

UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAJAMARCA
FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS
ESCUELA ACADÉMICO PROFESIONAL DE INGENIERÍA FORESTAL
SEDE JAÉN



**“EFECTOS DEL CAMBIO CLIMÁTICO EN
EL PERÚ”**

**PARTE COMPLEMENTARIA DE LA MODALIDAD “D”
EXAMEN DE HABILITACIÓN PROFESIONAL MEDIANTE
CURSO DE ACTUALIZACIÓN PROFESIONAL**

**PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE
INGENIERO FORESTAL**

**PRESENTADO POR EL BACHILLER
RONALD QUIROZ LOZANO**

**JAÉN -PERÚ
2013**



UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAJAMARCA

“Norte de la Universidad Peruana”

SECCIÓN JAÉN

Fundada por Ley N° 14015 del 13 de Febrero de 1,962
Bolívar N° 1342 – Plaza de Armas – Telfs. 431907 - 431080
JAÉN – PERÚ



“Año de la Inversión para el Desarrollo Rural y la Seguridad Alimentaria “
“Año de la Investigación y Autoevaluación para la Acreditación en la Universidad Nacional de Cajamarca “

ACTA DE SUSTENTACIÓN DE MONOGRAFIA

En la ciudad de Jaén, a los treinta y un día del mes de Julio del año dos mil trece, se reunieron en la Sala de Docentes de la Escuela Académico Profesional de Ingeniería Forestal de la Universidad Nacional de Cajamarca - Sede Jaén, los integrantes del Jurado designados según Resolución de Consejo de Facultad N° 001-2013-FCA-UNC, de fecha 18 de Marzo del 2013, con el objeto de evaluar la sustentación del trabajo monográfico titulado: EFECTOS DEL CAMBIO CLIMÁTICO EN EL PERÚ, elaborado por el Bachiller en Ciencias Forestales don RONALD QUIROZ LOZANO, para optar el Título Profesional de INGENIERO FORESTAL.

A las ocho horas y cuarenta minutos, de acuerdo a lo estipulado en el Reglamento respectivo, el Presidente del Jurado dio por iniciado el acto, invitando al sustentante a exponer su trabajo monográfico y luego de concluida la exposición, se procedió a la formulación de las preguntas a ser absueltas por el sustentante; finalmente, el jurado procedió a la deliberación sobre el calificativo al trabajo presentado. Acto seguido, el Presidente del Jurado anunció la APROBACIÓN por UNANIMIDAD con el calificativo de CATORCE (14); por lo tanto el graduando queda expedito para que realice los trámites necesarios para que se le otorgue el Título Profesional de INGENIERO FORESTAL.

A las diez horas y diez minutos del mismo día, el Presidente del Jurado dio por concluido el acto.

Ing. M. Sc. Segundo P. Vaca Marquina
PRESIDENTE

Ing. Sigilberto Pastor Ordinola
SECRETARIO

Ing. Leiver Flores Flores
VOCAL

Ing. M.Sc. Germán Pérez Hurtado
ASESOR

Dedicatoria

Dedico a mis padres quienes con su esfuerzo y apoyo constante han contribuido en mi formación profesional; a mis hermanos Walter, Elmer, Alex, Enma, Yovani y Lener por el apoyo que me brindaron en todo momento y que son con quienes hoy en día compartimos nuestros éxitos profesionales.

Ronald.

Agradecimiento

Agradezco a Dios y a todos los docentes de la Escuela Académica Profesional de Ingeniería Forestal de la Universidad Nacional de Cajamarca – Sede Jaén, quienes fueron partícipes y forjadores en mi formación profesional.

Al Ingeniero Germán Pérez Hurtado por su asesoramiento para la realización de la presente monografía.

CONTENIDO

	Pág.
DEDICATORIA	
AGRADECIMIENTO	
RESUMEN	
ABSTRACT	
INTRODUCCIÓN	8
CAPÍTULO I: DEFINICIONES Y ASPECTOS GENERALES DEL CAMBIO CLIMÁTICO	10
1.1. Cambio climático	10
1.2. Fuentes y orígenes del cambio climático	10
1.3. Variabilidad natural del clima	13
1.4. Efecto invernadero natural	14
1.5. Efectos del cambio climático	18
1.6. Consecuencias del cambio climático	26
CAPÍTULO II: VULNERABILIDAD E IMPACTOS DEL CAMBIO CLIMÁTICO EN EL PERÚ	30
2.1. Cambio climático en el Perú	30
2.2. Orígenes de emisiones de gases de efecto invernadero en Perú	32
2.3. Vulnerabilidad del Perú frente al cambio climático	46
2.4. Glaciares del Perú vulnerables al cambio climático	47
2.5. Impactos del cambio climático a nivel mundial	50
2.6. Impactos del cambio climático a nivel del Perú	53
CAPÍTULO III: ACCIONES TOMADAS EN EL PERÚ Y A NIVEL MUNDIAL FRENTE AL CAMBIO CLIMÁTICO	55
3.1. Qué debemos hacer en el Perú frente el cambio climático	55
3.2. Medidas de adaptación al cambio climático en el Perú	55
3.3. Acciones a nivel internacional para contrarrestar los efectos del cambio climático	57
3.4. Acciones a nivel nacional para contrarrestar los efectos del cambio climático	60
3.5. Actividades, proyectos y programas para combatir el cambio climático en el Perú	68

CONCLUSIONES Y APORTES	70
Conclusiones	70
Aportes	72
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	73
ANEXO	
Siglas	

LISTA DE FIGURAS

Figura 01. Representación del aumento de CO2 en el mundo y en América Latina y el Caribe desde 1900 al 2000	16
Figura 02. Representación de emisión de CO2 por países industriales de los continentes en el mundo desde el año 1990 al 2001	16
Figura 03. Representación de emisión de CO2 en América Latina y el resto del mundo	17
Figura 04. Retrocesos del glaciar Broggi Glaciar en 1979 - 1997	48
Figura 05. Retrocesos del glaciar Uruashraju Glaciar en 1980	49
Figura 06. Retrocesos del glaciar Uruashraju Glaciar en 1989	49
Figura 07. Retrocesos del glaciar Uruashraju Glaciar en 1997	49
Figuras 08 y 09. Glaciar Yanamarey en 1982 – 1997	50

LISTA DE CUADROS

Cuadro 01: GEI producidos en Perú, tiempo de vida y potencial de calentamiento	33
Cuadro 02: Producción de alimentos y bebidas 1994	37

RESUMEN

Existe extensa literatura que evidencia que el calentamiento del sistema climático es una realidad y que de no adoptar una política ambiental internacional rígida frente a este tema sobre los efectos del cambio climático en el Perú, se haría más inminente avanzar hacia escenarios extremos de más de 5° C de aumentos de temperatura para fin de siglo; lo que significaría pérdidas de hasta 20% del PBI mundial. Los impactos del cambio climático se distribuyen de manera heterogénea entre países siendo los menos afectados aquellos países con mayor participación en la acumulación de GEI, como China y USA. Entre las regiones más afectadas se encuentran las que tienen sistemas productivos más sensibles al clima como África, el Sur y Sur Este de Asia y América Latina. Para el caso peruano se estima que un aumento de 2° C en la temperatura máxima y 20% en la variabilidad de las precipitaciones al 2050, generaría una pérdida de 6% respecto al PBI potencial en el año 2030, mientras que en el año 2050 estas pérdidas serían superiores al 20%; reduciéndose estas pérdidas a menos de la tercera parte en caso se adopten políticas globales que estabilicen la variables climáticas al 2030. En el Perú, la sociedad civil y el estado ya han dado pasos importantes para hacer frente a los nuevos escenarios iniciando un proceso de análisis de los nuevos fenómenos que se esperan comprender con nitidez en los próximos años. Sin embargo, aún no se cuenta con un balance nacional sobre los potenciales y déficit de la investigación, información, acciones y políticas que contribuyan a tomar decisiones acertadas entre las instituciones implicadas en los procesos de adaptación y mitigación a nivel nacional, regional y local. En este sentido, el presente trabajo busca contribuir a generar información sobre el estado del tema en el Perú en sus diversos planos, realizando una recopilación de información en base a conceptos, fuentes impactos y consecuencias tanto a nivel internacional como nacional y de los programas, proyectos e iniciativas nacionales e internacionales como una recopilación bibliográfica relacionado al cambio climático en el Perú.

ABSTRACT

There is extensive literature as evidence that the warming of the climate system is a reality and that not to take an international environmental policy rigid cope with this issue, would be more imminent move toward extreme scenarios of more than 5° C of temperature increases by the end of the century; Which would mean losses of up to 20% of world GDP. The impacts of climate change are distributed heterogeneously between countries being the least affected those countries with the highest participation in the buildup of GHG, such as China and USA. Among the regions most affected are the productive systems that are more sensitive to the climate of Africa, the South and South East Asia and Latin America. In the case of Peru it is estimated that an increase of 2° C in the maximum temperature and 20% in the variability of rainfall in 2050, would generate a loss of 6% compared to the potential GDP in the year 2030, Generate a loss of 6% compared to the potential GDP in 2030, while that in the year 2050 these losses would be higher than the 20%; thus reducing these losses to less than one-third in the event of a adopt comprehensive policies that stabilize the climatic variables by 2030. In Peru, civil society and the state have already taken important steps to cope with the new scenarios by initiating a process of analysis of the new phenomena that are expected to understand sharpness in the coming years. However, there is still no national balance sheet on the potential deficit and of research, information, activities and policies that will contribute to make the right decisions between the institutions involved in the processes of adaptation and mitigation to national, regional and local level. In this sense, the present work aims to contribute to generate information on the status of the item in Peru in its various levels, performing a compilation of information on the basis of concepts, sources impacts and consequences at both the international and national levels and the programs, projects and national and international initiatives as a compilation of literature related to climate change in Peru.

INTRODUCCIÓN

A partir de la revolución industrial, la actividad humana ha agravado el calentamiento global y por ende el cambio climático, a través de la acumulación acelerada de GEI en la atmósfera, especialmente dióxido de carbono y metano, así en lo que va del siglo XXI la temperatura promedio global se ha elevado en 0,65^oC respecto a la temperatura promedio de la primera mitad del siglo XX. Las mediciones más difundidas del impacto global, del cambio climático estiman pérdidas de hasta 20% del PBI mundial, para aumentos de temperatura por encima de 5° C. Entre las regiones más afectadas ante el cambio climático se encuentran África, el Sur y Sur Este de Asia y América Latina; mientras que países como China y USA presentan los menores impactos del cambio climático y registran la mayor participación en la acumulación de GEI.

