias torrenciales más frecuentes	Daños a cultivos Erosión del suelo Inundaciones	Efectos adversos en la calidad de agua Contaminación del suministro de agua Alivio de la escasez de agua	Incremento de riesgos de muerte, daños, incremento de infecciones respiratorias y enfermedades de la piel	Alteración de las condiciones de asentamientos, comercio, transporte, Presión en infraestructuras rural y urbanas, pérdidas de propiedades
Incremento de períodos de sequía	Degradación del suelo Menor rendimiento agropecuario Incremento de riesgos de incendios	Estrés en el suministro y disponibilidad de agua	Incremento de riesgo de escasez de agua y alimentos Desnutrición Incremento de enfermedades	Escasez de agua – impactos en las sociedades, industrias generación de electricidad Aumento del potencial migratorio
Aumentos en los niveles del mar	Salinización de agua para irrigación, desembocaduras y sistemas de agua fresca	Reducción de disponibilidad de agua fresca	Incremento de riesgos de daños y muerte por inundaciones, efectos en la salud por migración	Costos de protección de zonas costeras versus costos de reacomodo de uso de suelo Migración Cambios de infraestructura

Se estima que la temperatura global del planeta aumentó en 0.6 °C (+/- 0.2 °C) durante el siglo 20. De acuerdo con información reciente del IPCC la tendencia en el aumento global de la temperatura media del planeta es evidente y sus efectos en el clima tienden a agravar los eventos de carácter extremo que hoy se observan a nivel mundial.

La principal metodología del IPCC para estudiar el cambio climático asociado al calentamiento global y proyectar los impactos ha sido la utilización de modelos climáticos a escala mundial. Estos modelos físico-matemáticos simulan los cambios que se dan en el clima inducidos por variaciones en las concentraciones de gases de efecto invernadero en la atmósfera. Existen varios modelos que difieren en el orden de magnitud de los impactos. Sin embargo, los resultados pronosticando las tendencias al calentamiento son muy consistentes y unánimes.

El avance en la tecnología de observación sistemática y monitoreo del clima mediante satélites y sistemas

de cómputo han permitido precisar las estadísticas climáticas globales que se utilizan en los modelos. Además de nuevas alternativas para desarrollar y refinar los modelos, el IPCC ha combinado los modelos climáticos globales con información de otras disciplinas, lo que permite hacer proyecciones y desarrollar diferentes escenarios sobre el impacto del cambio climático en variables sociales, económicas y ambientales.

Debido a que los modelos climáticos se desarrollan a escala global, los análisis regionales cuentan con cierto grado de incertidumbre por la escasa resolución de los modelos globales. Esta situación se ha mejorado con los avances en el desarrollo de los modelos regionales anidados en modelos de mayor escala. Paralelo a esto, la utilización de técnicas de reducción de escala han mostrado también que se pueden capturar a partir de los modelos de circulación general (GCMs) importantes descripciones físicas del futuro del clima de una región. Sin embargo, los datos e indicadores que alimentan estos

modelos aún son estimaciones globales y no así datos concernientes a una región y menos aún a un determinado país.

En Centroamérica se han generado escenarios climáticos regionales usando programas computacionales como MAGICC (Model for the Assessment of Greenhouse-gas Induced Climate Change) y SCENGEN (global and regional scenario Generator)⁵. Estos programas permiten realizar combinaciones socio-económicas y ambientales con variables climáticas y proyectarlas en horizontes temporales futuros. Estos programas fueron utilizados en la mayoría de los países de la región para la elaboración de las Comunicaciones Nacionales presentadas a la CMNUCC, específicamente para los estudios y proyecciones de los impactos del cambio climático.

Las principales coincidencias en estos estudios se dan en la proyección futura en el aumento de la temperatura promedio anual de 3,5°C hacia el año 2100, sobre todo a lo largo del Pacífico Centroamericano. Esto es internamente consistente con una disminución de la precipitación anual de hasta el 35%. El récord de medición histórica de la temperatura promedio anual en la región también evidencia que esta variable ha sido influenciada por las fluctuaciones en el clima. Esto se ha observado en estaciones climatológicas de referencia que se encuentran poco influenciadas por aspectos climáticos de pequeña escala. Los estudios hechos en Centroamérica demuestran la sensibilidad de los sistemas productivos y la fragilidad de los recursos naturales ante variaciones en el clima actual.⁶

Por otro lado, la región centroamericana es particularmente propensa a los desastres naturales. Por ser una región con alta presencia de volcanes, los temblores son relativamente frecuentes. Si bien el número de desastres asociados con amenazas geofísicas, tales como terremotos y erupciones volcánicas se ha mantenido relativamente constante, las pérdidas

asociadas con eventos hidro-meteorológicos como huracanes, sequías, inundaciones e incendios forestales han crecido en forma exponencial.

La ocurrencia de huracanes es inminente en la región y es la causa fundamental de los desastres como inundaciones, deslizamientos de tierra y aluviones de barro. Asimismo, los eventos climáticos que generan daños en Centroamérica, se asocian ya sea con el exceso de agua en forma de inundaciones o bien, con las sequías de diversa intensidad e impacto. Esta oscilación entre los extremos, obliga a la región a buscar los mecanismos más efectivos para reducir la vulnerabilidad ante un clima cambiante, más intenso y a veces impredecible. El número de desastres ligados a eventos climáticos registrados en la última década se ha incrementado. Asimismo, las pérdidas económicas, debidas al aumento en los niveles de vulnerabilidad y exposición de poblaciones, infraestructura habitacional y productiva fueron seis veces mayores en los 1990s que en los 1970s, en términos monetarios constantes. Además de pérdidas asociadas con eventos repentinos como huracanes, las pérdidas humanas y económicas también se derivan de cambios paulatinos en el clima, el ambiente y los recursos, como mediante la erosión costera, el agotamiento de acuíferos, la intrusión salina en aguas subterráneas, y la desertificación (Jiménez y Girot, 2002).⁷

Estudios realizados en la región Centroamericana indican que el cambio climático tendrá incidencia en algunos fenómenos extremos como los huracanes. Los huracanes del Atlántico han disminuido su frecuencia dentro de la cuenca del Caribe. Esto tiene una implicación directa en la cantidad de lluvia a lo largo del Pacífico Centroamericano ya que una contribución importante a la lluvia de esta vertiente es la advección de humedad desde el océano.

Además de los huracanes, el cambio climático también afecta el fenómeno del Niño y la Niña. Las manifestaciones de estos fenómenos en Latinoamérica varían mucho, por ejemplo en México y partes del Caribe, la señal del ENOS corresponde a más precipitación durante su época de invierno y menos

⁵ <http://www.cru.uea.ac.uk/~mikeh/software/>

⁶ MARENA. 2000. Escenarios Climáticos y Socioeconómicos de Nicaragua para el siglo XXI. PNUD-NIC/98/G31, Ministerio del Ambiente y los Recursos Naturales de Nicaragua, Nicaragua.

⁷ <http://www.snet.gob.sv/Documentos/aguaclimatico.pdf>

precipitación durante su verano. En la región Este de los Andes, sobre Ecuador y Perú, se presentan anomalías positivas en la precipitación durante El Niño. Sobre Colombia, El Niño está asociado con la reducción de la precipitación y La Niña con precipitaciones intensas e inundaciones. De igual forma, para Centroamérica la señal de la Niña es casi lo contrario a la señal de El Niño, mucho de esto asociado a la interacción de la compleja topografía del Istmo y el viento. Durante los años de El Niño, la vertiente del pacífico experimenta una reducción importante en la lluvia, presentándose en la mayoría de los casos condiciones de sequía, mientras que la vertiente del Caribe experimenta más lluvia que lo normal.

A pesar de que los años Niño presentan sequía no todas las sequías en Centroamérica se asocian a este fenómeno. El CRRH ha finalizado un estudio para CEPREDENAC y BID donde se desarrolló un sistema de alerta temprana para mitigar los impactos de los fenómenos de la variabilidad climática. Este estudio se sustenta en información detallada de El Niño 97-98 e identifica las principales zonas de desviaciones climáticas en cada uno de los países de Centroamérica, durante sus 18 meses de ocurrencia. Un valor adicional que tendría esta información es la posibilidad de desarrollar estudios de sensibilidad, utilizando este estudio como escenario analógico de cambio climático.

En el caso de La Niña, este fenómeno está menos documentado en Centroamérica; sin embargo, se han observado aumentos significativos en la lluvia en ambas vertientes. El caso más reciente (5 de septiembre, 2007) se asocia con la ocurrencia del huracán Félix, el cual fue un huracán de mucha intensidad⁸, acoplándose a condiciones atmosféricas de mayor escala que contribuyeron a potenciar su intensidad. A pesar de que no existen aún datos oficiales, se estima que el huracán Félix haya provocado un número indeterminado de muertos, cerca de 50

⁸ Puerto Cabezas, cuya infraestructura quedó en un 90% destruida, fue la localidad más afectada por el huracán Félix, que irrumpió en la zona con una intensidad de 5 en la escala de Saffir Simpson (la máxima categoría) y dañó miles de viviendas. Además de Puerto Cabezas, se reportaron daños materiales en las comunidades costeras de Sandy Bay y Bismona, según la Defensa Civil.

000 damnificados y más de 200 desaparecidos a su paso por la costa caribeña de Nicaragua, mientras los países centroamericanos mantenían el alerta máxima ante la posibilidad de fuertes inundaciones y deslaves.

Se concluye de esta información sobre cambio y variabilidad climática que la región Centroamericana ya está expuesta a condiciones de clima cambiante, que las proyecciones climáticas, aunque conservadoras, no presentan condiciones más favorables para la región. Según estudios para la región (Jiménez y Girot, 2002; MARENA, varios años) como resultado de un incremento en la frecuencia de eventos de precipitación más intensa, se producirían los siguientes efectos inducidos:

- Un aumento en los daños causados por procesos de erosión del suelo, inundaciones, deslizamientos, deslaves y avalanchas;
- Aumento en las demandas sobre sistemas de seguros y de ayuda humanitaria post desastre tanto públicos como privados;

Como resultado del incremento en meses secos de verano y en el impacto de sequías:

- Disminución en rendimientos de cultivos, y en la calidad y cantidad de recurso hídricos;
- Aumento en el riesgo de incendios forestales;

Como resultado del incremento en picos en intensidad de vientos, en intensidad media y pico de precipitaciones de las actividades ciclónicas tropicales:

- Incremento en el riesgo de mortalidad y morbilidad humana;
- Incremento en erosión costera y daños estructurales;
- Incremento en daños a ecosistemas mitigantes en zonas costeras (como arrecifes coralinos, manglares).

Es necesario continuar monitoreando cuidadosamente los impactos que estos cambios puedan causar, no solo en las actividades humanas sino también en los recursos naturales. Es importante reconocer que estos cambios no se presentan repentinamente, sino más bien son progresivos.

Además, las variaciones mencionadas son calculadas sobre valores medios, por lo que es de esperar efectos importantes en sus extremos. Dado que el cambio climático es el cambio en el clima durante un período de tiempo, debido a causas naturales de la variabilidad del clima o a la intervención del ser humano a través de sus actividades es difícil segregar los efectos de la variabilidad climática por causas naturales de las causas antropogénicas. Pero es definitivo que los fenómenos de la variabilidad climática tienen gran influencia sobre las actividades humanas y los recursos naturales en la región Centroamericana.

El Cambio Climático en Nicaragua y sus principales impactos en el país

El cambio climático es un área de mucha complejidad. Evidentemente cualquier estrategia de adaptación al cambio climático deberá ser necesariamente resultado de una evaluación de vulnerabilidad e incorporar elementos de mitigación. Este complejo proceso requiere de la disponibilidad de información y datos tales como:

- Series históricas de datos climáticos y fuentes de los mismos.
- Modelos de cambio climático regionales y modelación de escenarios para los parámetros climáticos más relevantes.
- INETER conserva la memoria de datos de temperatura desde 1957. Estos datos tienen un gran valor, ya que permiten evaluar, sobre escalas de tiempo razonables, la evolución del clima en nuestro país.

La Red Meteorológica Nacional, cumple un rol estratégico importante en cuanto a información y monitoreo de datos climáticos. Diferentes instituciones participan de esta red de cobertura nacional⁹. Una cantidad de estaciones con fines y objetivos

⁹ El Instituto Nicaragüense de Energía (INE), el Servicio de Meteorología Nacional (SMN), el Instituto Nicaragüense de Acueductos y Alcantarillados (INAA), el Ministerio de Desarrollo y Reforma Agraria (MIDINRA), la Comisión Nacional del Algodón (CONAL) y algunas compañías transnacionales como la Standard Fruit and Company y la Nicaragua Sugar State.

específicos han sido instaladas para cada institución. La red ha sido instalada teniendo en consideración el desarrollo económico de la localidad, ligado a la actividad agrícola y ganadera. También en las cuencas de gran interés para el desarrollo hidroeléctrico del país, tales como las cuencas del Río Viejo, Grande de Matagalpa, Escondido y las de los Lagos. Actualmente la Red cuenta con 448 estaciones meteorológicas, entre ellas veinte estaciones principales, 15 estaciones climatológicas, una estación de aire superior, una estación globo piloto, 23 estaciones climatológicas telemétricas, 17 estaciones pluviométricas telemétricas y 371 pluviométricas convencionales.

La Red de la cuenca 69 se está ampliando y modernizando como prioridad para el desarrollo y sostenibilidad del Lago Cocibolca, Lago Xolotlán, el río San Juan y lo que corresponde a la sub-cuenca del Lago de Apanás y río viejo. También será necesario ampliar la cobertura espacial y temporal de la Red en la RAAN y en la RAAS.

Es necesario cuantificar las cuencas existentes en el territorio para poder hacer estudios de vulnerabilidad y cuantificar la disponibilidad del líquido elemento. Actualmente, la cobertura de toma de datos a nivel hidrográfico es mediana ya que se monitorea 10 de las 45 cuencas hidrográficas existentes en el país.

El ente coordinador de la Red es el Instituto de Estudios Territoriales (INETER). Esta institución realiza y difunde pronósticos del tiempo de uno a cinco días en 8 canales de televisión y 10 radioemisoras. En caso de la proximidad de eventos extremos que puedan ocasionar inundaciones o deslizamientos de tierra, INETER elabora notas informativas únicas y seriadas para darle seguimiento. INETER también conduce estudios de clima durante los fenómenos del Niño y de la Niña. Mediante los estudios se han determinando las variaciones climáticas por este tipo de eventos, así como se han evidenciado tiempos más cálidos y superación de registros históricos de incendios en 1998.