El Perú se encontraría entre los diez países más vulnerables ante eventos climáticos junto a países como Honduras, Bangladesh y Venezuela. Esta vulnerabilidad está asociada a la alta dependencia a sectores primarios sensibles al cambio climático, tales como el agrícola y el pesquero, así como al bajo nivel institucional, que dificulta la planificación y ejecución de acciones de adaptación concretas. El Perú muestra una gran vulnerabilidad ante variaciones climáticas drásticas, siendo evidencia de ello las pérdidas económicas que implicaron fenómenos como el Niño. Así, bajo un escenario pasivo los efectos del cambio climático podrían ser incluso superiores ya que los efectos se potenciarían al involucrarse otros mecanismos que afectan negativamente el crecimiento; como la pérdida de disponibilidad de recursos hídricos (para consumo humano y generación energética) debido al retroceso glaciar, la pérdida de productividad primaria agrícola y pesquera producto del aumento de la temperatura del mar, la pérdida de biodiversidad, y efectos sobre la salud humana. Frente a este fenómeno se ha dado respuestas internacionales como nacionales para contrarrestarla entre ellas esta la Primera Conferencia Mundial del Clima, realizada en 1979 en donde se reconoció al cambio climático como un problema de vital importancia; luego en 1988, el Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente y la Organización Meteorológica Mundial establecieron el Panel Intergubernamental sobre el Cambio Climático donde se evaluaron el estado del

conocimiento sobre el sistema climático global y el cambio climático, sus impactos ambientales, económicos y sociales y las posibles estrategias de respuesta en esta materia. Sus acciones contribuyeron a sistematizar la evidencia científica disponible sobre el cambio climático global y a facilitar el proceso de elaboración de una respuesta internacional para un problema que afecta a un bien ambiental común de escala global. La Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático fue firmada en la Primera Cumbre de la Tierra, celebrada en Río de Janeiro en 1992, como parte de un conjunto de acuerdos ambientales entre los que se cuentan la Convención sobre Diversidad Biológica y la de Lucha contra la Desertificación, que acompañaron la Declaración de Río y la Agenda 21. Luego el Protocolo de Kyoto donde la voluntad política de la comunidad internacional dirigida a mitigar el cambio climático global consiguió plasmarse en 1997. En el Perú se ha tomado acciones para contrarrestar el cambio climático cuando en 1998 finalizó el estudio mitigación de emisiones de gases de efecto invernadero en el Perú en los sectores de energía, transporte y bosques, que identificó y seleccionó opciones de mitigación para reducir las emisiones nacionales de GEI.

En el presente proyecto de monografía se pretende hacer una descripción general sobre el fenómeno de cambio climático en el mundo y específicamente en el Perú, así como el contexto global en el que éste se interrelaciona, enfocando en las consecuencias e impactos económicos. Hoy en día aunque podemos disponer de tecnología e información suficiente como para decir qué hacer y cómo combatir el cambio climático, en nuestro país existe deficiencia de información y conocimiento sobre sus causas, efectos y las medidas de adaptación, para saber que hacer frente a este fenómeno y así adoptar medidas de mitigación, adaptación y control teniendo en cuenta que el Perú está entre los 10 países más vulnerables a sufrir las consecuencias del cambio climático.

Para el desarrollo de la presente monografía se plantearon los objetivos siguientes:

- Dar a conocer el marco conceptual y aspectos generales del cambio climático.
- Saber las causas, efectos, consecuencias y originantes del cambio climático
- Comprender la vulnerabilidad del Perú frente al cambio climático y sus impactos positivos y negativos.
- Dar a conocer las acciones tomadas a nivel internacional y nacional para contrarrestar los efectos del cambio climático.
- Saber qué medidas debemos hacer para combatir el cambio climático.
- Describir las actividades, programas y proyectos nacionales para combatir el cambio climático.

CAPÍTULO I:

DEFINICIONES Y ASPECTOS GENERALES DEL CAMBIO CLIMÁTICO

1.1. Cambio climático

MINAM (2010), refiere a "todo cambio del clima en el transcurso del tiempo como consecuencia de la actividad humana a través de la emisión excesiva de gases de efecto invernadero y que se suma a la variabilidad natural del clima observada durante períodos de tiempo comparables.

IPCC (2001), indica que el cambio climático es la variación estadísticamente significativa, ya sea de condiciones climáticas medias o su variabilidad, que se mantiene durante un período prolongado, generalmente durante decenios o más tiempo. El cambio del clima puede deberse a procesos naturales internos, forzamiento externo o cambios antropógenos duraderos en la composición de la atmósfera o en el uso de la tierra.

1.2. Fuentes y orígenes del cambio climático

COMACOF (2009), indica que las fuentes de GEI en el planeta cada vez se están presentando climas más extremos (sequías y lluvias en exceso) y fenómenos climáticos más intensos (como los huracanes). Los científicos que estudian el fenómeno han concluido que es causado en gran medida por la actividad humana, principalmente por el uso intensivo de combustibles (carbón, petróleo, gasolina, diesel, gas natural y otros) y la acelerada pérdida de bosques y selvas, que sirven de manera natural para capturar bióxido de carbono, uno de los principales gases causantes del Efecto Invernadero. Se estima que hay una fuerte posibilidad de que las capas de hielo de los polos así como los glaciares de las montañas se derritan paulatinamente, lo que aumentará el nivel medio del mar con la consecuente inundación de pequeñas islas y de zonas costeras en todo el mundo. El efecto invernadero existen diversos gases que lo provocan, varios de los cuales tienen origen natural, el cual se ha multiplicado por acción humana en los últimos 150 años (tras el inicio de la Era Industrial) entre ellos.

a. Quema de combustibles

El principal gas generado por la combustión es el dióxido de carbono, que genera por sí mismo más del 60% del calentamiento global y por ende el cambio climático. El hombre quema carbón, petróleo y gas natural a una velocidad muchísimo mayor que el ritmo con que los bosques, selvas y océanos pueden absorberlo a través de la acción de los árboles y algas. En ese proceso, el carbono almacenado en los combustibles se libera en la atmósfera y perturba el ciclo del carbono, sistema con miles de años de antigüedad y normalmente en equilibrio. En la actualidad, los niveles atmosféricos de dióxido de carbono están aumentando más de un 10% cada 20 años. Otra fuente importante de dióxido de carbono son los incendios forestales, que además arrasan vegetación que normalmente ayuda a capturar dióxido de carbono del aire. El ciclo de vida de este gas es de entre 50 y 200 años una vez que llega a la atmósfera. Otro gas de invernadero que también se produce con la quema de combustibles es óxido nitroso (N_2O).

b. Uso de energía eléctrica

Al contrario de lo que mucha gente piensa, producir electricidad sí genera contaminación. Cerca del 75% de la energía eléctrica que se produce resulta de la quema de combustibles (petróleo, diesel y combustóleo), liberando grandes cantidades de bióxido de carbono, bióxido de azufre, óxido nitroso y otros contaminantes a la atmósfera.

c. Ganadería

Los animales rumiantes (como los vacunos, auquénidos, etc.), son llamados así porque para aprovechar bien su alimento, consistente principalmente de hierbas, lo hacen pasar por un largo proceso de fermentación que genera como resultado gas metano. Cuando por razones económicas se derriban selvas y bosques para introducir ganadería se aumenta la generación de metano y se pierde asimismo grandes extensiones de vegetación que funcionan como absorbentes de dióxido de carbono.

d. Basureros

La acumulación de basura produce cantidades importantes de metano. La principal fuente natural de metano es la descomposición de materia orgánica (restos de plantas y animales). Al metano se llama también “gas de los pantanos” debido a que en estos sitios se produce en abundancia porque el calor y la humedad facilitan la fermentación. El metano derivado de actividades humanas proviene de los basureros, la ganadería y en menor medida de la quema de combustibles. En los tiraderos se acumulan enormes cantidades de residuos de alimentos mezclados con restos vegetales y cadáveres de animales, lo que representa una fuente de alto impacto de generación de este gas.

1.3. Variabilidad natural del clima

Polo (2009), indica que las causas del cambio climático es la propia variabilidad que de forma natural sufre el clima, dado que por ejemplo se sabe que en los últimos dos millones de años se han alternado épocas de clima cálido con glaciares, las cuales han afectado de manera determinante todas las formas de vida en la tierra. A lo largo de más de 4000 millones de vida, la tierra ha sufrido gran cantidad de cambios climáticos, solamente en los últimos dos millones se han alternado glaciaciones y épocas de clima cálido que han afectado de forma determinante a todas las formas de vida en la tierra y ha supuesto grandes cambios e incluso la desaparición de ecosistemas enteros, a pesar de que la temperatura media de la tierra solo ha variado unos cinco o seis grados entre una época climática y otra. El estudio del clima de épocas pasadas a partir de burbujas de aire atrapadas en trozos de hielo de la Antártida y Groenlandia, a través de los anillos de árboles milenarios y fósiles y de las estalagmitas, sedimentos, etc. Se ha sabido que el desierto del Sahara tuvo una abundante vegetación y gran cantidad de cursos de agua, que entre 1550 y 1850 hubo una época especialmente fría que ha acabado llamándose Pequeña Edad de Hielo, en la que los canales de Holanda permanecían helados más de tres meses. Incluso sin necesidad de remontarse tan atrás en el tiempo, tenemos datos que demuestran la influencia de fenómenos naturales en el clima, como la erupción del volcán Pinatubo en 1991, que hizo descender varias décimas de grado la

temperatura de la tierra durante algo más de dos años.

1.4. Efecto invernadero natural

Polo (2009), refiere que la energía que recibimos del sol que tiende a llegar a la parte más alta de la atmósfera, se compone de luz visible, radiación infrarroja y radiación ultravioleta. Pero para cuando esta energía solar llega a la superficie terrestre, ya ha sido absorbida (en parte) por el vapor de agua, la capa de ozono y otros componentes de la atmósfera, sin contar la propia vegetación en sí misma, según la cantidad de radiación infrarroja que emite la tierra, su temperatura debería ser de unos 18° C, pero lo único cierto es que la tierra tiene una temperatura media de 15° C.

a. Efecto invernadero antropogénico

Castañeda (2009), indica que es cierto que el efecto invernadero es un fenómeno natural y beneficioso para la tierra, existe otro tipo de efecto invernadero que tiene causas humanas y que si es muy perjudicial. Esto es así porque tiende a producir un aumento en la atmósfera de los diferentes gases de efecto invernadero, aumentando este efecto y por ende, produciendo un calentamiento global del planeta. En las últimas décadas la concentración de CO₂ (dióxido de carbono) ha aumentado considerablemente, por el uso de combustibles fósiles como fuente de energía, en procesos industriales y para el transporte. El metano (CH₄), otro gas de efecto invernadero cuya concentración en la atmósfera se va aumentando en mayor medida por el tratamiento de residuos en los vertederos, el estiércol, el óxido nitroso (N₂O) se utiliza para aerosoles o en la fabricación de lámparas fluorescentes e incandescentes.

b. Gases de efecto invernadero

COMACOF (2009), indica que son aquellas sustancias presentes en la atmósfera, que absorben parte de la radiación solar originando un calentamiento de la atmósfera. Algunos de estos gases forman parte de la composición natural de la atmósfera, pero su concentración está aumentando debido a las emisiones antropogénicas y a la deforestación