En los diversos estudios realizados por INETER las conclusiones son recurrentes: Incremento de

temperaturas y las proyecciones; mayor consumo de agua tanto de las fuentes superficiales como de las subterráneas, cambios en la calidad del agua, afectando la disponibilidad de agua para consumo, que derivarían eventualmente en una crisis de agua en el mediano plazo; evidencias de sequías prolongadas atribuidas al cambio climático que podrían estar bajando el nivel freático de las aguas subterráneas, provocando salinización en muchos cauces de las aguas continentales cercanas a los mares.

Evidentemente la información generada por el INETER apoya a la mejor consecución de las actividades en sectores sensibles al clima como son el transporte (terrestre, marítimo, navegación aérea) y la agricultura a través de la vigilancia meteorológica pronósticos, notas informativas y recomendaciones de alerta. Algunas otras actividades de INETER incluyen:

- Se hace uso de los modelos a nivel macro ya existentes como el de circulación general (SCENGEN) y para los balances de los recursos hídricos el modelo CLIRUM.
- Actualmente se ha implementado el Sistema de Pronóstico en la Costa Atlántica por el río Escondido con un acierto de 90%.
- Se han hecho mapas de amenazas por inundaciones

Es importante destacar que el INETER es la única institución del país que cuenta con redes meteorológicas e hidrológicas. A partir de datos que genera se podrán realizar estudios de escenarios y elaborar modelos acordes a la realidad nacional. Asimismo, estudios de vulnerabilidad ante el Cambio Climático podrían ser elaborados, los que, además de dar las bases para la identificación de acciones de adaptación, servirían de apoyo a todos los sectores económicos del país.

Principales impactos del Cambio Climático en el país

1. Disminución drástica de la producción de granos básicos que afectarían la seguridad alimentaria del país.

2. Pérdida significativa de la diversidad biológica y del recurso forestal.
3. Alteraciones drásticas en el Ciclo Hidrológico del Agua, que podrían en riesgo el abastecimiento de agua para cualquier tipo de uso.
4. Degradación de los suelos que afectarían las posibilidades de otras alternativas de producción.
5. Inundaciones en las zonas costeras bajas, que afectarían los humedales, esteros y la riqueza de los recursos hidrobiológicos (camarones, conchas, ostras, etc).
6. Inundaciones en Asentamientos Humanos con deficiente red de drenaje pluvial.
7. Alto impacto negativo sobre las lagunas cratéricas.
8. Es muy probable la aparición de deslizamientos parciales de masas de tierra en la parte alta de algunas cuencas muy erosionadas, sobre todo en aquellas zonas de mayor pendiente.
9. La temperatura es probable que aumente el calor afectando la salud de las personas y un potencial incremento de vectores que propagan enfermedades. El aumento de la temperatura puede ocasionar aumento de la erosión y la pérdida de suelos agrícolas. El aumento del calor también incrementa el consumo de energía y aumenta el riesgo de incendios.
10. Es muy probable que aumente el nivel de mar sobretodo en la Costa Caribe, pudiendo registrarse penetraciones del mar de hasta 2 Km. en los puntos más bajos.
11. En el Pacífico el mar penetrará por algunos esteros en la Región de Occidente.
12. Debido a la elevación del mar las condiciones ambientales del Río San Juan pueden variar significativamente.
13. Es muy probable el aumento en intensidad y frecuencia de fenómenos meteorológicos extremos, sobre todo en la Costa Atlántica.
14. El cambio climático puede beneficiar el clima local de algunas zonas

LECCIÓN 4: AMENAZAS NATURALES ACTUALES RELACIONADAS CON EL CLIMA EN NICARAGUA Y COMO ENFRENTARLAS

Si se considera que la causa principal del cambio climático está asociada a las emisiones antropogénicas, pudiendo generar diversos tipos de eventos como son inundaciones, sequías, inundaciones costeras, incendios forestales y otros, lo que a su vez genera efectos diversos en los sistemas naturales (bosques, biodiversidad, suelos, ciclo hidrológico, etc.), entonces se puede afirmar que el cambio climático es un riesgo originado por la contaminación ambiental.

Nicaragua es un país ubicado en una región que es frecuentemente afectada por fenómenos naturales, lo que constituye en sí mismo una permanente amenaza a la población. Esta vulnerabilidad, ha sido incrementada debido a los inadecuados patrones de ocupación y uso de la tierra, al deterioro ambiental y a la inadecuada ubicación de los asentamientos humanos. Los principales riesgos están asociados al vulcanismo, sismicidad y a fenómenos meteorológicos peligrosos, como tormentas tropicales y huracanes.

Estos fenómenos que afectan al territorio nacional, magnifican su impacto directo, debido al Cambio Climático y la vulnerabilidad de nuestro territorio en magnitud e intensidad, a causa de los procesos de deforestación, erosión, sedimentación, contaminación, avance de la frontera agrícola, uso inadecuado de la tierra, deterioro de los recursos naturales y el deterioro ambiental

Nicaragua ha sido afectada desde 1892 a 2007 por 21 huracanes, 21 Tormentas Tropicales y 2 Depresiones Tropicales. Siendo Septiembre el mes que presenta la mayor probabilidad de amenaza (30%) por estos sistemas, seguido de Octubre con 25%, Junio con

12.5 %, Julio y Diciembre con 10%, Mayo, con 7.5% y Agosto con 5%.

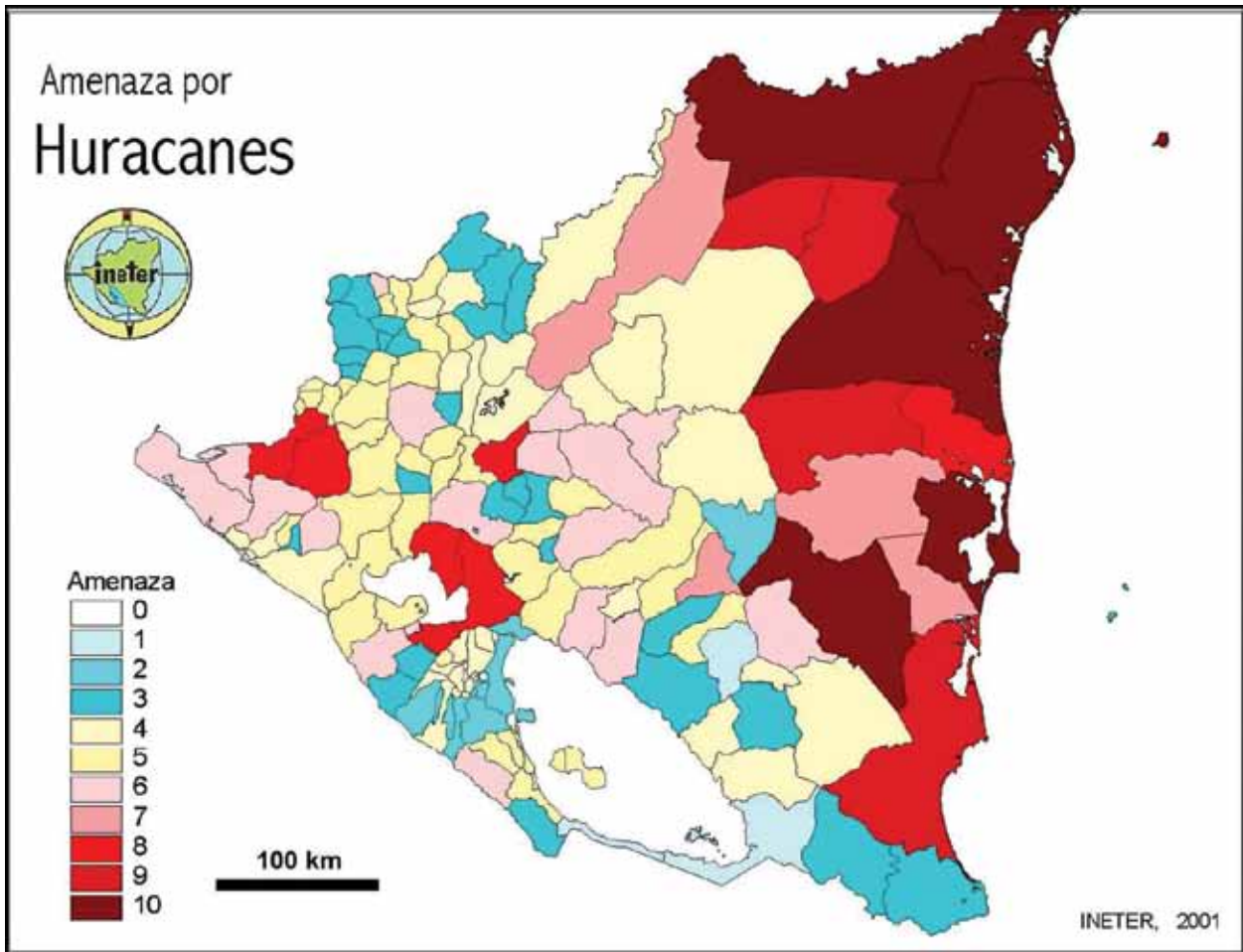
Las principales amenazas naturales que ocasiona de forma directa el cambio climático son: Huracanes, intensas precipitaciones, inundaciones, sequía, incendios, olas de calor, elevación del nivel del mar.

Amenaza por Huracanes

Los ciclones tropicales son depresiones meteorológicas o sistemas de baja presión sobre aguas abiertas en el trópico, usualmente entre las latitudes 30 ° al norte y 30 ° al sur y se originan en lugares donde cierta inestabilidad de la atmósfera causa diferencias en la cantidad de energía recibida por los polos terrestres.

El INETER, 2001 ha creado una clasificación del nivel de amenaza de huracanes en una escala de 1 a 10. Donde los valores de la amenaza son ascendentes desde un mínimo de 1 hasta un máximo de 10. En el siguiente mapa se muestra el nivel de Amenaza de Huracanes, lo que nos demuestra que la mayor parte del territorio nacional presenta una amenaza de media a muy alta. Esto conlleva a grandes niveles de riesgo en algunos municipios del norcentro y pacífico del país, donde existe una mayor concentración de la población, las infraestructuras, y los cultivos agrícolas.

Aunque los niveles de peligros son muy altos en la costa Caribe, la población se encuentra más dispersa. Sin embargo los pequeños centros poblados y comunidades indígenas se encuentran expuestos a elevados niveles de riesgo, por el precario estado de las viviendas, la carencia de infraestructuras, así como por otros factores que influyen en la vulnerabilidad. En esta región también están sometidos a altos niveles de riesgos los Recursos Naturales y la Biodiversidad.

Mapa No. 3: Niveles de Amenaza de Huracanes en Nicaragua

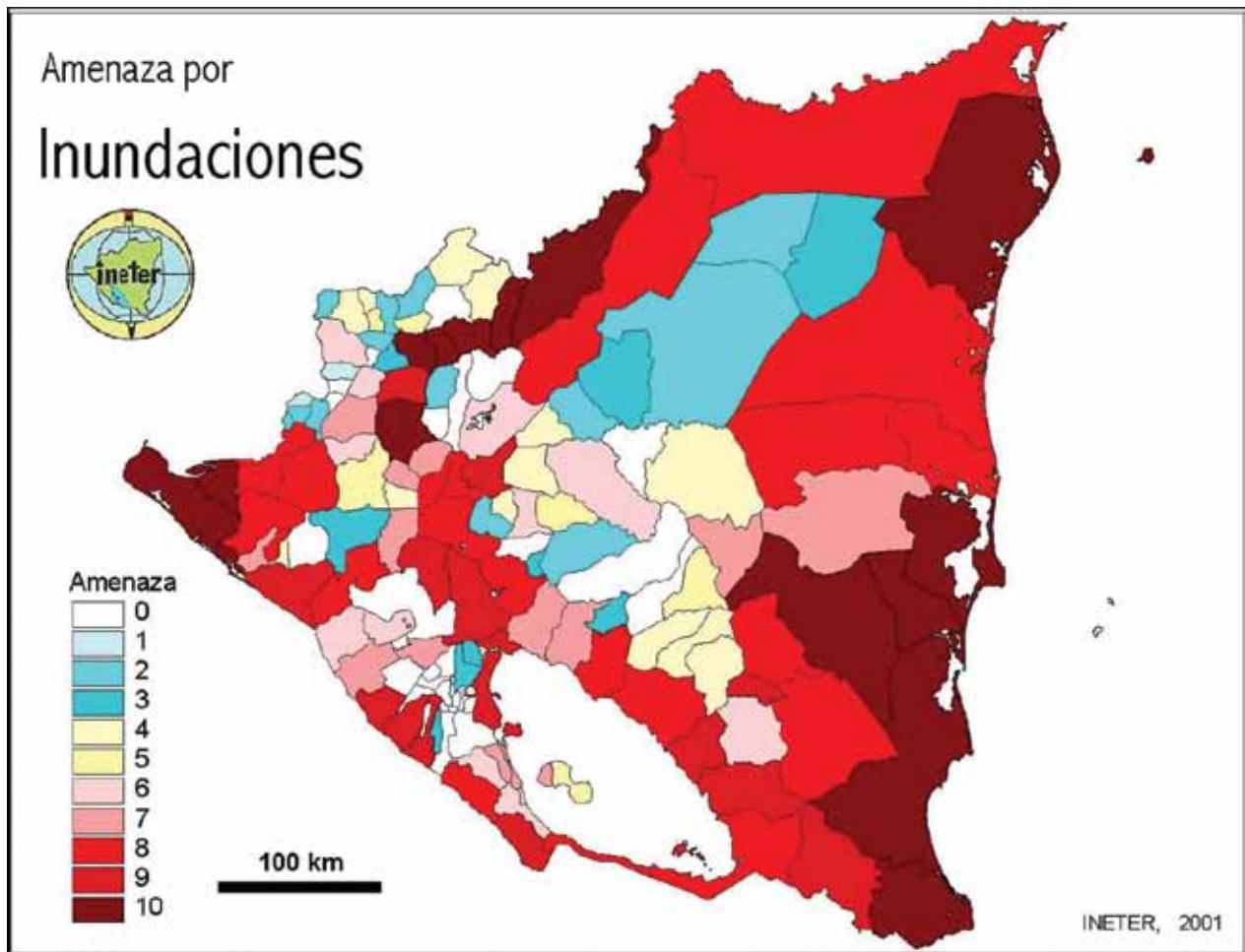
Fuente INETER 2001

Amenaza por inundaciones

El INETER, 2001 ha creado una clasificación del Nivel de amenaza de Inundación en una escala de 1 a 10. Donde los valores de la amenaza son ascendente desde un mínimo de 1 hasta un máximo de 10. En

el siguiente mapa de niveles de amenaza por inundación se muestra las probabilidades de inundación de los municipios vulnerables del país.

Mapa No. 4: Niveles de Amenaza por Inundación en Nicaragua



Fuente INETER 2001

Según se puede apreciar en el mapa una significativa parte del territorio Nicaragüense está sometido a un alto nivel de amenaza por inundación. También se observa que coinciden altos niveles de amenaza en muchas regiones densamente pobladas del pacífico y en otras regiones con elevados niveles de pobreza lo que aumenta la vulnerabilidad para esas poblaciones.

Amenaza por Sequía

Se conoce la sequía como un fenómeno meteorológico que ocurre durante uno o varios meses cuando hay una ausencia prolongada, una deficiencia marcada o una pobre distribución de la precipitación pluvial que afecta adversamente a las actividades humanas

debido al déficit de agua para diversos usos, así como déficit en la humedad del suelo para el crecimiento de las plantas.

La sequía surge debido a la combinación de insuficiencia de lluvia y evaporación en exceso, lo cual, con un bajo nivel en las técnicas de cultivo, provoca déficit entre la necesidad de agua de las plantas y la que absorben desde el suelo.

La temperatura alta y la humedad baja del aire condicionan la evaporación intensiva desde la superficie del suelo y la transpiración mayor de las plantas, lo que implica un elevado gasto del agua del suelo. La reserva del agua del suelo no se repone por las

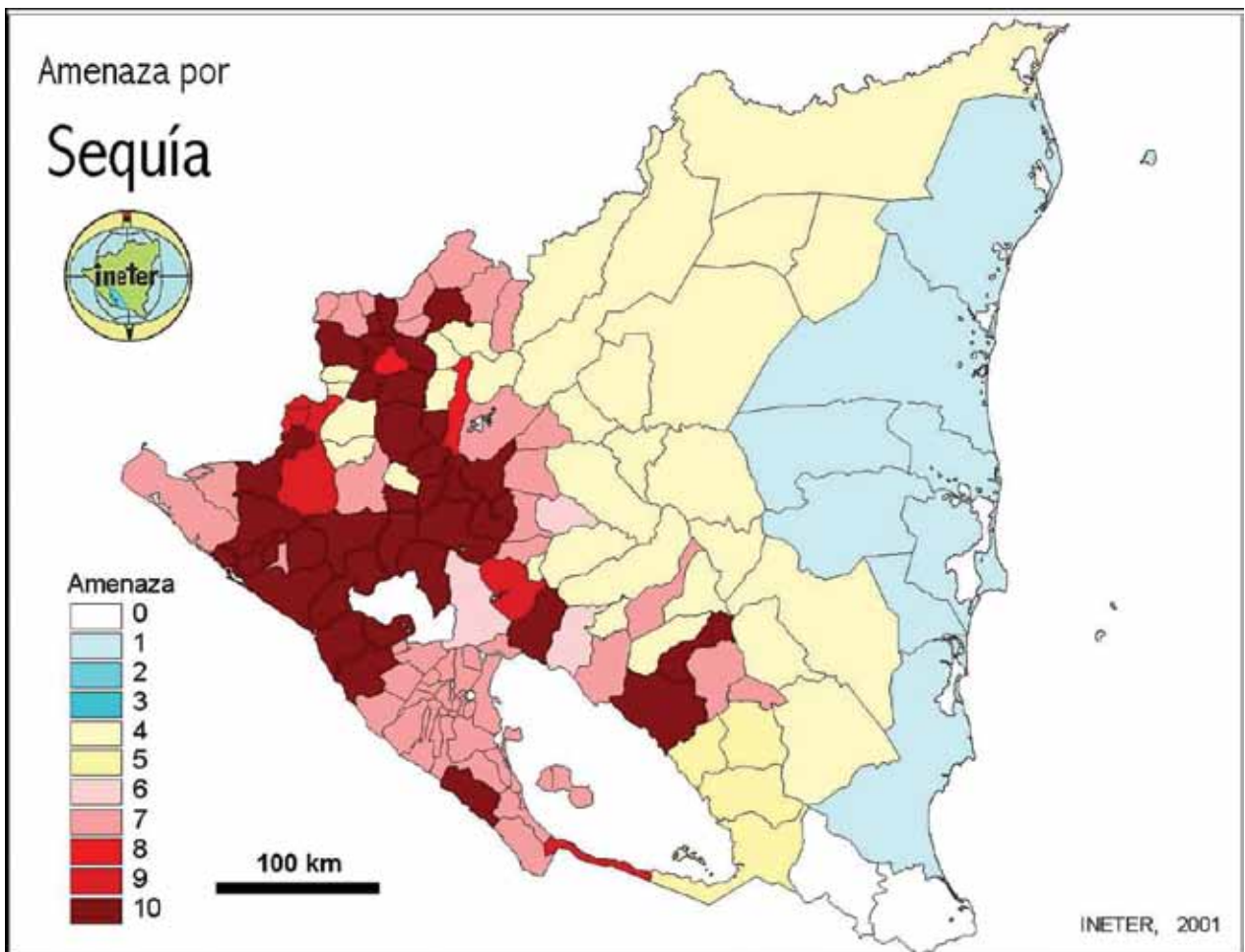
precipitaciones atmosféricas en este período. Surge entonces un déficit de agua y, las plantas empiezan a sufrir la falta de agua y de esta manera empieza la sequía. (INETER, 2001).

La sequía es un fenómeno desastroso en algunos países causando agudos desajustes e incluso de hambrunas drásticas en muchos lugares, a pesar de la larga tradición humana de adaptación. Según INETER, 2001, las sequías normalmente causan a las economías nacionales grandes daños, dando lugar a condiciones difíciles para la mayoría de los habitantes de las tierras secas. En la mayoría de las regiones agrícolas, las sequías traen con frecuencia grandes catástrofes para la población. En tiempos de sequía, la disminución del rendimiento de los cultivos alcanza de 20% a 30% ya veces de 40% a 50%.

Según información suministrada INETER, 2001, en Nicaragua la sequía se manifiesta de diferentes formas, afectando particularmente las Regiones del Pacífico, Norte y Central de Nicaragua, en las cuales se concentran la mayor parte de las tierras que son utilizadas para la agricultura y que son susceptibles a la sequía. Las zonas con mayores frecuencias de déficit de precipitación, son el Pacífico Occidental, y parte del Pacífico Central (comprendido entre la costa del pacífico, abarcando hasta las laderas de las Sierras de Tepesomoto y las mesetas de Estelí y Estrada); que incluyen las localidades de Sto. Tomás del Norte, Achuapa, el Sauce, Santa. Rosa del Peñón, Ciudad Darío y san Francisco Libre.

En el siguiente mapa se muestra el nivel de probabilidad de Amenaza de Sequía por municipios.

Mapa No. 5: Mapa de probabilidad de amenaza de sequía



Fuente INETER 2001

Amenaza por olas de calor

Según INETER 2001, tomando en cuenta los factores que influyen en el comportamiento de la temperatura en Nicaragua, y su posición geográfica, la cual se encuentra en plena zona Tropical, se crean las condiciones favorables para que en el mes de Abril se registren las temperaturas máximas absolutas en el Occidente de la Región del Pacífico generando amenazas de ondas de golpe de calor

En consecuencia, cuando la temperatura y el porcentaje de humedad ambiental son elevados y el viento es casi nulo, se produce una verdadera acumulación de calor en el cuerpo humano, que resulta peligrosa, que al ser excesiva puede llegar a ocasionar un golpe de calor y aún la muerte. Cabe destacar, que para sufrir un golpe de calor no es imprescindible estar expuesto a los rayos directos del sol. Las condiciones ambientales imperantes son suficientes como para producirlo. (INETER, 2001).

42

Que Podemos hacer como país para enfrentar el Cambio Climático.

El cambio climático tiene cuatro características distintas:

1. Es un fenómeno acumulativo
2. Sus efectos son irreversibles
3. De larga manifestación (las emisiones de hoy generan problemas mañana)
4. Es un fenómeno global (no tiene fronteras)

Por tanto el cambio climático es un problema que trasciende la seguridad y estabilidad del país, por lo que es imprescindible desarrollar las capacidades de Adaptación necesarias para preservar nuestra supervivencia, al mismo tiempo que debemos trabajar en materia de Mitigación mediante la reducción de emisiones.

La Convención Marco de Naciones Unidas sobre Cambio Climático ha identificado dos estrategias para hacer frente a los impactos adversos de estos cambios. Una es la **Estrategia de Adaptación**, que se ocupa de reducir los impactos negativos del

cambio climático y aprovechar las oportunidades que de él surjan. Dicha estrategia, debe ser desarrollada de manera coordinada con las poblaciones locales más vulnerables y con la participación de las diferentes instituciones de gobierno, incluyendo actores privados y las municipalidades. La otra es, la **Estrategia de Mitigación**, ésta se encarga de la reducción de las emisiones de gases de efecto invernadero y del incremento de la fijación y almacenamiento de dióxido de carbono. Dicha estrategia se puede implementar a través de iniciativas de proyectos bajo el Mecanismo de Desarrollo Limpio del Protocolo de Kyoto, en los sectores energía, forestal y agricultura.

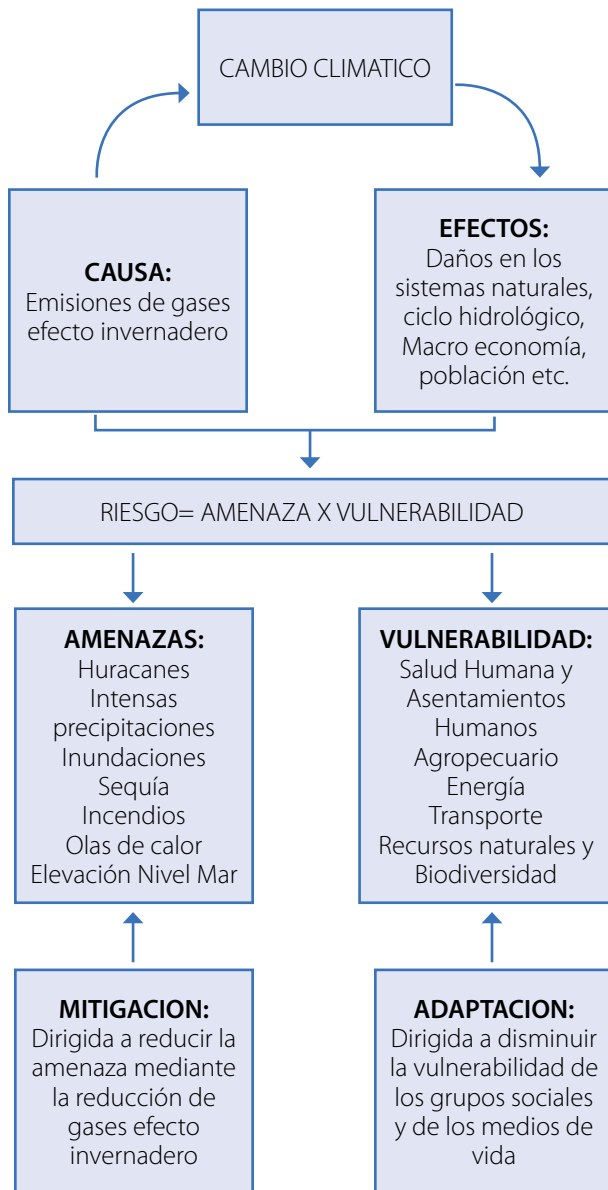
En Nicaragua a través de El Ministerio del Ambiente y los Recursos Naturales y a través de la Dirección General de Cambio Climático y su Dirección Específica de Cambio Climático, y la oficina Nacional de Desarrollo Limpio (Proyectos de Mitigación con el mecanismos de Desarrollo Limpio) han desarrollado dos estrategias pilotos para preparar a la población ante los impactos actuales y futuros del cambio climático, Mejor explicación ver diagrama en la siguiente página de como enfrentar el problema.

Asimismo los resultados de la Estrategia de Mitigación de Gases de Efecto Invernadero para los tres sectores estudiados en los departamentos de Boaco y Chontales indican, que existe un excelente potencial y oportunidades para desarrollar opciones y proyectos bajo el Mecanismo de Desarrollo Limpio para la mitigación del cambio climático. Estas oportunidades podrían orientarse a la atención de zonas completamente deforestadas y deprimidas en lo económico, social y ambiental; particularmente en actividades de reforestación, silvopastoriles, regeneración inducida por intervención antropogénica, etc.

Según los resultados de la línea de base calculada para los tres sectores priorizados según la metodología del IPCC, el metano (CH₄) es la principal fuente de emisión con 31.6 Gg en el sector agricultura; mientras el sector energía generó en total 83.04 Gg de CO₂ de los cuales el 78% provienen el subsector transporte. En el sector Uso de la Tierra – Cambio de Uso de la Tierra (UT-CUTS) la principal fuente de

emisión es la actividad de conversión de bosques y praderas (deforestación), en donde las emisiones netas (emisión – absorción) de los dos departamentos totalizan 5,089.45 Gg de CO₂.

Gráfico No. 11: Como enfrentar el problema



A nivel departamental Boaco en el sector UT-CUTS el balance resultó positivo, se emitieron 1,231.08 Gg de CO₂ y se capturaron 1,430.03 Gg de CO₂. Caso contrario al departamento de Chontales, que emitió

7,774.6 Gg de CO₂ y absorbió 2,486.2 Gg de CO₂. El potencial de mitigación de Gases Efecto Invernadero de Boaco y Chontales es de 442,274.05 hectáreas aproximadamente. Se sugieren opciones de mitigación para cada uno de los sectores en vista que la Estrategia de Mitigación estima un potencial de fijación de carbono de 6,106,117.15 toneladas de CO₂ equivalente. Este potencial se localiza principalmente en las zonas climáticas subhúmedas y húmedas con suelos forestales y agrícolas, que también son aptos para la ganadería.

Como Estrategia de Adaptación ante el cambio climático de los sistemas recursos hídricos y agricultura, se tiene el estudio hecho en la Cuenca No. 64”, esta es una cuenca piloto que se extiende entre el volcán Cosigüina y el Río Tamarindo, con un área aproximada de 3,000 km² y una población 519,590 habitantes (Censo 2005). El 62% de la población es urbana y el 38% rural, con una densidad poblacional promedio de 53 habitantes/km². La cuenca tiene una importante participación a nivel de la producción primaria, representa el 11% de la superficie agropecuaria y el 12% de las explotaciones agropecuarias del país

Sobre la base de la problemática identificada a través de la evaluación de la vulnerabilidad actual y futura del sistema recursos hídricos y agricultura, se elaboró la Estrategia de Adaptación ante Cambio Climático para los sistemas recursos hídricos y agricultura de la Cuenca 64 la cual propone soluciones mediante medidas de adaptación al cambio climático :

- promuevan el manejo integral y sistémico de los ecosistemas y el uso sostenible de los recursos naturales (agua, suelo y bosque).
- integrar la participación de los actores, organismos, gobiernos locales e instituciones para promover el desarrollo de los sectores económicos del desarrollo (agropecuarios, forestales, y otros),
- la disminución de la degradación y contaminación de los ecosistemas y en particular del recurso hídrico.