(disminución de los sumideros). La misma institución presenta una descripción general de estos compuestos, cómo operan y su importancia en el contexto del cambio climático como potenciales contribuidores al cambio del clima.

e. Vapor de agua

Debido a que su concentración viene determinada internamente por el sistema climático y no se ve afectado por fuentes o sumideros de origen antropogénico, no se incluye en los inventarios de gases de efecto invernadero. Sin embargo, el vapor de agua contribuye fuertemente al efecto invernadero. Se estima que el forzamiento radiactivo debido al vapor de agua produce un calentamiento de unos 20° C. El calentamiento de las capas bajas de la atmósfera aumenta la evaporación, lo que a su vez contribuye a incrementar la temperatura (retroalimentación positiva).

c. Dióxido de Carbono (CO₂)

Se trata del compuesto que más contribuye al efecto invernadero después del vapor de agua, por ser el más abundante en la composición de la atmósfera. Se calcula que su presencia en la atmósfera supone un calentamiento terrestre del orden de 15° C. Sus principales fuentes naturales son los océanos, volcanes, incendios, así como la respiración de los seres vivos o la descomposición de materia orgánica. Como fuentes antropogénicas encontramos la utilización de combustibles fósiles (producción de energía, transporte...), los procesos industriales y la deforestación. La fotosíntesis de las plantas actúa como su principal sumidero junto con los océanos.

d. Metano (CH₄)

A pesar de ser el tercer gas de invernadero más importante, sólo se conocen sus fuentes semi cuantitativamente. En la naturaleza las fuentes más importantes son los incendios, los océanos y la fermentación anaeróbica que se produce en pantanos y la digestión de los rumiantes. De origen antropogénico podemos citar los incendios, la agricultura (por ejemplo en los

Cultivos de arroz) y la ganadería, así como las emisiones fugitivas de combustibles o los escapes de biogás en los vertederos de residuos. Su principal sumidero es el radical oxhidrilo, presente en la atmósfera, se oxida y da lugar a CO₂ y vapor de agua, su permanencia en la atmósfera es de unos 11 años.

Figura 01. Emisiones de CO₂ en el mundo y en América Latina y el Caribe (1900 - 2000)

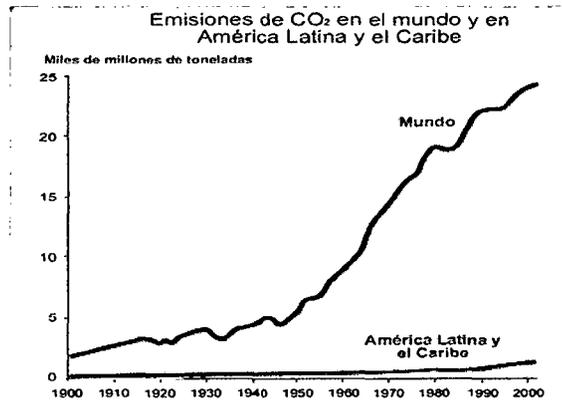


Figura 02. Emisiones de CO₂ por países industriales de los continentes en el mundo (1990 - 2001)

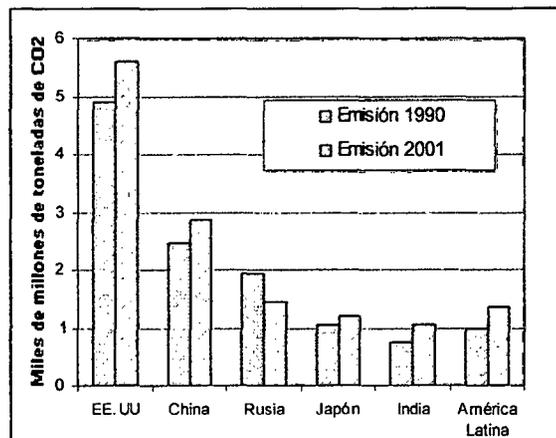
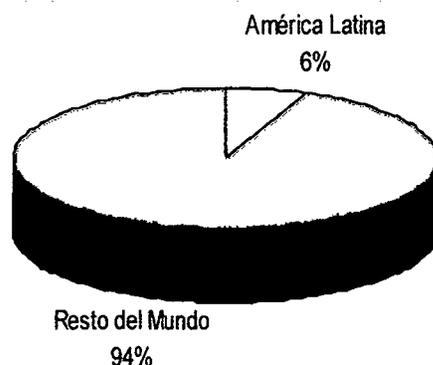


Figura 03. Emisiones de CO₂ en América Latina y el resto del mundo



e. Óxido nitroso (N₂O)

Únicamente se conocen las fuentes de este compuesto a nivel cualitativo, tanto las naturales (emisiones de suelos y océanos, desnitrificación de suelos, tormentas y volcanes) como las antropogénicas (utilización de combustibles fósiles, fertilizantes nitrogenados, procesos industriales, deforestación, etc.). El N₂O es fuente primaria de otros óxidos de nitrógeno, y da origen a nieblas de contaminación fotoquímica.

f. Ozono (O₃) troposférico

Es un contaminante secundario, que se forma en presencia de la luz del Sol a partir de las emisiones de NO₂, CO, etc. teniendo una creciente importancia en las ciudades debido a las emisiones de los automóviles. El ozono absorbe la radiación infrarroja y ultravioleta, de este modo el ozono presente en las capas altas de la atmósfera (conocido como ozono estratosférico) es beneficioso para la vida, ya que nos protege de los rayos ultravioletas, pero este mismo ozono cuando se encuentra en las capas bajas de la atmósfera (ozono troposférico) absorbe la radiación infrarroja procedente de la tierra dando lugar al efecto invernadero.

g. Clorofluorcarbonos (CFC's)

Se trata de compuestos de origen exclusivamente antropogénico, con una permanencia en la atmósfera muy larga debido a su estabilidad química. Aunque la concentración de estos compuestos en la atmósfera es baja,

poseen un gran poder como gases de efecto invernadero y además causan la destrucción del ozono estratosférico. Los CFC's se utilizan en sistemas de refrigeración y aire acondicionado, propulsores de aerosoles, extintores de espuma y sus fuentes son conocidas cuantitativamente, no se conocen sumideros y se destruyen en la estratosfera mediante complejas reacciones fotoquímicas.

h. Hidrofluor carburos (HFC's)

Se trata de compuestos artificiales creados como sustitutos de los anteriores para evitar el daño a la capa de ozono. Sin embargo, su comportamiento como gases de efecto invernadero similar a los CFC's.

i. Perfluoro-carburos (PFC's)

Se utilizan en procesos industriales como la producción de aluminio y la fabricación de semiconductores, su permanencia en la atmósfera es extremadamente alta.

j. Hexafluoruro de azufre (SF₆)

Se utiliza como aislante de circuitos eléctricos, gas trazador, para la fabricación de magnesio. Su elevado potencial de calentamiento atmosférico y larga permanencia en la atmósfera lo convierten en un compuesto a tener en cuenta pese a su escasa producción. La intensificación del efecto invernadero producida por el aumento de la concentración de estos gases en la atmósfera lleva asociados una serie de cambios en el clima que resulta sumamente complejo calcular, debido al gran número de procesos implicados (la formación de nubes, las corrientes marinas, etc.).

1.5. Efectos del cambio climático

El PNUMA y ORPALC (2005), indica que la velocidad de respuesta del sistema climático a la variación en la concentración de gases de efecto invernadero en la atmósfera es lenta, debido fundamentalmente a la inercia térmica ejercida por el océano. Esto quiere decir que los gases de efecto invernadero que ya están en la atmósfera causarán una serie de efectos sobre el clima. Cuanto más tiempo

continúen las emisiones, mayor será el esfuerzo que habrá que realizar para hacer disminuir en un futuro la concentración de gases de efecto invernadero en la atmósfera hasta un nivel adecuado y más se tardará en alcanzar esta estabilización de la atmósfera. Algunos científicos opinan que es posible que existan determinados niveles de concentración críticos que si superan darán lugar a que el clima de la tierra sufra una modificación mucho más drástica, pasando de un estado de equilibrio a otro nuevo. Los cambios en el clima afectarán a la salud humana, los ecosistemas terrestres y acuáticos y también los sistemas socioeconómicos. Sectores básicos en el desarrollo de la humanidad, como la agricultura, silvicultura, pesca y recursos hídricos son especialmente sensibles al cambio climático. Al valorar la capacidad de adaptación de los sistemas al cambio climático se hace en base a tres parámetros:

- **Sensibilidad.** Grado de respuesta de un sistema a un determinado cambio en el clima.
- **Adaptabilidad.** Grado en que un sistema se anticipará o adaptará a un cambio en el clima.
- **Vulnerabilidad.** Se estima hasta qué punto un cambio en el clima puede dañar un sistema y depende no sólo de la sensibilidad del sistema al cambio, sino también de su capacidad de adaptación.

La misma institución refiere que los efectos del cambio climático son:

a. En la vida de las personas

La evidencia respecto a las variaciones climáticas que se están produciendo es abundante, encontramos sequías severas y prolongadas de algunas regiones con aumentos y otras con disminución en las precipitaciones y aumentos en la frecuencia e intensidad de eventos climáticos extremos como tormentas, huracanes y tornados. La magnitud de los impactos que habrán de ocurrir dependerá por un lado, de la evolución que se produzca en el nivel de las emisiones de gases de efecto invernadero en el planeta y de las acciones que se desarrollen para su mitigación. En los diversos escenarios proyectados es posible esperar efectos como:

- ✓ Aumento de las temperaturas de entre 1° C y 6° C a lo largo de este siglo.
- ✓ Elevación del nivel de mar de entre 10 cm y 90 cm en el siglo y aumento de las inundaciones costeras.
- ✓ Cambios en los regímenes de precipitaciones.
- ✓ Aumento de periodos de sequía prolongada en algunas regiones.
- ✓ Aumentos en la frecuencia, duración e intensidad de eventos climáticos extremos.
- ✓ Incremento de la frecuencia y severidad de las olas de calor, más acentuadas en las zonas urbanas (debido al fenómeno de la burbuja de calor).
- ✓ Las conclusiones del IPCC apuntan entonces, a dos órdenes de cambios esperados en el clima futuro: por un lado se prevén cambios de tipo paulatino: aumentos de la temperatura, aumentos o disminución de las precipitaciones y aumentos en el nivel del mar; por otro, se espera un aumento en la frecuencia de ocurrencia, en la duración y en la intensidad de eventos climáticos severos o extremos.
- ✓ Entre las afectaciones más importantes podemos destacar:
 - ✓ Aumento del riesgo de incendios de bosques.
 - ✓ Pérdidas potenciales de tipos específicos de ecosistemas, en áreas de montaña, humedales y zonas costeras.
 - ✓ Alteraciones en la dinámica de producción de alimentos. Aunque pudiera registrarse un aumento de la productividad agrícola por un limitado periodo, probablemente habrá fuertes efectos de caídas sensibles en algunas regiones.
 - ✓ Aumento del riesgo de daños resultantes de inundaciones, deslizamiento de suelos y otros eventos climáticos, tales como muertes, heridas, enfermedades infecciosas, y afectaciones a la infraestructura.