- Incluye una serie de iniciativas de medidas de adaptación priorizada para el sistema recursos hídricos y agricultura.
- Las medidas de adaptación del sistema agricultura están encaminadas a la normación del uso del agua por riego para los monocultivos; así como iniciativas para mejorar la productividad del pequeño agricultor.

La Propuesta de Estrategia de Adaptación ante el Cambio Climático para la Cuenca Hidrográfica 64, es un instrumento aplicable enmarcado dentro de las Políticas Ambientales, en los Planes de Desarrollo e Inversión Municipal, así como en los Planes Departamentales y el Plan Nacional de Desarrollo. La estrategia de adaptación impulsará con los medianos y pequeños productores líneas de acción concretas para reducir su vulnerabilidad a través del acceso a un riego eficiente y conservación de agua, combinado con prácticas de manejo del suelo (cosecha de agua).¹⁰

De igual manera en la Estrategia Nacional de Cambios climáticos hace énfasis de cómo se debe enfrentar al Cambio Climático desde una perspectiva de adaptación tomando en cuenta lo siguiente:

1. La adaptación es necesaria para analizar los impactos derivados del calentamiento que ya es inevitable debido a las emisiones del pasado.
2. El riesgo ante el cambio climático se puede exacerbar debido a la presencia de otros factores de Vulnerabilidad subyacentes. Esto ratifica el carácter acumulativo de los riesgos del cambio climático.
3. La vulnerabilidad futura depende no sólo del clima, sino de la forma de desarrollo económico que se adopte.
4. El desarrollo sostenible puede reducir el riesgo al cambio climático y el cambio climático puede impedir que las naciones logren vías de desarrollo sostenible.
5. Un programa de medidas de adaptación y mitigación que emanen de una estrategia nacional, puede reducir la vulnerabilidad asociada al cambio climático.
6. Los beneficios de la adaptación tienen fundamentalmente un alcance de local a regional, y pueden ser inmediatos, si estos abordan también las vulnerabilidades a las condiciones climáticas presentes.
7. Para enfrentar las vulnerabilidades claves al cambio climático, es necesario lograr la adaptación porque incluso los esfuerzos de mitigación más estrictos no podrán evitar el avance del cambio climático en las próximas décadas. Pero muchos impactos pueden evitarse, reducirse o retrasarse con la mitigación. A largo plazo, probablemente el cambio climático no mitigado superaría la capacidad adaptativa de los sistemas naturales y humanos.
8. Una forma de elevar la capacidad adaptación es introducir el análisis de los impactos del cambio climático en la planificación del desarrollo mediante, por ejemplo: La inclusión de medidas de adaptación en la planificación del uso de la tierra y el diseño de infraestructuras (ordenamiento ambiental del territorio y códigos de construcción)
9. La inclusión de medidas para reducir la vulnerabilidad en las estrategias destinadas a reducir el riesgo existente a los desastres en las inversiones públicas mediante apropiadas evaluaciones de riesgo de los sitios.
10. Se cuenta con una amplia gama de opciones de adaptación, pero se necesita una adaptación más extensiva de la que existe en la actualidad para poder reducir la vulnerabilidad a los futuros cambios climáticos.
11. Las ventajas de la adaptación tienden a aumentar con el nivel de cambio climático Se necesitan cambios en las Políticas e instituciones para facilitar la adaptación. Si se sigue intentando

¹⁰ Proyecto « Fomento de las capacidades para la Etapa II de Adaptación al cambio Climático en Centroamérica, México y Cuba ». PAN !O-00014290.

cultivar tierras poco rentables o se siguen adoptando prácticas insostenibles de cultivo, puede aumentar la degradación de la tierra y el uso de recursos, poniendo en peligro la biodiversidad de especies. O sea las medidas de adaptación se deben integrar con estrategias y programas de desarrollo, programas de países y estrategias de erradicación de la pobreza.

12. En las costas riesgosas es menos costosa la adaptación que la pasividad. Como generalmente los impactos ocasionados después de un fenómeno meteorológico en las empresas, la población, las viviendas, las instituciones sociales públicas y privadas, los recursos naturales y del medioambiente, no se reconocen al contabilizar los costos de los desastres, es prácticamente cierto que las ventajas de la adaptación son mayores. Si no se actúa en este sentido, es tan probable como improbable que los escenarios con un mayor nivel del mar unido a otro cambio climático (por ejemplo, el aumento de la intensidad de las tormentas) provoquen que para 2100 no se pueda vivir en los territorios insulares bajos y otras áreas bajas. Una adaptación eficaz al cambio climático se puede integrar con una gestión más abarcadora de las costas, lo que reduciría costos y traería consigo otras ventajas.

UNIDAD 3: ESCENARIOS DE EMISIONES DE GASES EFECTO INVERNADERO

Objetivo: Comprender la necesidad de contar con escenarios climáticos y socioeconómicos y sus proyecciones de variación del clima en el futuro sobre el territorio nacional como herramientas en la planificación y formulación de las estrategias de desarrollo nacional a diferentes plazos de tiempo.

Contenido: Los escenarios de Emisiones de Gases Efecto Invernadero: Comprende la línea base o escenario de referencia, escenarios de emisiones globales, proyecciones del aumento de la temperatura media global del planeta e incremento del nivel medio del mar, proyecciones del clima futuro de Nicaragua, escenarios socioeconómicos para Nicaragua.

LECCIÓN 1: ESCENARIO DE REFERENCIA, ESCENARIOS DE EMISIONES GLOBALES Y PROYECCIONES DEL AUMENTO DE LA TEMPERATURA MEDIA GLOBAL DEL PLANETA E INCREMENTO DEL NIVEL MEDIO DEL MAR.

Los escenarios climáticos que se usan para los estudios a nivel de Nicaragua son los escenarios de emisiones del Panel Intergubernamental de Expertos de Cambio Climático (IPCC), que son considerados como escenarios pesimista, moderado y optimista, los horizontes de tiempo son hasta el 2,100.

Los escenarios de emisiones se desarrollan a partir de datos globales y regionales de fuentes calificadas (Banco mundial, Organización de las Naciones Unidas) que incluyen principalmente variables sociales y económicas.

Una vez calculada las concentraciones de los principales gases de efecto invernadero Dióxido de Carbono, Metano, Oxido Nitroso, (CO₂, CH₄ y N₂O) son utilizadas para calcular el forzamiento radioactivo, el cual permite estimar el calentamiento global y el ascenso del nivel del mar. Para ello se fijan determinadas condiciones iniciales, relacionados con los parámetros de incertidumbres definidos.

Para construir los escenarios de cambio climático es necesario tener escenarios de emisiones mundiales de los principales gases de efecto invernadero, que permitan prever las concentraciones atmosféricas de estos gases. Estas emisiones futuras se combinan con aspectos de modelos acoplados de circulación general de la atmósfera para simular las repercusiones en el clima de la tierra y en los países, como Nicaragua. Los escenarios de emisiones fueron establecidos por el IPCC (Panel Intergubernamental de Expertos de Cambio Climático).

Las proyecciones del aumento de la temperatura media global del planeta, están fundamentadas en cada uno de los gases de efecto invernadero que tienen un efecto particular de calentar la atmósfera, esto es básicamente el forzamiento radioactivo. Con base al incremento en las concentraciones y

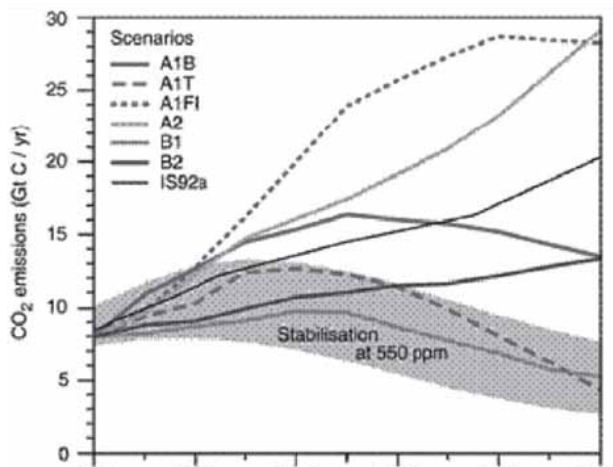
la contribución de estos gases al calentamiento de la atmósfera, se puede estimar cuanto cambiará la temperatura global del planeta y cuanto podrá afectar esto al clima.

Conforme se calienta el planeta, el océano tiende a expandirse térmicamente y los glaciares tenderán a fusionarse más rápidamente, así como los casquetes polares, esto producirá el incremento del nivel medio del mar.

Predicciones del IPCC 207

- Los diferentes escenarios previstos por el IPCC suponen, en cualquier caso, subidas de la temperatura media global y del nivel del mar. La temperatura global media en superficie se espera que aumente entre 1,4 y 5,8°C en el periodo que va desde 1990 hasta 2100.
- El ritmo de calentamiento previsto es muy probable que sea el mayor en, al menos, los últimos 10.000 años.
- Es muy probable que la casi totalidad de las tierras emergidas sufran un calentamiento más rápido que el de la media global, particularmente aquellas situadas a alta latitud norte y durante la estación fría.
- Se espera un aumento de las precipitaciones así como de sus variaciones anuales, sobre todo en medias y altas latitudes del hemisferio Norte y en el invierno antártico

Gráfico No. 12: Evolución de emisiones de CO₂ durante el siglo XXI bajo varios escenarios



Fuente: IPCC 2007

En la figura anterior extraída del IV Informe del IPCC, muestra las proyecciones de emisiones de anhídrido para algunos escenarios del IPCC. El eje horizontal muestra los años del presente siglo y el eje vertical las emisiones del gas expresadas en Giga toneladas carbono por año. Hay siete curvas que describen la evolución de las emisiones de anhídrido carbónico a través del siglo bajo distintos escenarios y en particular aquí interesa las que representan el escenario B2 y el escenario A2, porque bajo estos dos escenarios se ha estimado la evolución del clima en Nicaragua hacia finales del siglo. Se puede apreciar que el escenario B2 es el más benigno donde el anhídrido carbónico crece en forma sostenida pero no muy acentuadamente, en cambio el escenario A2 tiene un crecimiento que se acelera hacia fines del siglo alcanzando niveles mucho mayores.

Modelos para elaborar escenarios de Cambios Climáticos utilizados en Nicaragua

MAGICC /SCENGEN:

Es un modelo simple que acopla ciclo de gases y clima que alimenta un generador de escenarios de Cambio Climático Scenariador (SCENGEN) y presenta las siguientes características:

- MAGICC /SCENGEN ha sido usado para elaborar escenarios de Cambio Climático para el IPCC en el TAR y los modelos de circulación general (AOGCM) del AR4.
- Contiene los datos de los resultados de los AOGCMs para todos los escenarios de emisiones de gases de efecto invernadero.
- Contienen un modelo simple que permite “escalar” los incrementos en la temperatura global para aplicarlos en los escenarios regionales. También estima el aumento en el nivel del mar.
- Presenta los resultados de todos los AOGCMs en una rejilla uniforme de 2,5 x2,5 deg.
- Contienen una base de datos observados (1981-1990) y bases para cada AOGCM.

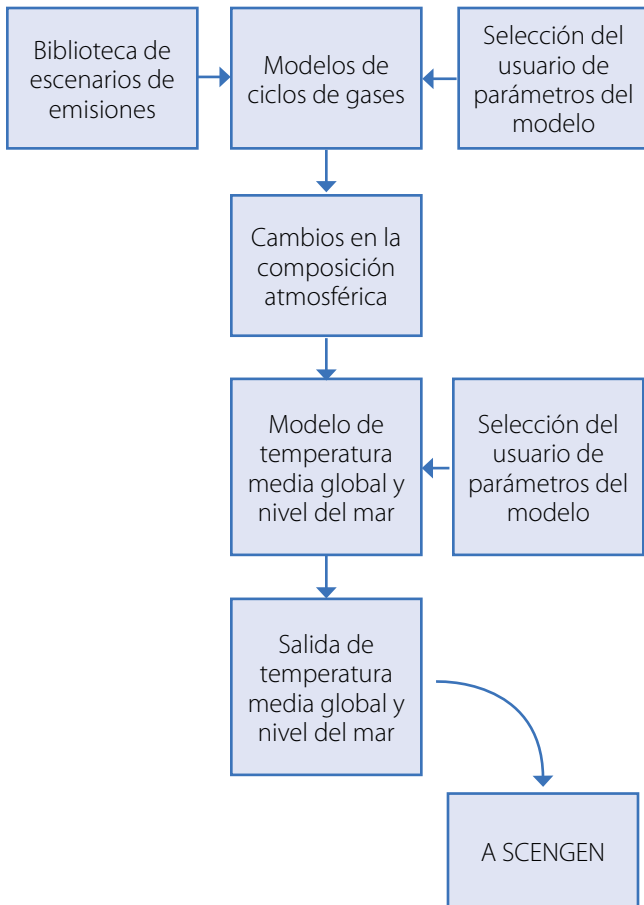
Como se puede utilizar MAGICC/ SCENGEN:

- Escoger escenarios de emisiones de gases efecto invernadero, como por ejemplo los SRES (Special Report on Emissions Scenarios) del IPCC.
- Manipular la concentración de CO₂.
- Seleccionar la sensibilidad (para 2xCO₂) del clima planetario y otros parámetros.
- Seleccionar el o los AOGCMs que se desee examinar.
- Seleccionar la región de estudio.
- Escoger el periodo (mes x mes, estacional o anual).

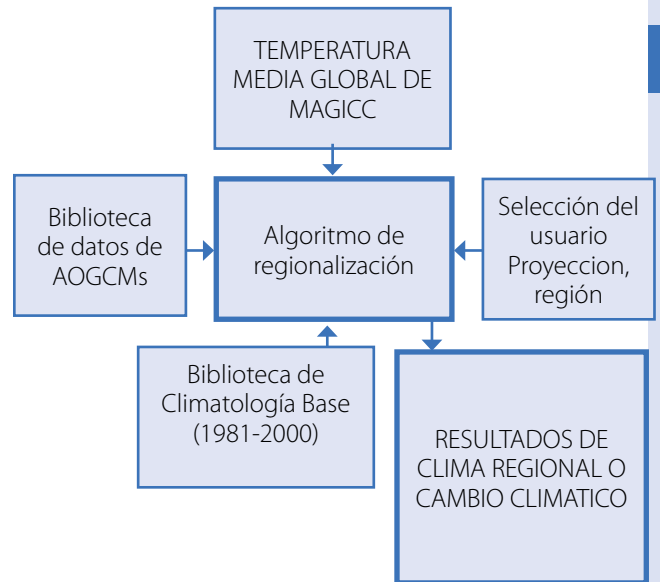
- Permite estudiar las variables de temperatura, precipitación y presión.
- Puede mostrar en un mapa incrementos de temperatura, incrementos porcentuales de precipitación.
- Puede incluir efectos de aerosoles.
- Puede mostrar las proyecciones del clima para cualquier año entre 2000 y 2100.

A continuación en el siguiente diagrama se muestra el software del modelo, hasta poder tener los resultados del clima regional o cambio climático.

Gráfico No. 13: Estructura del software



Continúa:



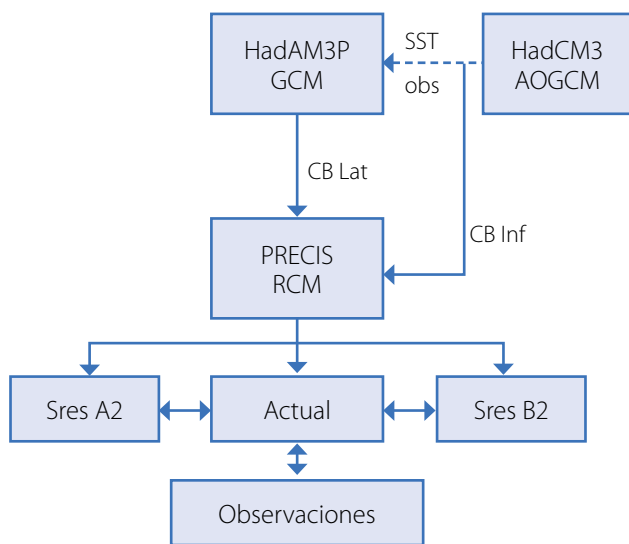
PRECIS

Es un modelo regional, que es lo que se ha usado últimamente para elaborar escenarios climáticos de Nicaragua. Este modelo es alimentado de un modelo atmosférico global (HadAM3P). Derivado del modelo global es el HadCM3, un modelo acoplado océano-atmósfera creado en el Centro Hadley del Reino Unido. El modelo global provee en primer

lugar condiciones de borde laterales para la región que se va a usar. Además, se imponen en la superficie del mar, observaciones de las temperaturas del mar incrementadas en una tendencia que se extrae del mismo modelo global HadCM3. Con esto se integra PRECIS, actualizando las condiciones de borde y las temperaturas del mar dos y una vez por día, respectivamente, hasta completar 30 años. Ello se hace para tres situaciones, primero para el clima actual, o sea, de fines de siglo XX con concentraciones de Gases Efecto Invernadero correspondientes a la época. Luego se simula el futuro bajo dos escenarios, el escenario A2 y el escenario B2.

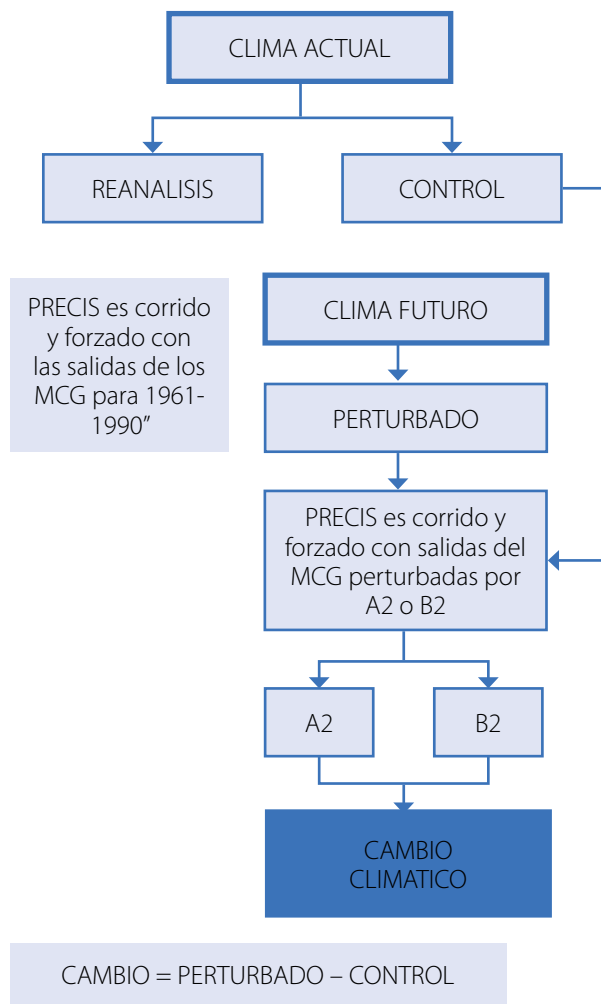
Para evaluar el cambio en el clima se compara cada escenario futuro con la simulación del clima actual. Cabe destacar que no se compara con observaciones, sino entre dos simulaciones PRECIS. Las observaciones se usan para verificar que el clima actual generado por el modelo regional se parece al clima observado y que no esté muy alejado de la realidad. Mayor explicación ver siguientes esquemas: Cálculo del modelo PRECIS y esquema general del trabajo de este modelo.

Gráfico No. 14: Esquema de cálculo del modelo PRECIS



Fuente: Simulaciones con Modelo PRECIS bajo escenarios A2 y B2 del IPCC1, Humberto Fuenzalida

Gráfico No. 15: Esquema general de trabajo modelo PRECIS



Fuente: Estrategia Nacional de Cambio Climático

LECCIÓN 2: PROYECCIONES DEL CLIMA FUTURO DE NICARAGUA

El cambio climático es una realidad en Nicaragua, por lo tanto se debe participar en cada uno de los esfuerzos internacionales de la reducción de gases de efecto invernadero como las medidas de Mitigación y Adaptación al cambio climático, los cuales son impulsados por el Ministerio del Ambiente y Recursos Naturales, MARENA.

Examinando la **tendencia de la temperatura**, integrando escenarios a lo largo de los horizontes de tiempos definidos se puede observar más claramente

con el análisis espacial de la temperatura promedio anual para el clima actual y la modificación de ésta en todo el país con cambios importantes en la distribución espacial de las condiciones térmicas. Los incrementos en la temperatura media anual producirán impactos importantes en los diferentes sectores productivos y actividades humanas. Las temperaturas extremas determinan en gran medida la capacidad productiva de muchos cultivos, determinan el confort humano, la salud de la población, e incluso podrían limitar la adaptación de la biodiversidad.

Examinando la **tendencia de la precipitación** en el país, tenemos según las predicciones una disminución promedio de 36% aproximadamente en todo el país; los cambios más significativos se registraran en regiones que en la actualidad son bastante secas, como es el caso del norte del país y la de los municipios del norte de Chinandega y León, lo cual tendría una repercusión importante en algunas actividades económicas, en particular la agrícola y la ganadera.

LECCIÓN 3: ESCENARIOS SOCIOECONÓMICOS PARA NICARAGUA

Para la elaboración de estos escenarios es necesaria la revisión y análisis de todos los componentes involucrados en la proyección de la población de Nicaragua, como son la fecundidad, mortalidad, migración internacional y la determinación de la población base.

Otro de los parámetros involucrados para la elaboración de estos escenarios, es el producto interno bruto (PIB), que representa un instrumento de medición económica que permite reflejar la evolución de la actividad productiva que generan a lo interno de un país, los diversos agentes económicos tanto en sus relaciones internas como con el resto del mundo. Asimismo se toman en cuenta también la demanda de agua, la demanda de energía, y la demanda en servicios de salud.

Los datos presentados en el escenario socioeconómico son una buena base aceptable para los trabajos

que requieran proyecciones de las grandes características de la sociedad nicaragüense y en particular los estudios relacionados con el Cambio Climático.

UNIDAD 4: VULNERABILIDAD, ADAPTACIÓN Y MITIGACIÓN AL CAMBIO CLIMÁTICO

Objetivo: Conocer la fragilidad de los ecosistemas, recursos, infraestructura, economías y sociedades, por alteraciones originados por el cambio climático, para asignar mayor importancia a un estudio o a la recomendación de una política.

Contenido: Vulnerabilidad, Adaptación y Mitigación al Cambio Climático: Comprende la Evaluación de la Vulnerabilidad de los Sistemas Recursos Hídricos, Estrategia de Adaptación al Cambio Climático de los Sistemas Recursos Hídricos y Agricultura, Mitigación del Cambio Climático, Opciones de Mitigación en Áreas Protegidas, Opciones de Mitigación en el Sector Energético, ciclo de proyectos de Mitigación, proyectos de Mitigación de gases efecto invernadero.

El término de “Vulnerabilidad” se ha vuelto común en las evaluaciones sectoriales y en los estudios de cambio global. Connota un sentido de la fragilidad de los ecosistemas, recursos, infraestructura, economías y sociedades. En cierta medida, su uso amplio está políticamente diseñado para asignar mayor importancia a un estudio o a la recomendación de una política.

DEFINICIÓN DE VULNERABILIDAD SEGÚN EL IPCC:

El grado al que un sistema es susceptible o incapaz de enfrentar los efectos adversos del cambio climático, incluyendo la variabilidad climática y los extremos. La vulnerabilidad es una función del carácter, magnitud y proporción del cambio climático, y de la variación a la cual el sistema está expuesto, de su sensibilidad y de su capacidad de adaptación. (IPCC SPM WGII, 2001:6).

La definición de sensibilidad por el IPCC: Grado a que un sistema es afectado, ya sea adversamente o beneficiosamente, por estímulos climáticos relacionados. Los estímulos climáticos relacionados abarcan todos los elementos del cambio climático, e incluyen las características promedio del clima, variabilidad climática y la frecuencia y magnitud de los eventos extremos. (IPCC SPM WGII, 2001:6).

LA CONVENCIÓN MARCO DE LAS NACIONES UNIDAS ANTE EL CAMBIO CLIMÁTICO RECONOCE QUE LA ADAPTACIÓN Y LA MITIGACIÓN SON LAS RESPUESTAS ESENCIALES A LOS RIESGOS DEL CAMBIO CLIMÁTICO:

La mitigación

Es la reducción de las emisiones de gases de efecto invernadero (GEI) y el secuestro de dióxido de carbono por la vegetación y los suelos, para ayudar a estabilizar la concentración atmosférica de los Gases Efecto Invernadero

La mitigación persigue reducir el peligro, sin embargo el IPCC, 2007 ha afirmado: El calentamiento antropógeno y la elevación del nivel del mar continuarán durante siglos debido a las escalas de tiempo asociadas con los procesos climáticos y los retro efectos, incluso si las concentraciones de gases efecto invernadero llegaran a estabilizarse.

Por otro lado, Nicaragua no es un país que emite grandes volúmenes de gases efecto invernadero, sin embargo posee una gran vulnerabilidad ante el cambio climático debido a las causas anteriormente mencionadas. Los razonamientos anteriores indican que el país debe centralizar sus esfuerzos para elevar la adaptación o mejorar la capacidad de absorción de los riesgos inducidos por el cambio climático como una prioridad y en un segundo orden trabajar por la mitigación mediante la reducción de emisiones.

El Gobierno de Nicaragua en materia de cambio climático, debe priorizar todos los mecanismos que generen resiliencia, apoyando el desarrollo de la

gestión del riesgo a favor de las poblaciones más pobres y desarrollar acciones que reduzcan la vulnerabilidad

La ADAPTACION

Es definida por el IPCC, (2001), como el ajuste en sistemas naturales y humanos en respuesta a estímulos climáticos reales o esperados o a sus efectos, que mitiga el daño o aprovecha oportunidades. Sin embargo, como esta definición de adaptación no deja explícitamente definido el componente PREVENCIÓN, queda por sentado que en este documento y en el país, el concepto Adaptación lleva implícita la prevención. En esencia, el principal componente de la Adaptación es la Prevención.

La adaptación en el contexto del CMNUCC

- Desde que se firmó la Convención en Río de Janeiro en 1992, la mayor atención ha recaído en la mitigación, y se ha tratado poco la adaptación.
- Durante los primeros 5 años de vida de la Convención, hasta lograr el acuerdo en el Protocolo de Kioto, se dedicó una desproporcionada atención a la mitigación.
- Sin embargo, está creciendo el reconocimiento de que la adaptación al cambio climático es imperativa y urgente.
- La Convención reconoció la necesidad eventual de la adaptación, esto se especifica en los Artículos 4.1 y 4.4: “las Partes incluidas en el Anexo II también ayudarán a las Partes de los países en desarrollo que son particularmente vulnerables a los efectos adversos del cambio climático a cubrir los costos de adaptación a estos efectos adversos”.

Que significa adaptación al Cambio climático

- La Adaptación al clima ha sido siempre parte esencial de la evolución y de la supervivencia, tanto de los sistemas humanos como naturales. En todas las regiones, el patrón y el diseño de los asentamientos y de la infraestructura humana, las prácticas agrícolas y la selección de cosechas, y un rango de otras actividades se

han adaptado durante siglos, de forma exitosa, al clima prevaleciente.

- En cada uno de los sectores socioeconómicos en riesgo por cambio climático existe un conocimiento, tanto teórico como práctico, relacionado con las respuestas al clima, así como de la variabilidad climática y de los eventos extremos. El carácter de este conocimiento difiere de sector a sector.
- En la agricultura, por ejemplo, hay un gran volumen de conocimiento práctico y de experiencia local en cada comunidad agrícola.
- Al diseñar los estándares para los componentes de la infraestructura siempre se toman en cuenta las variables del clima y del tiempo
- Así la Adaptación al cambio climático, no es algo que debe comenzar de la nada. Es un proceso creciente que puede construirse sobre una historia larga de adaptación previa. Lo que es nuevo, es la necesidad de adaptarse mucho más rápidamente debido al impacto de las actividades humanas sobre el clima.

Reto de la Adaptación

Adaptación: El reto de la adaptación al Cambio Climático es definirlo en forma operacional, asegurando que las medidas y las políticas de adaptación tomadas sean compatibles con las metas del desarrollo sostenible.