- ✓ Aumento de la incidencia de enfermedades originadas en vectores, como dengue y malaria, con su consecuente incremento de la presión sobre los sistemas públicos de salud.

La sociedad enfrentará nuevos riesgos y presiones por los efectos del cambio climático. Estos efectos afectarán en mayor medida a los sectores más pobres ya que parten de una situación sanitaria más débil, viven en zonas más vulnerables, desarrollan actividades más relacionadas con el medio natural y cuentan con menos recursos para adaptarse a las nuevas situaciones.

b. La agricultura

La actividad agrícola impone una gran presión sobre el suelo debido a la utilización de agroquímicos, la eliminación y el reemplazo de vegetación autóctona, las técnicas intensivas de cultivo, el monocultivo y la degradación provocada por las técnicas de remoción de suelos. La agricultura es un sector clave en la región ya que ocupa una parte importante (entre el 30% y 40%) de la población económicamente activa. Los países que dependen en gran medida de esta actividad podrían ver afectada su economía debido a las implicancias del cambio estimado. El aumento de la temperatura en algunos grados puede mejorar los cultivos en ciertas áreas. Pero lo que para algunas zonas sería un beneficio para otras resultaría perjudicial. Algunas plagas se podrían presentar en lugares donde no están presentes actualmente, lo que implicaría el uso de nuevos o distintos agroquímicos. Los cambios en los regímenes de precipitación y en la disponibilidad de agua para riego, también afectarán la productividad de los cultivos.

Se estima que las cosechas más afectadas podrían ser las de maíz, trigo, cebada y vid, incluso si consideramos los efectos positivos del aumento del CO₂ sobre la fotosíntesis. La afectación generaría un aumento en los costos de producción de esos cultivos, provocando un efecto adicional sobre el precio de los alimentos, que podría ser moderado con el desarrollo de avances tecnológicos. Las actividades económicas que dependen de la actividad agrícola, como la industria alimenticia también se verán afectadas

por los cambios que sufriría la agricultura. Es claro que no todos los cultivos reaccionarían del mismo modo ya que su evolución dependerá no sólo de las especies que se cultivan, sino también del tipo de suelo, los nutrientes disponibles y los mecanismos de adaptación de la especie en cuestión. La propia adaptación de los agricultores frente a estos cambios es un factor relevante a considerar, así como su posibilidad de acceso a nuevas tecnologías. Algunas formas de adaptarse a las nuevas condiciones serían los cambios en las fechas de siembra, uso de riego artificial o selección de distintas especies, etc.

c. La biodiversidad

América Latina y el Caribe presentan una situación de relevancia global, con respecto a la biodiversidad, contiene una de las mayores concentraciones de biodiversidad del planeta, pero la mayor parte de los ecosistemas están afectados o fuertemente amenazados, se considera que sólo el 20% de ellos tienen situaciones estables o están intactos. Es de particular interés la situación de América Central, que contiene el 8% de la biodiversidad planetaria, en un área que es sólo el 0,4% del total de superficie continental total. Muchos vegetales y animales sólo pueden sobrevivir en un acotado rango de temperaturas y los escenarios futuros nos indican que se producirán aumentos en la temperatura de la superficie terrestre y del mar. Esto afectará a diversas especies, los corales morirían con un aumento de tan sólo 3° C, los peces de aguas frías tendrían menos lugares donde habitar; muchas plagas aparecerán en áreas donde hasta ahora no se las encuentra; la época de reproducción se vería modificada y las especies con costumbres migratorias de largas distancias, como aves y ballenas, podrían ver alteradas sus costumbres por falta de alimentos en sus rutas.

Se espera que el aumento de temperatura haga que algunas especies migren hacia los polos y hacia mayores altitudes, extendiendo sus dominios; aunque no todas lo harían al mismo tiempo. Lo más probable es que se modifique el predominio de algunas especies dentro de los ecosistemas donde habitan actualmente. No todas podrán migrar, aquellos animales o plantas que tienen requisitos alimentarios limitados o nichos ecológicos

restringidos tendrán menos posibilidades de adaptación. Existen dos factores que pueden contribuir a que la capacidad de adaptación de los sistemas naturales se vea disminuida y que por lo tanto los impactos sobre la biodiversidad sean más importantes, es la fragmentación del hábitat producida por el hombre y la velocidad con que se están desarrollando los cambios climáticos. Desde 1994 unas 400 especies de pájaros han sido agregadas a la lista de animales en riesgo y se supone que entre 600 y 900 nuevas especies se podrían incluir en la lista debido a los cambios que se están ocasionando en el ambiente.

d. Los recursos hídricos

El recurso hídrico en América Latina es abundante y se presenta en los tres estados físicos, tiene una distribución geográfica y temporal irregular. Entre los trópicos, en especial entre el Ecuador y el de Capricornio se manifiesta la escorrentía superficial, particularmente la vertiente atlántica, la humedad atmosférica es utilizable en la California mexicana y en la costa del sur del Perú y norte de Chile; son destacables los humedales en el Brasil, en el Paraguay y en la Argentina, la nieve y los glaciares en la cordillera de Los Andes y el enorme depósito subterráneo, conocido como Acuífero Guaraní, que abarca territorios del Brasil, Paraguay, Uruguay y Argentina. Debe también incluirse de forma potencial el recurso de los océanos Atlántico y Pacífico que bordean la totalidad del territorio latinoamericano. Los porcentajes que representa este uso dentro del total, van desde el 40% en Colombia y Venezuela, hasta el 75% en doce países de la región. En promedio el uso de agua para riego es el 60% del total de uso de agua. Las dificultades, entonces, con respecto a la disponibilidad de agua, tendrán impactos relevantes sobre la producción de alimentos. Los efectos del cambio climático dependen de las condiciones climáticas existentes y de las acciones antrópicas, que difieren en lo vasto del territorio latinoamericano. Es esperable una disminución de las nevadas cordilleranas y un retroceso de los glaciares, produciéndose una merma en los caudales de los ríos andinos, de las vertientes atlántica y pacífica y con ello un efecto negativo sobre los usos del riego y la energía, como así también en la actividad

turística y deportiva asociada a la nieve. En estas zonas es probable que se combinen el efecto de una menor precipitación, con un aumento de la evaporación, lo que dará como resultado una menor disponibilidad de agua. A su vez el aumento de la temperatura y de la evaporación en las zonas tropicales producirá un incremento en las precipitaciones y con ello un efecto positivo en los cultivos de secano, la energía hidroeléctrica de los cursos de llanura y en el volumen de los depósitos subterráneos. Los aspectos negativos asociados a este aumento en las precipitaciones, sustancialmente potenciado por las acciones antrópicas, serán las inundaciones en las llanuras con escasa energía hidromórfica y en las ciudades ribereñas de elevada vulnerabilidad. En los océanos se producirá un incremento de nivel, que afectará a las poblaciones ribereñas, como así también un aumento en la temperatura que alterará el equilibrio existente en la diversidad y distribución de la fauna acuática.

e. Zonas bajas y regiones costeras

Otra manifestación del cambio climático será el aumento del promedio de temperaturas de los océanos y mares, lo que sumado al aporte del derretimiento acelerado de los hielos producirá entonces una disminución en el volumen del hielo marino y un aumento en el volumen específico. El nivel del mar se podría incrementar entre 10 cm y 90 cm para el año 2100, un aumento de esta magnitud implica que las zonas bajas, las regiones costeras y los pequeños estados insulares sufran inundaciones, afectando los asentamientos humanos, los ecosistemas costeros (manglares, deltas y arrecifes coralinos) las actividades productivas como la pesca y la agricultura, ubicadas en esas áreas y la infraestructura. Debe destacarse que una parte importante de la actividad económica de varios países de la región es dependiente de la pesca o del turismo y de ahí la necesidad de prever las consecuencias de los efectos adversos sobre estas actividades. Actualmente muchas áreas costeras enfrentan procesos de erosión de sus playas y pérdidas de dunas debido al aumento en las crecidas del mar lo cual también produce un ingreso de agua salada a cursos de agua dulce, complicando el suministro de agua potable ya sea para consumo humano

como para su uso en actividades económicas, como la agricultura. También existe el riesgo de salinización de acuíferos. El aumento del nivel del mar tendrá otras consecuencias en el sentido de incrementar el impacto de los eventos climáticos extremos. El efecto del aumento esperado de la frecuencia e intensidad de inundaciones, tormentas, tornados y huracanes, se verá agravado al desarrollarse sobre un nivel del mar más elevado.

f. Repercusión sobre las ciudades

Las inundaciones provocan perturbaciones sociales y económicas. Este problema se podría ver agravado por el aumento en la frecuencia e intensidad de eventos climáticos extremos como tormentas, huracanes y tornados. Este será un problema más grave en aquellas ciudades carentes de un sistema eficiente de infraestructura de saneamiento y sin una adecuada gestión del agua. También provocarán efectos sobre la vida de las ciudades las olas de calor, aumentando el efecto de burbuja urbana que produce diferencias de temperatura de hasta cinco grados, entre las ciudades y las zonas que las rodean. Otros impactos derivados del aumento de las precipitaciones y del nivel del mar podrían ser los desprendimientos y deslizamientos de tierras, lo que aumentaría la vulnerabilidad y la exposición al riesgo de aquellas poblaciones ubicadas en laderas de las montañas o en valles de drenaje de ríos.

g. Salud

El cambio climático provocará dos tipos de efectos sobre la salud, directos e indirectos; el alcance de estos impactos dependerá del tamaño, densidad y del estado sanitario de las comunidades. Es claro que la pobreza y la presión demográfica, que suelen estar acompañadas por sistemas sanitarios e infraestructura de salud inadecuados constituirán limitantes para la capacidad de adaptación a los cambios. Los efectos directos estarán relacionados con los eventos meteorológicos extremos (por ejemplo: tormentas e inundaciones o, en el otro extremo, sequías), como así también con las olas de calor o frío más fuertes y prolongadas. Estos efectos se verían agravados por la presencia de niveles de humedad superiores a los

actuales, vientos menos potentes y una radiación solar ultravioleta más fuerte. Se espera un incremento de muertes por efecto del calor (afectando en mayor medida a ancianos y niños) y disminución de aquellas relacionadas con las bajas temperaturas. Los efectos indirectos estarán relacionados por un lado con la expansión del área de incidencia de los vectores de transmisión de enfermedades (hacia los polos y hacia mayores alturas), debido a las mayores temperaturas resultantes del calentamiento global y con los cambios en los ciclos hidrológicos que a través de inundaciones o de escasez de agua faciliten la aparición de enfermedades relacionadas con el uso y la disponibilidad de agua apta para el consumo humano como el cólera o la diarrea. Las enfermedades típicas en las regiones tropicales y subtropicales de América Latina y de otras partes del mundo encontrarán un clima más propicio para su expansión. Por ejemplo, las aguas más cálidas permitirán la transmisión de agentes infecciosos diversos ya sean virus, bacterias o protozoos, que pueden vivir por periodos de tiempo prolongados hasta encontrar un huésped en el cual instalarse.