Adaptación a enfocar la labor hacia aquellas medidas y políticas que pueden ser utilizadas para reducir la vulnerabilidad al clima.

Adaptación al ajuste en los sistemas humanos o naturales en respuesta a un estímulo climático actual o futuro, o a sus efectos. (IPCC 2001).

Criterios de adaptación

Protección: Diseño de los sistemas que resistan los cambios.

Retirada: Orientar las actividades o estrategias hacia lugares mas favorables.

Acomodamiento: Modificar las actividades al ritmo del cambio de las condiciones

Estrategias de adaptación

Es la práctica de identificar opciones para adaptarse al Cambio climático y evaluar estas opciones en términos críticos como: Disponibilidad, beneficios, costos, eficacia y eficiencia, factibilidad

LECCIÓN 1. EVALUACIÓN DE LA VULNERABILIDAD DE LOS SISTEMAS RECURSOS HÍDRICOS, POTENCIAL Y DEMANDA DE LOS RECURSOS HÍDRICOS, VULNERABILIDAD POR LA DEMANDA ACTUAL, AGUAS SUBTERRÁNEAS.

Tomando como base los resultados de los Escenarios Climáticos y Socioeconómicos de Nicaragua para el siglo XXI, los cuales nos confirman la tendencia del incremento de temperatura y la evaporación y la disminución de la nubosidad y las precipitaciones en el transcurso de las próximas décadas, se ha llegado a la conclusión de que dichas variaciones podrían impactar negativamente el sector de recursos hídricos referente a la disponibilidad, cantidad y calidad del agua. Por lo tanto se han desarrollado estudios de vulnerabilidad, con la finalidad de identificar los sectores de uso más vulnerables y la estrategia de aprovechamiento sostenible del recurso.

Los principales usuarios del recurso hídrico en Nicaragua son los sectores: doméstico, riego, hidroeléctrico, industrial, ganadería y demanda ecológica. De la relación entre potencial demanda y disponibilidad actual de los recursos hídricos por sectores de usuarios, es posible identificar la vulnerabilidad de estos por categoría de usuarios, desde la perspectiva del estrés causado por la reducción de la disponibilidad real; a lo que debe sumársele el efecto de la reducción potencial debido al riesgo de contaminación, tomando en cuenta la relación entre la vulnerabilidad natural y la carga contaminante.

Bajo condiciones del clima actual los recursos hídricos, tanto superficiales como subterráneos, tienen un nivel variable de vulnerabilidad para las distintas

regiones, el que depende del régimen pluviométrico, condiciones fisiográficas, efecto de la demanda e impacto de los diferentes usuarios tanto en la cantidad como en la calidad. La vulnerabilidad actual desde el punto de vista de la disponibilidad, es mayor en la región Pacífica, menor en la región Central y muy baja en la región del Atlántico.

Al hacer un balance hídrico del sistema de agua subterránea en metros cúbicos por día de una cuenca en el Pacífico, se tiene que el sistema de agua subterránea se abastece principalmente por recarga directa procedente de la precipitación (95% del total) y en forma secundaria por percolación en el lecho de los ríos (5% del total); el acuífero se descarga mediante los ríos como flujo base (75% respecto del total), por extracción de los pozos (26.6%) y el resto descarga directamente al mar.

Se hizo la simulación por el efecto de la reducción potencial de la recarga causado por el cambio climático para tres escenarios (pesimista, moderado y optimista) y cinco horizontes de tiempo del 2010 al 2100. Se observa una tendencia bien marcada de reducción de la recarga por todos los escenarios a partir del año 2050.

LECCIÓN 2. ESTRATEGIA DE ADAPTACIÓN AL CAMBIO CLIMÁTICO DE LOS SISTEMAS RECURSOS HÍDRICOS Y AGRICULTURA

A nivel de las instituciones de gobierno, la temática del Cambio Climático está concentrada en el Ministerio del Ambiente y Recursos naturales, a través de la Dirección general de Cambios Climáticos y su Dirección específica de Cambio Climático, tiene como una de sus funciones principales facilitar la entrada de Nicaragua al mercado de reducciones certificadas de gases de efecto de invernadero, lo cual le permite cumplir con lo previsto en el Protocolo de Kyoto.¹¹ Así como diseñar e implementar estrategias de adaptación ante el cambio climático para reducir la vulnerabilidad de los sistemas humanos y ecosistemas más vulnerables.

Es así en cumplimiento de sus funciones, ha elaborado la Propuesta de Estrategia de Adaptación ante el Cambio Climático, para la Cuenca 64 en la región del pacífico, que es un instrumento aplicable, que deberá estar enmarcado dentro de las Políticas Ambientales, en los Planes de Desarrollo e Inversión Municipal, así como en los Planes Departamentales y el Plan Nacional de Desarrollo. Así también la propuesta de la Estrategia Nacional de Cambio Climático y esta trabajando para actualizar el Plan de Acción Nacional ante el Cambio Climático (publicada en la primera Comunicación nacional ante la CMNUCC).

Actualmente mediante la Dirección General de Cambios Climáticos, se está facilitando y promoviendo el Proceso de Adaptación al Cambio Climático para disminuir la vulnerabilidad de las poblaciones y sectores socioeconómicos, a fin de incluir las estrategias de adaptación en los planes de desarrollo.

Dentro de las líneas estratégicas de acción para los recursos hídricos tenemos:

1. Conservación del suelo y del agua.
2. Estudio Biofísico y socioeconómico de la Cuenca Hidrográfica.
3. Manejo de cuenca hidrográfica, Cosecha de agua.
4. Uso eficiente del agua sobre todo en los sistemas de riego.

5. Control y regulación de las aguas servidas proveniente de la industria y del sector doméstico
A nivel Nacional se hace necesario contribuir a la transversalización de Cambio Climático en Nicaragua con las siguientes acciones:

- Integración de Cambios Climáticos en el plan nacional de desarrollo, actividades sectoriales, incluyendo acciones a nivel de comunidades locales.
- Establecimiento de mejores datos climáticos, incluyendo vulnerabilidades y riesgos.
- Impactos sectoriales, locales.
- Implicaciones socio-económicas y estrategias de respuesta.
- Actividades de generación y disseminación de conocimiento.

¹¹ Publicado en La Gaceta Diario Oficial, No. 56 del 21 de marzo del 2002.

- Material de fácil entendimiento.
- Establecimiento de foros de discusión intersectoriales.
- Involucrar a los medios de comunicación para difusión.
- Continuación de inclusión del tema de Cambio Climático en programas escolares y entrenamientos especiales y manuales.
- Entrenamiento de personal de sectores específicos a nivel nacional

En el sector Transporte se hace necesario lo siguiente:

- Identificación de las actividades que son sensibles al clima en el sector transportes en el corto, mediano y largo plazo – énfasis en inversiones en infraestructura de caminos y carreteras.
- Consideración de vulnerabilidad en relación a proyectos específicos (portafolios), incluir riesgos climáticos futuros en la evaluación y el diseño de nuevas obras de infraestructura.
- Evaluación de la necesidad de datos para la proyección de riesgos relacionados a huracanes, inundaciones, deslizamientos de tierra, etc. en el corto, mediano y largo plazo.
- Por ejemplo análisis de sensibilidad, escenarios climáticos, evaluación de costos de ajustes de proyectos y factores de riesgo.
- Formulación de un plan de mantenimiento de las vías ya realizadas y de aquellas que están planificadas.

En el sector Educación se hace necesario lo siguiente:

- Implementación de un paquete de entrenamiento para profesores de nivel primario, secundario, y universitario.
- Formulación de un plan integral de educación que incluya temas de cambios climáticos en la educación primaria, secundaria y universitaria.
- Formulación de un plan para la disseminación de información y discusión de temas relacionados a cambios climáticos.
- Desarrollo de material educativo – en el contexto global y nacional.

- Modificar las prácticas de construcción de infraestructura en el sector educativo: escuelas que sirven como refugios y albergues en casos de desastres.

En el sector Agrícola se hace necesario lo siguiente:

- Identificación de vulnerabilidades en relación a diferentes actividades agropecuarias en Nicaragua – identificación de opciones de adaptación.
- Mapeo de sistemas de riego en la ocurrencia de cambios climáticos: necesidades y disponibilidad de agua.
- Sistemas de cultivo de aguas pluviales para riego y disponibilidad de agua fresca, potencial, costos, implicaciones de desarrollo en las áreas rurales.
- Sistemas mejorados de bases de datos climatológicos para manejo y gestión de la agricultura, incluyendo predicciones periódicas, desarrollo de capacidades y mecanismos de defensa.
- Integración de los temas de cambios climáticos en las actividades de capacitación en agricultura.

En cuanto al Medio Ambiente se hace necesario a nivel nacional:

- Fomentar la integración de los Cambio Climático en la regulación y las políticas nacionales.
- Servir como plataforma institucional para fomentar la coordinación intersectorial.
- Formular mecanismos de incentivo para la inclusión del tema en las políticas sectoriales.
- Apoyar a la implementación y transversalización de la Ley de agua.
- Brindar apoyo a la investigación científica.
- Coordinar apoyo con entidades educativas, principalmente universidades.¹²

¹² Informe de una Misión de Evaluación de Cambios Climáticos a Nicaragua/Centro América. 2008. Miriam Hinojosa, UNEP Risø Centre, Nethe Laursen, UNEP Risø Centre, Mike Speirs, Ministerio de Relaciones Exteriores de Dinamarca, DANIDA y Consultora para Nicaragua Graciela Medina Aguirre.

Uno de los objetivos de la Estrategia de Adaptación ante el Cambio Climático de este sistema, es la protección y el manejo de los recursos naturales bosque y suelo principalmente. Así como, desarrollar capacidades de manejo de las fincas por los comunitarios con la adopción de técnicas apropiadas, que permita mejorar la productividad del suelo, aumentar los rendimientos de los cultivos agrícolas, mejorar la calidad del ambiente y el nivel de vida de la población, contribuir al desarrollo sostenible de la cuenca con la protección del medio ambiente y asegurar la sostenibilidad de los recursos naturales y económicos.

Dentro de las líneas estratégicas de acción para el sistema agrícola tenemos:

- Incremento de la productividad del suelo.
- Planes de ordenamiento territorial municipal de acuerdo a la vocación del suelo.
- Planes de ordenamiento de fincas, reconversión de los sistemas de producción
- .
- Agricultura y ganadería intensiva, silvicultura.
- Canales de comercialización que apoyen al productor.

Para ambos sistemas es necesario contar con las siguientes líneas estratégicas:

- Participación, Gestión y Coordinación Interinstitucional para la Política y Planificación Ambiental.
- Aplicación de la legislación vigente.
- Uso adecuado de los recursos hídricos, suelo y bosque.
- Ordenamiento de la propiedad, fortalecimiento de la Educación Ambiental.
- Participación Social y Organización Comunitaria

LECCIÓN 3. MITIGACIÓN DEL CAMBIO CLIMÁTICO, OPCIONES DE MITIGACIÓN EN ÁREAS PROTEGIDAS, OPCIONES DE MITIGACIÓN EN EL SECTOR ENERGÉTICO.

La estrategia de Mitigación, se encarga de la reducción de las emisiones de gases de efecto invernadero y del incremento de la fijación y almacenamiento de dióxido de carbono. Dicha estrategia se puede implementar a través de iniciativas de proyectos bajo el Mecanismo de Desarrollo Limpio del Protocolo de Kyoto, en los sectores energía, forestal y agricultura.

El Ministerio del Ambiente y los Recursos Naturales a través de la Dirección General de Cambio Climático y la Dirección Especifica de Cambio Climático y la Oficina de Desarrollo Limpio, ha desarrollado dos estrategias pilotos para preparar a la población ante los impactos actuales y futuros del cambio climático.

Una de las funciones principales de Dirección general de Cambio Climático, es facilitar que Nicaragua utilice los mecanismos que brinda el Protocolo de Kyoto para impulsar la integración del país al mercado de carbono, a través de la promoción de proyectos que mitiguen el cambio climático y contribuyan al desarrollo sostenible.

Hasta la fecha, la Oficina Nacional de Desarrollo Limpio ha firmado cuatro memorandos de entendimiento de forma bilateral con Holanda, Dinamarca, Canadá y Finlandia, los cuales facilitarán la venta de reducciones certificadas de gases de efecto de invernadero por parte de Nicaragua.

La cartera de proyectos de mitigación de energía que ha planificado utilizar los bonos de carbono para financiar dichas inversiones representa más de 100MW de producción de energía con recursos renovables. Todos estos proyectos han recibido apoyo y asistencia técnica de la ONDL. Es importante destacar que

el Plan Nacional de Desarrollo de Nicaragua, contempla la transición a una matriz energética menos dependiente de combustibles fósiles, por lo que la utilización del Mecanismo De Desarrollo Limpio, MDL, para financiar proyectos de energía renovable viene a apoyar el logro de este objetivo.

En el Plan Operativo Quinquenal del Plan Nacional de Desarrollo se contemplan una serie de acciones para la utilización del Mecanismo de Desarrollo Limpio en el contexto de los clusters de café, carne y lácteos y forestal, tanto en el área de energía como en la forestal.

Nicaragua está iniciando la elaboración de proyectos de mitigación en el sector forestal. Recientemente el Biocarbon Fund del Banco Mundial, manifestó su interés de apoyar un proyecto de reforestación en el país, que constituye la plantación de 600 hectáreas que habían sido pastizales por más de 30 años.

Asimismo, el Ministerio del Ambiente y Recursos Naturales, impulso varios proyectos que involucró reforestación, como fue el Programa Socio ambiental Forestal (POSAF), de esta manera se está contribuyendo al almacenamiento de carbono y a la restauración de zonas degradadas que hacen al país más vulnerable ante los eventos climáticos extremos.

La Dirección General de Cambios Climáticos, está en proceso de iniciar la formulación de un plan orientado a mitigar el cambio climático a través de la utilización del Mecanismo de Desarrollo Limpio. Para este esfuerzo contará con el apoyo de la Organización Latinoamericana de Energía (OLADE) con el apoyo de la cual identificara las barreras existentes para la implementación de proyectos MDL. Promover y apoyar el desarrollo, la aplicación y la difusión de tecnologías, prácticas y procesos que controlen, reduzcan o prevengan las emisiones antropogenias de gases de efecto invernadero.

La Dirección de Cambio Climático, ha venido promoviendo la sensibilización del público, respecto al cambio climático y sus causas a través de los diferentes

proyectos que desarrolla y promoviendo la investigación en la materia, al igual que la adopción de tecnologías limpias, la reforestación y la protección de los sumideros.

Para contabilizar la cantidad de carbono almacenado en las principales **áreas protegidas del país**, se hizo un estudio de opciones de Mitigación del Cambio Climático en Áreas Protegidas, el cual centró su atención en tres posibles líneas de mitigación tales como: evitar y reducir emisiones a través de la protección de bosques y suelos, protección contra incendios e invasiones y secuestro de carbono mediante la recuperación de los suelos de vocación forestal, entre otras. Dichas acciones se podrían implementar mediante áreas piloto y demostrativas.

Las áreas protegidas con potencial para el desarrollo de proyectos pilotos para la mitigación de gases de efecto invernadero son: BOSAWAS, Cerro Silva, Indio Maíz, Wawashan, los Guatusos y Cosigüina. Estas áreas protegidas totalizan 1,666 hectáreas, todas ellas se articulan con ecosistemas y territorios de importancia nacional e internacional.

Las opciones de mitigación en el sector energético nacional están dirigidas

1. Sub sector residencial mediante la disminución del consumo de leña, sustitución de refrigeración ineficiente, sustitución de iluminación incandescente.
2. Sub sector industrial mediante la sustitución del proceso de producción de cemento a vía seca, utilización de gas natural, sustitución de motores ineficientes, implementación de guías energéticas para equipos eléctricos.
3. Sub sector transporte mediante el mejoramiento de la infraestructura vial a nivel nacional, implementación de programas de educación vial a todos los niveles, implementación de políticas de importación de vehículos eficientes, mejoramiento del rendimiento de los vehículos terrestres.

4. Sub sector comercio y servicios mediante la sustitución de la iluminación fluorescente convencional por ahorradores de electricidad, mejoramiento de la eficiencia del aire acondicionado, promoción de incentivos fiscales a equipos eléctricos eficientes, diseño y construcción de edificios con medidas de eficiencia energética.

En el sector agrícola se propone el establecimiento de fincas integrales con manejo diversificado, arreglos silvopastoriles para ganadería de carne y/o doble propósito, así como el establecimiento de fincas integrales de manejo diversificado con arreglos agroforestales.

En el sector UT-CUTS se recomienda el manejo de la regeneración natural y el rebrote

Forestal en tierras de conservación y protección de la vida silvestre, así como en tierras de vocación forestal.

56

En el sector energía se identificaron una mayor variedad de opciones a implementar que van desde promover la eficiencia de energía eléctrica de uso doméstico y comercial, mejorar la eficiencia del sistema de alumbrado público, la oferta de energía a partir del aprovechamiento de energías renovables no convencionales, los biodigestores, la generación de energía eólica, biomasa y biodiesel.

Con la implementación de estas actividades se pretende aumentar la captura de carbono, aumentar la oferta de energías renovables, así como el establecimiento de modelos de aprovechamiento de fincas sostenibles que a futuro erradicarán la pobreza en los territorios de incidencias de estas opciones.

Es conveniente ejecutar las opciones propuestas de forma simultánea a fin de crear mayor impacto a corto plazo. Se hace importante que se trabaje de forma coordinada con los diferentes programas nacionales, (Hambre Cero, Cruzada Nacional de Reforestación), estas propuestas para mitigación de los Gases Efecto Invernadero, están plasmados

en la Estrategia Nacional de Cambio Climático y es necesario tomarlos en cuenta en la formulación de proyectos y sobre todo en los planes municipales, regionales y en todos los departamentos del país.

La Estrategia de Mitigación de Gases de Efecto Invernadero (GEI), para los sectores agricultura, cambio de uso del suelo y energía, en los departamentos de Boaco y Chontales; ha sido desarrollado para dar respuesta a la problemática ambiental de estos departamentos, y en particular porque el sector ganadería es la principal fuente de emisiones de GEI del país, el cual contribuye con un total de 3 millones 3 mil toneladas de CO₂, emisiones que son 2.5 veces mayor que las producidas por la industria de la energía eléctrica para el año 2,000. No menos importante son las emisiones de GEI producidas por el proceso de deforestación en estos dos departamentos, donde el cambio de uso de la tierra ha sufrido una transformación mayor al 80%, de tal forma que del bosque latifoliado cerrado original, solamente queda un 3% aproximadamente. Este proceso de deforestación, también ha producido grandes emisiones de GEI que superan los 2 millones de toneladas de CO₂.

La Propuesta de Estrategia de Mitigación de GEI para Boaco y Chontales, es un instrumento aplicable enmarcado dentro de las Políticas Ambientales, en los Planes de Desarrollo e Inversión Municipal, así como en el Programa de Desarrollo Rural Productivo conocido como PRORURAL.

Con base a la problemática identificada a través de la elaboración de una línea de base de las emisiones y absorciones de GEI de los tres sectores estudiados (agricultura, cambio de uso de la tierra y energía), se elaboró la Estrategia de Mitigación que propone soluciones a través de la implementación de medidas de mitigación ante el cambio climático que incluyen:

1. Manejo de regeneración natural en tierras de conservación y protección de la vida silvestre. Propuesta para 1,000 has. Para productores medianos y grandes. La viabilidad financiera

es: VAN de egresos USA \$47,628. El costo anual por hectárea equivale a US \$ 26.11. Mecanismo de recuperación de costos de Pago Por Servicios Ambientales, PSA.

2. Manejo de regeneración natural en tierras de vocación forestal. Propuesta de manejar un área total de 1,000 has. Para Productores Pequeños fincas de 5 a 10 hectáreas. Sustituir la actividad ganadera de suelos de vocación forestal. Impactos: Revertir el proceso de secamiento de quebradas y ríos. Restaurar la economía forestal con especies de interés económico. Incrementar las fuentes de trabajo
3. Establecimiento de fincas integrales con manejo diversificado, incluyendo arreglos silvo pastoriles para ganadería de carne y doble propósito para 792 propietarios aplicando arreglos semiestabulado en fincas. Costo: \$21.757,658 PYMES ganaderas. Viabilidad financiera: VAN (15% tasa de descuento de \$16,068.167). TIR: 38.3%. Relación b/c 2.24. Periodo de recuperación de la inversión 2 años y 3 meses.
4. Establecimiento de fincas integrales de manejo diversificado, incluyendo arreglos agroforestales para 821 propietarios aplicando arreglos agroforestales en fincas. Costo: \$6,710.712 PIMES agrícolas. Viabilidad financiera: VAN: (15% tasa de descuento de \$16,497.649). TIR: 42.9%. Relación b/c 1.50 periodo de recuperación de la inversión 4 años.
5. Promover la Eficiencia de la Energía Eléctrica en los subsectores Uso Doméstico y Comercial. En Boaco 42.8% de la población tiene acceso a la energía. Rural 85% y urbana 23%.

La estrategia de implementación sería la siguiente:

Establecer alianzas entre gremios de productores (UNAG), y otras agrupaciones gremiales, a fin de que conjuntamente con PRORURAL e IDR, se establezcan Fincas Pilotos, que permita la validación de algunos de los modelos productivos y la difusión tecnológica entre los productores.

- Establecer arreglos entre los gobiernos municipales y los productores ganaderos, para

establecer “Parques Ecológicos” y “Reservas Privadas”. Involucrar al MAGFOR, INAFOR y MARENA.

- Ministerio de Energía y Minas. Alcaldías, MARENA-DGCC-ONDL.

LECCIÓN 4. MEDIDAS DE MITIGACIÓN PROPUESTAS, CICLO DE PROYECTOS DE MITIGACIÓN, PROYECTOS DE MITIGACIÓN DE GASES EFECTO INVERNADERO.

Medidas de Mitigación de GEI propuestas

En Áreas Protegidas seleccionadas y sus zonas de amortiguamiento se pueden implementar las siguientes opciones de reducción de gases de efecto invernadero, de forma participativa con diferentes actores claves y sobre todo con los pobladores locales:

Deforestación evitada a través de manejo de bosques.

- Manejo de la regeneración natural y fijación de carbono en áreas de amortiguamiento.
- Reforestación y forestación en áreas de amortiguamiento.
- Existe potencial para otras opciones de mitigación que no son reconocidas por el Mecanismo de Desarrollo Limpio del Protocolo de Kyoto, sin embargo éstas podrían ser negociadas de forma bilateral con países que muestren interés, o en “mercados de imagen”, como empresas internacionales que venden combustibles fósiles y otras.

Reducir emisiones: evitar incendios e invasiones.

- Evitar emisiones: protección de bosques y suelos.

El MARENA a través de la Dirección General de Cambios Climáticos ha iniciado la tarea de reducir las incertidumbres y barreras que podrían obstaculizar la evolución del Mecanismo de Desarrollo Limpio (MDL) en Nicaragua. En este sentido y con apoyo de FAO se elaboró un estudio, que define las áreas que cumplen con los criterios y regulaciones

del Mecanismo de Desarrollo Limpio y que tienen un buen potencial forestal.

El estudio logró determinar algunos indicadores que permitieron evaluar e identificar las zonas con potencial de mitigación en el sector forestal, tomando en cuenta las restricciones biofísicas, sociales y económicas del país, así como las regulaciones establecidas por el Protocolo de Kyoto. La evaluación del potencial consistió, en evaluar primero el uso potencial del suelo, su viabilidad para la ejecución de actividades productivas y la disponibilidad de tierras para las actividades de reforestación.

a. Capacidad de uso del suelo

La primera etapa consistió en la evaluación de las áreas dentro de un rango definido de usos como agricultura, ganadería o silvicultura. La evaluación de la capacidad de uso del suelo se utilizó para clasificar las áreas de acuerdo a sus limitaciones biofísicas. En este sentido la evaluación de la capacidad de uso del suelo para las actividades de forestación y reforestación, identificó las áreas donde los requerimientos ecológicos de crecimiento para un grupo particular de especies forestales se satisfacen dentro de un régimen de manejo dado. Normalmente se trata de clasificar las áreas en base al potencial de crecimiento de acuerdo a las limitaciones intrínsecas del sitio como el clima, los suelos y la topografía.

b. Viabilidad de las actividades

Para el análisis de la vocación del suelo relacionado con las actividades de forestación y reforestación se integraron las variables biofísicas (capacidad de uso del suelo) y los aspectos socioeconómicos (tenencia de la tierra, nivel de pobreza, infraestructura disponible, densidad demográfica, tamaño de las propiedades), que podrían afectar la viabilidad de las áreas para el desarrollo de las actividades forestales, en donde la mayor potencialidad corresponde a la región Norte y Central.

Las áreas que tienen la misma capacidad de uso del suelo pueden tener diferente vocación, debido a

factores como la distancia a los mercados, el precio de la tierra y otros usos preferentes del suelo.

c. Disponibilidad de tierras

Se refiere al área de suelos viables finalmente disponibles para un uso particular. Para el desarrollo de actividades MDL, la disponibilidad de suelo se puede definir como la voluntad de los dueños de tierras para dedicar parte del área ya sea por precios y/o condiciones, a un uso alternativo, (Spencer, 1998).

Las estadísticas de uso del suelo de hace 10 años demuestran que, para la mayor parte, los bosques primarios no son cortados para el establecimiento de plantaciones. La expansión de las plantaciones, por consiguiente, ha estado dirigida en áreas agrícolas descubiertas de vegetación. Consecuentemente, es necesario dimensionar la voluntad de los dueños de la tierra para plantar árboles por ellos mismos, o disponer la tierra para el desarrollo de proyectos MDL a través de la inversión pública o privada (a través de la venta o un acuerdo conjunto).

Las comunidades rurales tienen diferentes perspectivas en el establecimiento de actividades de reforestación, por lo tanto la capacitación y el convencimiento a los pequeños productores de que los árboles son una buena inversión y un negocio viable para sus fincas, puede resultar el factor más difícil en el desarrollo de proyectos de reforestación. La cuantificación de la tierra disponible bajo este escenario para cada departamento / municipio del país, es una tarea más específica que deberá analizarse a una escala más detallada en un trabajo futuro.

d. Actividades elegibles

El Protocolo de Kyoto define como actividades elegibles del sector forestal, la forestación y reforestación. En este sentido, las áreas se limitan a áreas que tengan la posibilidad de establecimiento de árboles, por lo que las áreas rocosas, las zonas bajas salitrosas, las tierras sujetas a inundaciones y las áreas urbanas, no clasifican como áreas viables para la reforestación.

Las áreas Kyoto entonces, se limitan a suelos con clasificación de agropecuarios que a su vez se subclasifican en 3 categorías para objeto de este estudio:

- Cultivos Agrícolas Tecnificados;
- Cultivos Permanentes;
- Pastos.

e. Actividades para proyectos de reforestación y forestación identificadas

De acuerdo a este enfoque, se definió que para los cultivos agrícolas tecnificados existía la posibilidad de implementar proyectos de sistemas agroforestales de contorno. En los criterios socioeconómicos se estableció, que las propiedades mayores a 10 manzanas, son las que tienen el potencial para la implementación de actividades de reforestación,

Para los cultivos permanentes y pastos, se definieron los sistemas agrosilvopastoriles (ASP) con potencial de implementación en este tipo de áreas. En la práctica existe diversidad de sistemas ASP, pero en general se respeta la regla de un distanciamiento entre árboles de 10 X 10 metros; dando como resultado una estimación de 100 árboles por hectárea.

Para definir las áreas potenciales de plantaciones con fines industriales y energéticos, se realizó una comparación entre los datos geográficos cartografiados (mapas), y los datos recopilados por el Tercer Censo Nacional Agropecuario CENAGRO III. La diferencia entre estas dos fuentes de datos determinó el área disponible para reforestación. La diferencia de áreas no es más que la comparación de los datos brindados por el mapa de cobertura vegetal del 2000, y las encuestas a los productores, donde reportaron el área real utilizada en la producción agropecuaria.

Para hacer la diferenciación entre las plantaciones industriales y dendroenergéticas, se tomó la misma cantidad de proyectos y programas planificados para el próximo quinquenio. La proporción entre los dos tipos de reforestación, obedece a la demanda de los beneficiarios de los programas, por lo tanto, se puede determinar con algún grado de confiabilidad el área para cada tipo de plantación. El porcentaje

de proyectos dendroenergéticos con relación a las plantaciones industriales es de un 25%.

f. Potencial de generación de créditos de Carbono

Por último, las actividades de regeneración natural inducida por semilleros, son reconocidas como actividad elegible dentro del MDL, donde se consideran las áreas que se encuentran dentro de Áreas Protegidas declaradas y desprovistas de cobertura forestal.