El cambio climático producirá también cambios en las condiciones marítimas, por lo que se espera que haya una mayor presencia de biotoxinas perjudiciales que pueden llegar al hombre a través de pescados y moluscos hoy en áreas tropicales que podrían extenderse hacia aguas actualmente más frías. Las algas productoras de toxinas también podrían aumentar su población lo cual traería problemas no sólo a la salud de quienes se alimentan de pescados y mariscos que pudieran estar contaminados sino también problemas económicos. Son varias las enfermedades cuya expansión se verá favorecida, se destacan entre ellas las transmitidas por insectos como la malaria y el dengue, cuyos vectores son mosquitos, que se verán favorecidos por las posibles nuevas condiciones de humedad y calor.

1.6. Consecuencias del cambio climático

Vásquez (2004), refiere que las consecuencias del cambio climático son:

➤ Aumento del nivel del mar

El nivel del mar subió por término medio entre 10 y 12 centímetros durante el

siglo XX y para el año 2100 se prevé una subida adicional de 9 a 88 cm (la subida de las temperaturas hace que el volumen del océano se expanda y la fusión de los glaciares y casquetes polares aumenta el volumen de agua). Si se llega al extremo superior de la escala el mar podría provocar la desaparición total de países asentados en islas (como las Malvinas) e invadir litorales en todo el mundo, acabando con asentamientos de millones de personas ya que una cantidad importante de ciudades se localiza a la orilla del mar (Sao Paulo, Nueva York, San Francisco; en el caso de México se encuentran La Paz, Veracruz, Puerto Vallarta y otras). El agua salada contaminaría las reservas de agua dulce de miles de millones de personas y provocaría con ello migraciones en masa, además de salinizar el suelo acabando con ello con grandes extensiones de selvas y palmares.

➤ **Huracanes, sequías e inundaciones**

En los últimos 20 años se ha registrado la tendencia hacia tormentas más poderosas y hacia períodos de sequía más prolongados. Los científicos ven en ello una prueba de que el cambio climático ya comenzó. El aumento de las temperaturas implica mayor evaporación y una atmósfera más cálida puede retener más humedad; en consecuencia hay más agua en suspensión que puede caer en forma de lluvias intensas. De la misma manera, las regiones secas pueden perder todavía más humedad si hace más calor lo que agrava las sequías y la desertificación. En las grandes cuencas africanas del Níger, el lago Chad y el Senegal, el total del agua disponible ha disminuido entre un 40% y un 60%, y la desertificación se ha agravado debido a una disminución del promedio anual de precipitaciones, aguas de escorrentía y humedad del suelo. Amplios grupos de científicos predicen que el aumento del nivel del mar y las tormentas provocarán inundaciones más graves y más frecuentes.

➤ **Transmisión de enfermedades**

Estudios de la Organización Mundial de la Salud, advierten que el calentamiento global ha provocado brotes de enfermedades como la diarrea o la malaria. Expertos señalan que la mayor repercusión del cambio

climático se sentirá en los países en desarrollo, donde los efectos del calor contribuirán a la contaminación del agua y alimentos. Sin embargo los países desarrollados también sufrirán los efectos del cambio climático. Un aumento en la cantidad de mosquitos podría diseminar enfermedades que hoy empiezan a constituir un problema de salud pública como es el caso del dengue, malaria y paludismo entre otros. Las enfermedades que podrían resurgir con gran virulencia son las enfermedades transmitidas por insectos, por agua contaminada (como el cólera y la fiebre tifoidea) así como por contaminantes atmosféricos.

➤ **Afectación a ecosistemas**

Como consecuencia de los daños ambientales como el sobre pastoreo de los pastizales, laderas montañosas deforestadas y suelos agrícolas desnudos la naturaleza será más vulnerable que antes a los cambios climáticos. Cuando se produjeron cambios climáticos hace miles y decenas de miles de años, generalmente tuvieron lugar de manera más gradual. Los sistemas naturales tuvieron más espacio y más tiempo para adaptarse. Los hábitos y distribución de especies de aves e insectos se están modificando. Muchas veces, no tienen otro lugar a donde ir. En el pasado remoto el hombre y sus antepasados emigraron en respuesta a los cambios ocurridos en el hábitat, esta vez habrá mucho menos margen para la migración. El calentamiento atmosférico será casi con toda certeza, poco equitativo. Los países industrializados de América del Norte y Europa occidental junto con otros Estados como Japón son los causantes de la mayoría de las pasadas y actuales emisiones de gases de efecto invernadero.

➤ **Extinción de especies**

La actual tendencia hacia el calentamiento provocará extinciones de numerosas especies vegetales y animales, debilitadas por la contaminación y pérdida de hábitat, no sobrevivirán los próximos 100 años. La mayor parte de las especies en peligro del mundo, aproximadamente el 25% de los mamíferos y el 12% de las aves pueden desaparecer en los próximos decenios, a medida que la subida de las temperaturas modifique la situación

de los bosques, humedales y pastizales que constituyen la base de su subsistencia, y que el desarrollo humano les impida migrar a otros lugares. Los corales se encuentran entre las especies más amenazadas ya que al estar fijos al fondo no logran adaptarse al rápido cambio de temperatura y el aumento del nivel del mar.

➤ **Alimentación**

Los rendimientos agrícolas disminuirán en la mayor parte de las regiones tropicales y subtropicales, pero también en las zonas templadas si la subida de la temperatura es de más de unos grados. Se prevé también un proceso de desertificación de zonas continentales interiores, por ejemplo el Asia central y las Grandes Llanuras de los Estados Unidos. Estos cambios podrían provocar, como mínimo, perturbaciones en el aprovechamiento de la tierra y el suministro de alimentos. Aunque los efectos regionales y locales pueden presentar enormes diferencias, se prevé una reducción general de los rendimientos agrícolas potenciales. En los lugares donde la agricultura depende fuertemente del temporal (como amplias extensiones de Jalisco y el resto de México), los rendimientos disminuirían de manera dramática, incluso con un aumento mínimo de la temperatura. Estos cambios podrían provocar perturbaciones en el suministro de alimentos en un mundo ya castigado por situaciones de escasez alimentaria.

➤ **Afectación a la población humana**

La inmensa población humana, gran parte de ella pobre, vulnerable a las presiones climáticas. Millones de personas viven en lugares peligrosos, en llanuras de inundación o en barrios de tugurios ubicados en laderas montañosas desprotegidas que rodean a las enormes ciudades del mundo en desarrollo. En el pasado, el hombre y sus antepasados emigraron en respuesta a los cambios ocurridos en el hábitat.

CAPÍTULO II:

VULNERABILIDAD E IMPACTOS DEL CAMBIO CLIMÁTICO EN EL PERÚ

2.1. Cambio climático en el Perú

Sánchez (2007), refiere que el clima siempre ha sido factor importante en el Perú, desde las culturas precolombinas, el hombre tuvo que desarrollar un conocimiento del clima, aprendiendo a leer el cielo, los mensajes enviados por la naturaleza a través de la fenología de las plantas, los ciclos de vida de los insectos, las migraciones de las aves y muchas otras señas naturales. Una de las principales características de los ecosistemas de montaña andinos es su variabilidad climática propia de todos los ecosistemas de montañas, este factor hace común y recurrente fenómenos como las sequías, heladas, inundaciones y granizadas. Estos fenómenos se han convertido ya en parte del imaginario nacional, desde los valles interandinos hasta los desiertos costeros, los habitantes tienen un conocimiento empírico de la realidad climática y las inestabilidades del clima nacional, sin embargo en las comunidades campesinas especialmente en los últimos 30 años se habla más frecuentemente de un cambio en los eventos micro climáticos que limita el funcionamiento de las señas naturales utilizadas para predecir el clima.

Los cambios en las señas también repercuten en los paisajes, cambios de distribución de los cultivos, aparición de nuevas plagas, cambio en el comportamiento de las aves, aumento en la recurrencia e intensidad de eventos climáticos. Algunos de estos fenómenos son previsibles ya que durante la década del setenta se dieron simultáneamente prácticas de deforestación, sobrepastoreo, ampliación de la frontera agrícola, drenaje de humedales que hicieron prever que en un futuro las punas, yungas y quebradas sufrirían modificaciones por la acción humana (tanto local como global) y su repercusión en el clima. Hoy ya es claro que nos encontramos ante un escenario global que está marcado por un cambio en el clima de origen antrópico a gran escala, causado por la emisión de GEI y localmente por procesos de desertificación, producto de las prácticas ya mencionadas. La historia de la preocupación por el cambio climático en el Perú se inicia en 1993, cuando se creó la Comisión Nacional de Cambio Climático

(CNCC), conformada por el Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONCYTEC), la Confederación Nacional de Instituciones Empresariales Privadas (CONFIEP), el Fondo Nacional del Ambiente (FONAM), la Cancillería, el Instituto del Mar del Perú (IMARPE), el Ministerio de Economía y Finanzas (MEF), el Ministerio de Transportes y Comunicaciones (MTC), el Ministerio de Energías y Minas (MINEM), Ministerio de la Producción, el Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología (SENAMHI) y el Consejo Nacional del Ambiente (CONAM). El Perú fue firmante como la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático y el Protocolo de Montreal, relacionado a las sustancias que agotan la capa de ozono.

En 1994, se creó el Consejo Nacional del Ambiente (CONAM), en 1996 se le delegó la presidencia de la CNCC, convirtiéndose en el encargado de hacer cumplir y elaboró la Primera comunicación nacional, documento que incluye una descripción de las circunstancias nacionales, un inventario de emisiones de GEI, un reseña sobre el derecho ambiental en el Perú, una descripción de las políticas, programas y medidas relacionadas al cambio climático, medidas de vulnerabilidad y adaptación y la identificación de necesidades y limitaciones financieras y tecnológicas de las poblaciones vulnerables. La CNCC estableció también la Estrategia nacional de cambio climático (2003). En esta estrategia, la vulnerabilidad al cambio climático en el Perú se plantea a través de los impactos del Fenómeno del Niño en los recursos hídricos de alta montaña y en los ecosistemas marinos, en salud pública, agricultura e infraestructura. La estrategia se implementó a través del Programa Nacional para el Cambio Climático y la calidad del aire (PROCLIM), conformado por 14 instituciones. El programa tuvo dos líneas: la primera relacionada a la adaptación; que formuló prioridades nacionales en base a estudios de vulnerabilidad climática, que se tradujeron en proyectos en la cuencas de los ríos Piura, Santa y Mantaro; la segunda relacionada a la mitigación, que resultó en proyectos para la estabilización y reducción de los GEI a través de mecanismos de desarrollo limpio (MDL).

Actualmente, la CNCC desarrolla la Segunda Comunicación Nacional (SCNCC), que presenta un informe del estado de emisiones de GEI y acciones de mitigación, además de iniciativas y proyectos de adaptación al cambio climático

llevados a cabo por instituciones estatales, empresas, ONG y sociedad civil.

Por otro lado, en septiembre de 2002 el Congreso de la República ratificó el Protocolo de Kioto a través de la resolución legislativa No. 27824. En octubre del mismo año y siguiendo los acuerdos internacionales se designó al CONAM como la autoridad nacional designada de MDL en el Perú, facultándolo a suscribir acuerdos para la aplicación de MDL a nivel nacional.

La lucha contra el cambio climático se enmarca en la Agenda Ambiental Nacional (2005-2007), que busca continuar la implementación de la Estrategia Nacional de Cambio Climático. La agenda centra sus acciones en las seis zonas más vulnerables del Perú, declarándolas prioritarias para la adaptación al cambio climático. Estas zonas son Piura y el valle del río Mantaro (se inició el trabajo el 2003), Puno (afectado por friajes, inundaciones y sequías), Cusco y las cuencas del río Santa (zonas glaciares) y la cuenca alta del río Mayo. Uno de los grandes hitos del trabajo sobre el cambio climático, integrando como equipos de trabajo a 13 instituciones públicas y privadas: INRENA, FONAM, MINEM, PRODUCE, MTC, CONCYTEC, la Autoridad Autónoma de la Cuenca Hidrográfica de Chira Piura (AACHCHP), el Instituto Geofísico del Perú (IGP), Senamhi, Soluciones Prácticas-ITDG, el Comité Ambiental Juvenil (CAJU), la Dirección General de Salud (DIGESA), el Centro de Eficiencia Tecnológica (CET) y el CONAM. Esta actuación permitió contar con la capacidad de generar escenarios climáticos a escala nacional, utilizando como base la experiencia realizada en las cuencas de los ríos Piura y Mantaro, generar y fortalecer capacidades para identificar, analizar y estimar las emisiones de GEI junto a 4 instituciones estatales (DIGESA, INRENA, MINEM y PRODUCE) en 13 ciudades priorizadas, fortaleciendo la cartera de proyectos de desarrollo limpio del Perú.

2.2. Orígenes de emisiones de gases de efecto invernadero en Perú

Maruja y Gallardo (2008), refieren que el Inventario Nacional de Gases de Efecto Invernadero del Perú, donde se realizó tomando como año base en 1994. Las emisiones y remociones antropogénicas de gases (GEI y otros) están vinculadas principalmente a dos actividades: La extracción, distribución y uso de los combustibles fósiles; la descomposición y/o quema de biomasa.

Cuadro 01. GEI producidos en Perú, tiempo de vida y potencial de calentamiento

Gases de efecto invernadero	Tiempo de vida	Potencial de calentamiento
Dióxido de carbono (CO ₂)	100 años	1
Metano (CH ₄)	10 años	21
Óxido Nitroso (N ₂ O)	114 años	296
Hexafluoruro de azufre (SF ₆)	3600 años	22,000
Hidrofluorocarbonados (HFC)	260 años	12,000
Perfluorocarbonados (PFC)	>50,000 años	5,700

Fuente: Maruja y Gallardo (2008)

Los mismos autores indican que los orígenes de los GEI en el Perú están en los sectores siguientes:

a. Sector energético

Se considera en este sector las siguientes categorías:

- ✓ Emisión de dióxido de carbono por consumo de energía.
- ✓ Emisión de otros gases por consumo de energía.
- ✓ Emisión de gases por transporte internacional.
- ✓ Emisiones fugitivas de metano por extracción y manipulación de carbón mineral.
- ✓ Emisiones fugitivas de metano por actividades que emplean petróleo y gas natural (producción, proceso, transporte y quema no productiva).
- ✓ Emisiones fugitivas de precursores de ozono y de dióxido de azufre de refinerías de petróleo.

La oferta interna bruta de energía primaria en el Perú está liderada por el petróleo crudo, seguido de la leña y de la hidroelectricidad, con 55,5%, 27,2% y 10,1%, respectivamente, con el petróleo crudo se produce gas

licuado de petróleo, productos no energéticos, gas de refinería, gasolina, kerosene, diesel y petróleo residual. Los combustibles secundarios más importantes son estos últimos cuatro; Por otro lado, el 9% de la leña (medida en miles de toneladas métricas equivalentes de petróleo) se utiliza para producir carbón vegetal. El 91% restante se consume directamente en los sectores residencial (rural), comercial e industrial. Asimismo, el carbón mineral entra a las coquerías para producir el coque que se usa en los altos hornos de la industria minero-metalúrgica. El bagazo es utilizado como energético únicamente en el sector agroindustrial. El gas natural asociado ingresa a las plantas de gas para producir GLP y gasolina. En 1994, las emisiones por quema de combustibles fósiles en el Perú ascendían a 22039 Gg de CO₂. El 84,8% de las emisiones corresponde a los combustibles líquidos, de los cuales el petróleo crudo es el más importante. Los combustibles sólidos dan cuenta del 6,5% y el gas natural representa el 8,8% de las emisiones de CO₂. La quema de biomasa genera aproximadamente 19000 Gg de CO₂. El 88% de estas emisiones resultan de la quema de leña. El sector transporte es responsable del 66% de las emisiones de óxidos de nitrógeno. Más del 90% de las emisiones de monóxido de carbono provienen de los sectores transporte y residencial/comercial. En el caso de los compuestos orgánicos volátiles distintos del metano, estos sectores son causantes del 97% de las emisiones. Finalmente, las emisiones de dióxido de azufre sólo se pudieron calcular usando el consumo de combustibles del país, por lo que no se cuenta con un desagregado sectorial.

➤ **Emisiones fugitivas**

Las emisiones fugitivas de metano tienen dos fuentes: la explotación de carbón mineral y la explotación de petróleo y gas natural, con 0,86 y 6,92 Gg de metano respectivamente. De otro lado, la producción nacional de carbón en 1994 alcanzó las 63 806 tm. La mayor parte de este carbón fue de rango antracita (73%) y el resto de rango bituminoso. En el Perú son 14 las minas que explotan carbón. Las emisiones fugitivas de precursores del ozono y del dióxido de azufre se producen por las actividades de refinación y distribución

del petróleo. El país cuenta con cuatro refinerías de petróleo que en 1994 produjeron 57 millones de barriles. Con más del 90% de la capacidad total, La Pampilla (57%) y Talara (36%) son las más importantes. Las emisiones de N₂O, CO y de SO₂ son de 0,7; 47,2; 42,9 y 8,8 Gg respectivamente.

➤ **Emisiones por transporte internacional**

En 1994 el 79% del total de embarcaciones que atracaron en los terminales marítimos en el Perú eran de origen extranjero. El transporte internacional (marítimo y aéreo) en el Perú consume gasolina, kerosene jet, diesel oil y petróleo residual. Esto representa el 4,5% del consumo de combustibles en el sector transporte. De este modo, las emisiones de CO₂, CH₄, N₂O y SO₂, son de 396,51; 0,01; 6,59 y 1,4 Gg, respectivamente.

b. Sector procesos industriales

La industria peruana está concentrada en la región costera del país y básicamente en la capital, Lima. Alrededor del 76% de los establecimientos industriales se sitúan en esta región. De acuerdo a la estructura de la producción fabril no primaria del país, los bienes de consumo representan el 60%, los intermedios el 36% y los de capital el 4%. Asimismo, aproximadamente el 30% de los insumos empleados por la industria nacional son importados. En el Perú, las actividades identificadas que producen emisiones de:

- **Productos minerales.** Producción de cemento, producción de cal, uso de cal, producción y uso de ceniza de soda, asfaltado de caminos y otros.
- **Industria química.** Amoníaco, ácido nítrico, urea, carburos y petroquímicos.
- **Producción de metal.** Hierro, acero y ferroaleaciones, aluminio, magnesio, otros.

En el Perú existen seis plantas de producción de cemento, de las cuales cinco utilizan el proceso vía seca y una el proceso vía húmeda. Las materias primas empleadas en la producción de cemento son caliza, pizarra,

puzolana, mineral de hierro (hematita) y yeso. La producción de cemento emite CO₂ y SO₂. Esta actividad da cuenta del 79,6% de las emisiones de CO₂ del rubro productos minerales, mientras que sólo representa el 10,75% de las emisiones de SO₂ para el mismo rubro. En el año 1994 se produjeron 513 000 tm de cal. Las emisiones de CO₂ producto de esta actividad significaron el 20,4% de las emisiones de este gas en el rubro de productos minerales. Ese mismo año la producción de asfalto alcanzó las 125 000 tm, con una emisión de 38,9 Gg. Por su parte, la producción de vidrio fue de 626 tm, responsable de una emisión de 0,0028 Gg respectivamente.

➤ **Industria química**

En el Perú, la producción del compuesto químico amoníaco es la que emite la mayor cantidad de CO₂ (98%). En 1994 su producción ascendió a 16 700 tm. El ácido nítrico es un agente oxidante en la metalurgia y otras industrias y emite 0,82 Gg de N₂O (70% de las emisiones de los procesos industriales). Su producción en 1994 fue de 68 500 tm, el carburo de calcio se usa principalmente para la preparación de acetileno. En 1994 se produjeron 494,6 tm. Sus emisiones de CO₂ son de 0,54 Gg. Finalmente, tres plantas mineras (Ilo, La Oroya y Cajamarquilla) producen ácido sulfúrico. La producción de este compuesto químico fue de 215 000 tm en 1994, lo cual redujo las emisiones a 3,76 Gg de SO₂.

➤ **Producción de metales**

El Perú es un productor menor de hierro y acero. En el año que se realizó el inventario la producción fue de 4 563 610 tm de hierro y 358 000 TM de acero. Los gases que emiten estas actividades son CO₂, N₂O, CO, COVDM y SO₂. En 1994 el Perú era el octavo productor de cobre en el mundo. Las seis empresas más grandes fueron responsables del 97% del total de producción del país. La cantidad de reductor producida para elaborar las 365663 TM de cobre fue de 173,26 tm. Con esta producción se emitió 0,4 Gg de CO₂. Ese mismo año, el Perú se ubicaba en el cuarto lugar en la producción de plomo a nivel mundial con 235 042 tm. Ocho empresas concentran el 80% de la producción de este metal. La cantidad de reductor

generada durante el proceso de producción de plomo fue de 499 tm. Con ello se emitió 1,54 Gg de CO₂. La producción de estaño en 1994 alcanzó las 20 680 tm. La producción de reductor durante dicho proceso fue de 6000 tm y las emisiones de CO₂ fueron de 18,85 Gg.