Una limitante para este tipo de actividades es que prácticamente no existen experiencias similares en Nicaragua, por lo que la estimación de carbono presentada en este estudio puede ser no tan precisa como se requiere. Una vez obtenido el potencial de actividades de reforestación por año, se estimó el cálculo del secuestro neto de carbono para cada actividad identificada. La cuantificación de carbono se estimó tomando en cuenta las siguientes consideraciones:

- Plantaciones: 1,600 árboles por Hectárea, 12.39 Toneladas de Carbono/año (Ton C / año).
- Sistemas ASP: 100 árboles por Hectárea, 3.10 Ton C / año.
- Sistemas Agroforestales de contorno: 60 árboles por Hectárea, 1.36 Ton C / año.
- Regeneración Natural Inducida: Número de árboles no definido, 12.39 Ton C / año.
- Carbono de la vegetación existente antes de implementar el proyecto: 10 Ton C / Ha. (Fehse, 2002).¹³

El ciclo de proyectos de mitigación contiene las siguientes fases:

- **Identificación de la idea de proyecto**, identificar la naturaleza, ubicación sectorial e importancia del proyecto en el desarrollo sostenible del país.
- **Preparación de la información básica**, detallando los actores relevantes, gases asociados, necesidades financieras, entre otras.

¹³ Información obtenida de la Estrategia Nacional de Cambio Climático

- **Obtención del aval gubernamental**, evaluación de la propuesta identificada con los requisitos y procedimientos legales del país.
- **Estudio de la línea y el plan de monitoreo y verificación**, estudio técnico de la reducción de emisiones, su costo financiero y el plan de monitoreo de las mismas.
- **Proceso de validación**, validación del diseño del documento, el estudio de línea base y el plan de monitoreo para el registro ante la Convención Marco de Cambios Climáticos.
- **Negociación de acuerdos**, arreglo de los trámites legales y acuerdo de financiamiento.
- **Construcción e inicio de operaciones**, inicio de la implementación del proyecto y las condiciones para la verificación y certificación.
- **Verificación y certificación periódica**, verificación en el sitio del proyecto y certificación escrita confiable en base al monitoreo y la verificación.
- **Finalización del proyecto**, período de duración de la línea base o la vida útil del proyecto hasta un máximo de 21 años.

Proyectos de Mitigación:

Actualmente están en ejecución los siguientes proyectos de mitigación:

- **Compañía Licorera de Nicaragua, S.A.- Clnsa.**- Proyecto de Tratamiento Anaeróbico de la Vinassa en Chichigalpa- Chinandega: Gas de biodigestor. Proceso anaeróbico de la vinassa, capacidad de 2.5.MW. Costo aproximado de 9.8 millones de Dólares financiado por fondos privados. Cuenta con el Aval de la ONDL. La metodología de línea de base ha sido aprobada; se espera encuentran registrados ante la Junta Ejecutiva del MDL. Va a reducir 110,000 toneladas métricas de CO₂ anuales y actualmente están en espera de recibir el primer desembolso de la Corporación Andina de Fomento, por la venta de Certificados de Reducción de Emisiones (CER); Este proyecto tiene una capacidad de reducción de emisiones de 2.37 millones de toneladas

durante los 21 años de duración del proyecto, sin embargo en la primera etapa (7 años) cerca de 700,000 toneladas. Inicio de operaciones 2003. Actualmente es un proyecto que esta en ejecución, recibió el primer desembolso.

- **Ingenio Monte Rosa S.A.** Proyecto de Biomasa Monte Rosa en el Viejo- Chinandega. Biomasa-Bagazo (sustituyendo bunker por Bagazo de caña de azúcar como combustible, capacidad de 60 MW. Costo aproximado de 16.65 millones de Dólares financiado por el 50% Capital Privado 50% Préstamos a largo plazo. Va a reducir 78,213 toneladas métricas de CO₂ anuales. Cuenta con el Aval de la ONDL. Proyecto ya fue registrado por la Junta Ejecutiva de MDL y se hizo la verificación en el mes de Agosto 2006; los CERs están listos. A su vez, quieren generar con Bunker en la época de no zafra y se está investigando si se puede hacer sin castigar el proyecto como MDL o si se puede generar con renovables. Inicio de operaciones 2004- 2008.
- **Polaris.** Proyecto Geotérmico San Jacinto Tizate, en San Jacinto Tizate-León. Capacidad de 10 a 60 MW. Costo aproximado de 150 millones de Dólares. Va a reducir 361, 901 toneladas métricas de CO₂. Posible Préstamo del Standard Bank. Estudios de Prefactibilidad y Factibilidad completado. Empezó operaciones 2005. Cuenta con aval de ONDL; fue el primer proyecto nicaragüense registrado y el primer proyecto geotérmico en el mundo registrado. Sacaran a la venta cien mil toneladas de CO₂.
- **Cinética.** Proyecto Parque Eólico Cinética en San Marcos Carazo. Capacidad de 14 MW. Costo aproximado 21 millones de Dólares. Va a reducir 37,720 toneladas métricas de CO₂ financiado con Fondos Privados y Embajada Real de Dinamarca (Proyecto DANIDA). Esta retirado por problemas internos de la Compañía.

Proyectos forestales

Actualmente están en ejecución los siguientes proyectos Forestales:

- **Maderas Preciosas Nicaragua.** El Proyecto de Maderas Preciosas en Sapoá, Rivas. Secuestro

de Carbono por medio de reforestación en 600 hectáreas. Con un costo de 8.9 Millones de Dólares, financiado con fondos privados. Va a reducir 20,778 toneladas métricas de CO₂. Tienen un comprador de los CERS: BIOCARBON FUND. Cuentan con no objeción y el aval gubernamental. En proceso de registro ante la Junta Ejecutiva del MDL.

- **Egenicsa.** Proyecto “Central Hidroeléctrica El Salto Y-Y, ubicado a 26 Km. de la Ciudad de Siuna (RAAN 25 MW. En proceso de obtención Carta Aval. Proyecto Energético con el que se pretende la creación de una Central Hidroeléctrica, que generara nueva fuente de energía para el país y creación de nuevos empleos en la zona al utilizar fuentes renovables que contribuyan a la creación de nuevos empleos especialmente en el manejo de la cuenca hidrografica mediante reforestación y el desarrollo sostenible de la comunidad.
- **Proyecto Noruego.** Plantación forestal y/o regeneración natural: cuenta con apoyo de la Facilidad Mundial y del Proyecto FORMA para hacer documentación MDL. Ecosecuritys contratara a un consultor para hacer el PDD; POSAF debe darle al consultor todo el apoyo que requiera y se debe de usar este proyecto para aprender.

Para lograr que los participantes del módulo logren construir su aprendizaje es necesario facilitarles el cómo desarrollar un juicio crítico y analítico, deben planificar sus trabajos debidamente y aplicarlos a propuestas de alternativas de solución ante un problema particular. Deben ser capaces de ejecutar las actividades con eficiencia y manifestar la disposición para recibir y prestar atención a estímulos, criterios y fenómenos.

III. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Juan. D. Centeno. Geodinámica externa 2007-2008. Sistema Climático.

CONAM. Evaluación Local Integrada y Estrategia de Adaptación al Cambio Climático en la Cuenca

del Río Piura. Consejo Nacional de Ambiente. Primera Edición. Diciembre 2005.

CEPAL-CCAD. 2001. Impactos socioeconómicos y ambientales de la sequía del 2001 en Centroamérica. Estimación de los daños en el sector agropecuario.

FAO. Perfiles Hídricos por país. Oficina Regional de la FAO para América Latina y El Caribe. Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación. (1998–2002).

IPCC. Resumen para responsables de políticas: La ciencia del Cambio Climático. Grupo de Trabajo I del IPCC. Segunda y Cuarta Evaluación 1995 -2005.

IPCC 1996. Guía revisada para la elaboración de Inventario de Gases Efecto Invernadero.

IPCC 1996, Manual de referencia para el inventario de gases efecto invernadero, versión 1996.

IPCC 2001. Climate Change 2001. Impacts, Adaptation and Vulnerability. Part of the Working Group II Contribution to the third Assessment report of the Intergovernmental Panel of the Climate Change.

IPCC 2003, orientación del IPCC sobre las Buenas Prácticas y la Gestión de la Incertidumbre en los Inventarios de Gases de Efecto Invernadero, 2003.

IPCC, 2007. Summary for Policymakers In: Climate Change 2007: The Physical Science Basis. V Contribution of Working Group I to the Four Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change (Solomon S.D. Qin, M Manning, Z. enhen, M.Marquis, K.B. Averyt, M. Tignor and H.L. Miller. Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom an New York, NY, USA.

INETER, 2002. Mejoramiento de la capacidad técnica para mitigar los efectos de futuros

eventos de la variabilidad climática (El Niño). Informe Nicaragua. Proyecto de Mitigación de Desastres en Centroamérica. BID-CRRH-CEPREDENAC.

INETER, 2000. Estudios Hidrológicos e Hidrogeológicos en la región del Pacífico de Nicaragua. Fase I Región Chinandega-León-Nagarote. Informe Finak Volumen I, II y III. Elaborado por el Ministerio Agropecuario y Forestal.

MARENA, Escenarios Climáticos de Nicaragua. Informe de Consultoría. Proyecto Primera Comunicación de Nicaragua ante la Convención Marco de Cambio Climático PNUD/NIC/98/G31-MARENA, Managua. Nicaragua.

MARENA, Escenarios Climáticos y socioeconómicos de Nicaragua para el siglo XXI. Marzo 2000. Nicaragua.

MARENA, Impactos del Cambio Climático en Nicaragua. Enero 2001. Nicaragua.

MARENA, 2001. Primera Comunicación Nacional sobre Cambio Climático. Marzo 2001. Nicaragua.

MARENA, 2000. Informe Nacional de la República de Nicaragua sobre la implementación de la Convención de las Naciones Unidas de lucha contra la desertificación. UNDC. MARENA, NACIONES UNIDAS, PASMA –DANIDA.

MARENA, 2005. Evaluación de la Vulnerabilidad actual de los Sistemas Recursos Hídricos y Agricultura en la Cuenca N°.64. Oficina Nacional de Desarrollo Limpio. Proyecto Regional Fomento de las Capacidades para la Etapa II de Adaptación al Cambio Climático en Centroamérica, México y Cuba. Ministerio del Ambiente y los Recursos Naturales.

MARENA. 2008. Estrategia de Adaptación al Cambio Climático de los Sistemas Recursos Hídricos y Agricultura. Proyecto Fomento de las

Capacidades para la Etapa II de Adaptación al Cambio Climático en Centroamérica, México y Cuba. PAN 10-00014290

MARENA, 2000. Primer Inventario Nacional de Gases de Efecto Invernadero de Nicaragua, año de referencia 1994.

MARENA, 2002. Guía Metodológica para la Formulación, Monitoreo y Verificación de Proyectos de Mitigación de Gases de Efecto Invernadero. Proyecto Formación de Capacidades en Áreas Prioritarias de Cambio Climático PNUD/NIC/98/G31-MARENA.

MARENA, 2002. Marco de Indicadores para evaluar la Vulnerabilidad del Cultivo de Maíz y Frijol ante el Cambio Climático. Ministerio Del Ambiente y los Recursos Naturales (MARENA)- Programa Ambiental Nicaragua – Finlandia

MARENA, 2004. Informe del Estado Ambiental de Nicaragua. 2003 II informe GEO.

MARENA, 2008. Segundo Inventario Nacional de Gases de Efecto Invernadero de Nicaragua, año de referencia 2000.

MARENA. Guía actualizada para comprender el Cambio Climático en Nicaragua. Ministerio Del Ambiente y los Recursos Naturales, (MARENA) Programa Ambiental Nicaragua – Finlandia.

PNUD/GEF. Adaptation Policy Frameworks for Climate Change. Developing strategies, Policies and Measures. PNUD 2005.

PNUD. Informe sobre el Desarrollo Humano 2001. PNUD. Nicaragua.

Proyecto de Apoyo a la Implementación de la Convención Marco del Cambio Climático y del Protocolo de Montreal. 2003

Rapidel B. y Maraux F. El balance hídrico y sus aplicaciones para la determinación de fechas

de siembra. CATIE-CIRAD-ORSTOM 1990. Turrialba Costa Rica.

Rapidel B. y Rodríguez J. 1990. Zonificación Agro meteorológica de las lluvias de Nicaragua. CATIE-CIRAD-ORSTOM 1990. Turrialba Costa Rica.

Rosenzweig C., Hillel D. 1995. Potential Impacts of Climate Change on Agriculture and Food Supply, Nature.

SEMARNAT .Consideraciones Relevantes para el Desarrollo de una Estrategia Nacional de Adaptación al Cambio Climático. Secretaría de Medio Ambiente y Recursos naturales (SEMARNAT). Instituto nacional de Ecología. Arnoldo Matus Kramer. Agosto 2006.

PÁGINAS WEB CONSULTADAS:

IPCC: Panel intergubernamental de expertos sobre Cambio Climático GPG2000 IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories. [Http://www.ipcc-nggip.iges.or.jp/public/gl/invs1.htm](http://www.ipcc-nggip.iges.or.jp/public/gl/invs1.htm).

IPCC: Panel Intergubernamental de Expertos sobre Cambio Climático GPG2003–Good Practice Guidance for Land Use, Land-Use Change and Forestry.

[Http://www.ipcc-nggip.iges.or.jp/public/gpglulucf/gpglulucf.htm](http://www.ipcc-nggip.iges.or.jp/public/gpglulucf/gpglulucf.htm).

IPCC: Panel intergubernamental de expertos sobre Cambio Climático EFDB-Emissions Factor Database.

[Http://www.ipcc-nggip.iges.or.jp/EFDB](http://www.ipcc-nggip.iges.or.jp/EFDB).

IPCC: Panel intergubernamental de expertos sobre Cambio Climático. IPCC Inventory Software-Revised 1996 IPCC Guidelines; Software for the workbook. [Http://www.ipcc-nggip.iges.or.jp/public/gl/invs1.htm](http://www.ipcc-nggip.iges.or.jp/public/gl/invs1.htm).

IPCC: Panel intergubernamental de expertos sobre Cambio Climático GPG2000 IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories. [Http://www.ipcc-nggip.iges.or.jp/public/gl/software.htm](http://www.ipcc-nggip.iges.or.jp/public/gl/software.htm).

IPCC: Panel intergubernamental de expertos sobre Cambio Climático. I, II, III y IV Evaluaciones de Cambio Climático. [Http://www.ipcc.ch/languages/spanish.htm](http://www.ipcc.ch/languages/spanish.htm)

UNFCCC: United Nations Framework Conventions of Climate Change. [Http://unfccc.int/resource/cd_roms/na1/ghg_inventories/spanish/index.htm](http://unfccc.int/resource/cd_roms/na1/ghg_inventories/spanish/index.htm)