➤ **Producción de alimentos y bebidas**

El cuadro 02 muestra la producción de pan, azúcar, margarina, productos de pastelería, carne, pescado, pollo, alimentos para animales y cerveza en 1994. Estos productos emiten compuestos orgánicos volátiles distintos al metano, y la producción de pan y azúcar es responsable del 25% de las emisiones de este gas.

Cuadro 02. Producción de alimentos y bebidas 1994

Productos, alimentos y bebidas	Cantidad	Unidades
Pan	812	Miles de TM
Azúcar	541	
Margarina	70	
Productos de pastelería	41	
Carne	102	
Pescado	278	
Pollo	354	
Alimento para animales	898	
Cerveza	6957	Hectolitros

Fuente: Maruja y Gallardo (2008)

c. Sector agricultura

En este sector se han considerado las siguientes emisiones:

- ✓ Emisión y captura de dióxido de carbono por conversión de bosques y pastizales, cambios en bosques y otros stocks de biomasa leñosa, abandono de tierras manejadas e impacto de la agricultura sobre el suelo.
- ✓ Emisión de metano por fermentación entérica, por estiércol de animales, por cultivo de arroz, por quema de sabanas y por quema de residuos

agrícolas.

- ✓ Emisión de óxido nitroso por estiércol de animales, quema de sabanas, quema de residuos y usos de suelos agrícolas.
- ✓ Emisión de óxidos de nitrógeno por quema de sabana y de residuos agrícolas.
- ✓ Emisión de monóxido de carbono por quema de sabana y de residuos agrícolas.

➤ **Fermentación entérica**

Las actividades agropecuarias son las que generan mayores emisiones de metano. La fermentación entérica explica el 47% del total de estas emisiones y el 84% de las emisiones de metano del sector agricultura. Estas emisiones se generan durante el proceso de digestión de los herbívoros y dependen del tipo, edad y peso del animal y de la calidad y cantidad de su alimento.

➤ **Estiércol de animales**

Sólo una pequeña fracción del material orgánico de los desechos de animales se descompone anaeróbicamente. En 1994, las emisiones debidas al estiércol de animales ascendieron a 11,16 Gg de CH₄ y 1,96 Gg de N₂O.

➤ **Cultivos de arroz**

En el período 1993 a 1995 se cultivaron anualmente 155000 ha de arroz. La producción fue en promedio de 975 000 tm. Las emisiones de metano alcanzaron los 55,28 Gg (11,73% de las emisiones de este gas en el sector).

➤ **Quema de sabanas**

En el Perú, las sabanas se encuentran en los llanos húmedos y en la parte baja de las planicies del departamento de Puno. La superficie de

pastos naturales tiene una extensión de 15680 000 ha, de éstas, 730000 ha corresponden a pastos manejados y 14950 000 ha a pastos no manejados. Las praderas o pastizales alto andinos se ubican en las planicies y laderas de las colinas y montañas que conforman el macizo occidental y macizo oriental de los Andes. Se distribuyen desde ambientes sub húmedos hasta pluviales de aproximadamente 3800 a 4500 msnm. Ocupan una superficie aproximada de 10.500 000 ha. Por otro lado, existe la formación tipo sabana en las planicies costeras de los departamentos de Lambayeque, Piura y Tumbes. Durante el período de lluvias veraniegas, esta sabana se cubre en forma temporal de herbáceas tipo dos pajonales, mayormente a base de gramíneas. Sobre este estrato herbáceo emergen algunos árboles achaparrados en forma dispersa, como el algarrobo y zapote, arbustos como el bichayo y overo. Asimismo, cabe mencionar la presencia de una sávana hidromórfica en la zona sureste del departamento de Madre de Dios, próxima al río Heath, circundada por el bosque lluvioso subtropical. La sabana está dominada por herbáceas tipo los pajonales a base de gramíneas y ciperáceas, interrumpidas en algunos sectores por bosques de galería y en todos los casos por agrupaciones de árboles bajos y arbustos.

La quema de pastizales alto andinos y de sabanas se realiza principalmente para promover la renovación de pastos forrajeros (pastos tiernos). En las praderas áridas y semiáridas, la quema de pastos puede ser ocasionada por los rayos cuando se producen tormentas secas. Este tipo de suceso representa el 5% de la quema de pastos en el país. El 25% de los incendios de los pastos se debe a negligencias en la quema de residuos agrícolas, a trabajos y exploraciones del monte con auxilio del fuego, a hogueras encendidas por excursionistas, deportistas o transeúntes, etcétera; un 1% se debe a los ferrocarriles, chispas y carbonillas de las máquinas y un 4% a otras causas, como líneas eléctricas, maniobras, cohetes, globos, entre otras. El 40% de los incendios son intencionados. Finalmente, el origen del 30% remanente no ha llegado a determinarse con claridad y se agrupa bajo la denominación "causas desconocidas". Los gases de efecto invernadero generados por

la quema de sabanas son principalmente el CO₂ con 955,61 Gg, CH₄ con 36,40 Gg, N₂O con 0,45 Gg y N₂O con 16,28 Gg.

➤ **Quema de residuos agrícolas**

La quema de residuos agrícolas es escasa debido a su gran uso en la agricultura. En orden de importancia, los cultivos cuyos residuos se queman son: algodón, caña de azúcar, arroz, espárrago, maíz amarillo y amiláceo, papa, trigo, cebada y frijol. La producción total de los diez cultivos seleccionados fue de 9 716 000 tm, La mayor producción correspondió a la de caña de azúcar, con aproximadamente el 55%, y la menor al frijol, con 0,6%. La cantidad total de los residuos de los diez cultivos fue de 6 111 000 tm de biomasa; el cultivo de arroz es el que produce mayor volumen de residuos (27%). La cantidad total estimada de residuos secos fue de 3 633 450 tm, de las cuales el 36% corresponde al cultivo de arroz.

El total de carbono liberado por estos cultivos fue de 593,23 Gg. El 50% de estas emisiones fue causado por el cultivo de algodón. Igualmente, estos cultivos emiten el 50% del total de nitrógeno liberado por todos los cultivos. Esta última cantidad asciende a 8,9 Gg. Los gases de efecto invernadero distintos del CO₂ procedentes de la quema en el campo de los residuos de las cosechas son, principalmente: CO, CH₄ y el N₂O, que emiten a la atmósfera 82,93 Gg; 3,95 Gg; 2,29 Gg y 0,1 Gg respectivamente.

➤ **Uso de suelos agrícolas**

En este rubro se estiman las emisiones de óxido nitroso (N₂O) que proceden directamente del suelo, las emisiones de N₂O debidas a la producción animal y las emisiones indirectas de N₂O provenientes del nitrógeno empleado en la agricultura. Actualmente la distribución geográfica del consumo de fertilizantes es poco uniforme, más del 80% se concentra sólo en la costa norte y central (30% del área cultivada), y el resto del país (costa sur, sierra y selva) se queda con menos del 20% del total de fertilizantes consumidos a nivel nacional. Los fertilizantes

nitrogenados más importantes que utiliza la agricultura peruana son la urea y el fosfato diamónico. La urea se aplica a la totalidad de los cultivos de la costa, sierra y selva, principalmente en la caña de azúcar, arroz, algodón, papa, cereales, hortalizas, frutales y pastos cultivados. El uso del suelo agrícola emite a la atmósfera 39,12 Gg de N₂O. Las emisiones directas de N₂O procedentes de suelos agrícolas corresponden al 30% (11,92 Gg) de las emisiones totales de N₂O; las emisiones directas del N₂O procedentes del uso del desecho animal por pastoreo corresponden al 43% (16,80 Gg) del total y las emisiones indirectas del suelo agrícola producto de la lixiviación y gasificación corresponde al 27% (10,40 Gg) del total de las emisiones.

➤ **Cambio de uso de la tierra y silvicultura**

El mayor potencial tanto de emisión como de captura de gases de efecto invernadero se encuentra en este sector. Las categorías consideradas son:

- ✓ Captura de carbono por cambios en bosques y otros stocks de biomasa leñosa, abandono de tierras manejadas e impacto de la agricultura sobre el suelo.
- ✓ Emisión de dióxido de carbono, metano, óxido nitroso, óxidos de nitrógeno y monóxido de carbono por conversión de bosques y pastizales.

➤ **Cambios en bosques y otros stocks de biomasa leñosa**

Por razones de representatividad y abundancia para estimar los niveles de captura de carbono se consideraron los siguientes campos como plantaciones forestales o bosques cultivados, bosques aprovechados por la industria forestal; cultivos perennes. La emisión de CO₂ tiene relación con las siguientes actividades productivas del sector forestal como extracción y transformación de la madera con fines industriales (madera aserrada, parquet, triplay, etc.) y extracción y producción de leña para las poblaciones rurales. El secuestro de carbono por parte de los tres campos

forestales mencionados es de 13 906 Gg CO₂. De este total, los bosques intervenidos por la industria maderera participaron con el 55,14%; las plantaciones forestales con el 27,09% y los cultivos permanentes con el 17,77%. Finalmente la cosecha y extracción de recursos forestales emitieron 9784 Gg de CO₂, con lo que se tiene un balance de 4122 Gg de captura de CO₂ en este rubro.

➤ **Plantaciones forestales**

Aunque la superficie apta para reforestación es de 10500 000 ha. En 1994 las plantaciones forestales tenían un área de 342522 ha. Se estima que el 50% de las plantaciones tiene un desarrollo aceptable, con un crecimiento anual del orden de 8 tm de biomasa seca/ha/año. La otra mitad presenta un desarrollo reducido estimado en 4 tm de biomasa seca/ha/año. La captura de CO₂ de las plantaciones forestales asciende a 3767 Gg de CO₂.

➤ **Bosques aprovechados por la industria maderera**

Según las estadísticas del MINAG, en los últimos treinta años la industria maderera ha consumido un total de 29 900 000 m³ de madera rolliza proveniente de pequeños y medianos contratos de extracción. Si se considera la intensidad promedio de extracción de la industria maderera nacional (5 m³/ha), durante el período 1965-1994 se habría dispuesto de 6000000 de hectáreas de bosques aprovechados parcial y selectivamente. Estos bosques explotados tienen dos destinos. Una parte es asimilada por la agricultura migratoria y se convierte posteriormente en bosque secundario. Se estima que el 30% del total de bosques aprovechados (6 000 000 de hectáreas) se transforman en tierras agropecuarias migratorias. Los bosques explotados por la industria en el año 1994 capturan 2091 Gg de carbono, lo que equivale a 7 669 Gg de CO₂.

➤ **Cultivos perennes**

Los cultivos perennes leñosos, como los frutales y los sistemas

agroforestales, constituyen una importante fuente de captura de carbono en la medida en que en conjunto representan una superficie superior a las plantaciones forestales. En 1994, la superficie cosechada de estos cultivos fue de 572278 ha, dicha superficie el 30% pertenece a los frutales y 35% a los cultivos agroindustriales como café, cacao, achiote, olivo, palma aceitera y té. El 35% restante corresponde al cultivo de la hoja de coca. En el caso de los frutales se considera una biomasa de 1 tm/ha/año, índice ligeramente superior al de los bosques explotados con presencia de lianas y enredaderas, pero inferior a los incrementos de biomasa de los frutales y sistemas agroforestales de la selva central. En lo que respecta a los cultivos agroindustriales se considera 1,20 tm/ha/año y en cultivos especiales como las plantaciones de coca y té 1,30 tm/ha/año, cantidad que incluye la biomasa de la hoja cosechada anualmente. La captura anual por cultivos perennes resultó ser de 674 Gg de carbono, que equivale a 2470,6 Gg de CO₂.

➤ **Cosecha y extracción de recursos forestales**

La producción nacional de madera rolliza en 1994 ascendió a 7569085 m³. De este volumen, 1280220 m³, es decir 16,90% de la producción total, se destina para fines industriales, mientras que los 6 288 865 m³ restantes (83,10%) se utilizan para la producción de energía. La conversión de la madera de los bosques en productos manufacturados de largo período de uso representó en 1994 una emisión potencial de 608 Gg de carbono, en tanto que el consumo de leña y carbón significó una emisión real de 2060 Gg. Esto equivale a 2230 Gg de CO₂ y 7554 Gg de CO₂, respectivamente.

➤ **Conversión de bosques y pastizales**

Este cambio de uso de la tierra está específicamente referido a la agricultura migratoria, en el Perú se convierte anualmente enormes extensiones de ecosistemas forestales en tierras de cultivo y pasturas. De acuerdo al monitoreo de la deforestación en la Amazonia peruana el cambio de uso de tierras por la agricultura migratoria representó en 1990 la pérdida acumulada de 6 948 000 has, de ecosistemas forestales,

ubicados mayormente en las partes inferiores y medias de los bosques de montañas de los departamentos de Cajamarca, Amazonas, San Martín, Huánuco, Pasco y Junín y en las terrazas y colinas bajas de Loreto y Ucayali. Para fines del presente estudio fue necesario reagrupar tanto los ecosistemas de importancia forestal como la superficie anual deforestada, de acuerdo a las seis categorías de bosques sugeridas por el IPCC (1996). Se estima que la mitad de la biomasa es quemada in situ y 5% ex situ. El resto se descompone en el lugar. Con base en estos indicadores, se determinó que en 1994 hubo una pérdida de 47 648 000 tm de biomasa como materia seca y una emisión de 22 497 Gg de carbono, equivalentes a 82 488 Gg de CO₂.

➤ **Abandono de tierras manejadas**

De los 8 000 000 de hectáreas de bosques intervenidos, se estima que 6100 000 de hectáreas de bosques secundarios son catalogadas como tierras abandonadas. Las 1 900 000 restantes son cultivos agrícolas, pastizales y terreno abandonados o en proceso de erosión. Para los bosques secundarios con edades menores a 20 años y que ocupan una extensión de 2 250 000 ha se considera un incremento medio anual de 7 tm de biomasa seca/ha. En el caso de los bosques secundarios mayores de 20 años, estimados en 3 850 000 ha se emplea el índice recomendado por el IPCC de 1,20 tm de biomasa seca/ ha para ecosistemas tropicales similares a los del Perú. Se estima el secuestro de 10185 Gg de carbono, esto es 37 345 Gg de CO₂ equivalente, por los bosques secundarios.

d. Sector desechos

➤ **Vertederos**

En 1994 la población del Perú fue de 23 000 000 de habitantes. El 28,7% de esta población (6 600 000) vivía en la capital, Lima. La población urbana se estimó en 15 800 000 (68%) y la rural en 7 300 000 (32%). La tasa de generación de desechos media urbana en el país es de 0,54 kg/hab/día. Se ha calculado que la basura recolectada en 1994 por unidades móviles (camiones recolectores) fue de 7949 tm diaria a nivel nacional. De esta

cifra, 3 986 tm/día corresponden al departamento de Lima. La generación mensual de desechos en esta ciudad se estima en 102 570 000 tm. De este total, sólo el 31% es depositado en los dos rellenos sanitarios existentes desde el año 1988. El 69% restante de los desechos domiciliarios generados en Lima se dispone en “botaderos” ubicados en diferentes puntos de la ciudad, sin control sanitario. De los 24 departamentos del Perú, 18 emplean botaderos para la disposición final de los desechos que generan. Para estimar las emisiones de metano por los desechos sólidos hay que tener en cuenta lo siguiente:

- ✓ El 23% de los residuos orgánicos se utiliza para alimento de cerdos.
- ✓ Los residuos orgánicos e inorgánicos con algún valor se reciclan.
- ✓ Se asume por defecto el valor del carbono orgánico degradable.

Así las emisiones de metano a nivel nacional para 1994 fueron de 95 Gg, que representa el 85% de emisiones en el área de desechos.

➤ **Aguas residuales domésticas**

Las emisiones generadas por esta fuente liberan a la atmósfera 2,08 Gg de metano y representan el 1,8% de las emisiones en el rubro de desechos del año 1994, en la que el Perú generó 230,7 Gg de componente orgánico biodegradable. La emisión neta fue de 2,1 Gg de metano a nivel nacional por el uso de aguas residuales municipales. Dicho valor es bastante bajo en comparación con el promedio estimado para otros países de Sudamérica, que emiten alrededor de 20 Gg al año. Es de suponer que éste se incrementará con el uso de plantas de tratamiento de aguas servidas como está proyectado.

➤ **Aguas residuales industriales**

Las emisiones producidas por esta fuente liberan a la atmósfera 14,58 Gg de metano, que representan aproximadamente 13% de las emisiones de metano en el área de desechos. Las principales industrias seleccionadas que generan mayor volumen de efluentes industriales son las siguientes:

curtiembres, industria textil, industria de bebidas (incluye cerveza), industria de alimentos, industria de pulpa y papel y refinerías de petróleo, entre otras. Las aguas residuales industriales también se emplean en la agricultura para el riego de cultivos, sin el respectivo tratamiento. Además, muchos de los efluentes industriales se vierten a los colectores sin ningún tipo de tratamiento y luego son descargados en los ríos o el mar. En 1994, las emisiones netas de metano procedente de las aguas negras industriales fueron de 15,087 Gg.

2.3. Vulnerabilidad del Perú frente al cambio climático

MINAM (2008), Indica que la vulnerabilidad física del Perú frente a los fenómenos climáticos es evidente si consideramos los impactos del fenómeno El Niño durante 1997 y 1998. Las opciones de adaptación que deben ser desarrolladas en el más breve plazo están estrechamente relacionadas a la salud y bienestar humanos (reubicación en lugares seguros y mejoramiento de las estructuras de las viviendas). En el caso de la salud humana resulta necesaria la transferencia de tecnologías orientadas a la aplicación de técnicas de laboratorio para la identificación de vectores de enfermedades y de las características de los patógenos, así como para el desarrollo y la producción de vacunas. El uso de estas tecnologías demanda un alto nivel de preparación y capacitación del personal. En cuanto a la infraestructura vulnerable al cambio climático hay que considerar dos etapas, la prevención de los incidentes y el manejo de los eventos una vez presentados. En el caso de los recursos forestales, uno de los mayores riesgos es la propagación de incendios forestales no controlados.

➤ Vulnerabilidad de los recursos hídricos de alta montaña

Contreras (2005), indica que entre setiembre de 1997 y mayo de 1998 se llevó a cabo un estudio de recopilación y actualización para indagar cuáles eran los impactos del cambio climático global en los glaciares de la cordillera peruana, el mismo que se realizó a partir del balance de masas y el inventario de superficies glaciares. Se realizaron estudios e inventarios con base en fotografías aéreas del año setenta e imágenes de

satélite de los años 1995 a 1997. Los resultados son la constatación de una drástica reducción de las áreas glaciares, con un marcado incremento del balance negativo en los últimos quince años y los glaciares con áreas comparativamente pequeñas desaparecerán durante la presente década. En efecto, hay cordilleras pequeñas como Huagoruncho, Huaytapallana, Raura, cordillera central y otras donde en los últimos treinta años se han registrado disminuciones de hasta 80% de sus superficies glaciares. Esta verificación objetiva nos lleva a indicar que glaciares de menor tamaño, en especial los ubicados debajo de los 5500 msnm serían vulnerables en la presente década si las condiciones climáticas continúan siendo las mismas.

2.4. Glaciares del Perú vulnerables al cambio climático

Maruja y Gallardo (2008), indican que los glaciares en proceso de deglaciación en el Perú y vulnerables al cambio climático son:

a. Glaciar Broggi

Es un pequeño glaciar situado en la parte central de la cordillera Blanca, al norte del nevado Huascarán en 1,1 km de longitud máxima y 0,58 km² de superficie. Orientado hacia el noroeste, se extiende actualmente desde una altitud máxima de 5100 hasta 4725 msnm en el frente. Las coordenadas geográficas de su posición son 8° 59' 57" latitud sur y 77° 35' 04" longitud oeste. El establecimiento de la posición del frente anterior a ese año se realizó por medio de fotografías aéreas del Servicio Aerofotográfico Nacional (SAN) correspondientes al año 1948. Desde entonces y hasta 1997 (es decir, en 49 años) el glaciar ha retrocedido 765 m, con un promedio de 13,8 m/año hasta el inicio de la década de 1970 y de 6,2 m/año en los diez años siguientes. Sin embargo, entre 1980 y 1997 el promedio anual de retroceso del glaciar ha aumentado a 24 m. Actualmente, el glaciar tiene una longitud de apenas 350 m. Es probable que dentro de muy pocos años esta pequeña masa glacial desaparezca por completo. Este proceso de extinción es claro, el glaciar Broggi no posee un área de acumulación. Es así como sucesivos balances negativos han mermado considerablemente su masa sin permitir la

Renovación del material en la zona alta. En efecto, el Broggi ha perdido unos 29 millones de metros cúbicos equivalentes en agua de su masa entre 1972 y 1997.

Figura 04. Retrocesos del glaciar Broggi Glaciar en 1979 - 1997

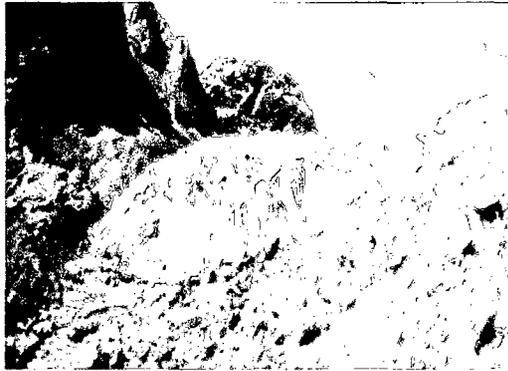


Fuente: Servicio Aero-fotográfico Nacional (SAN), Maruja y Gallardo (2008)

b. Glaciar Uruashraju

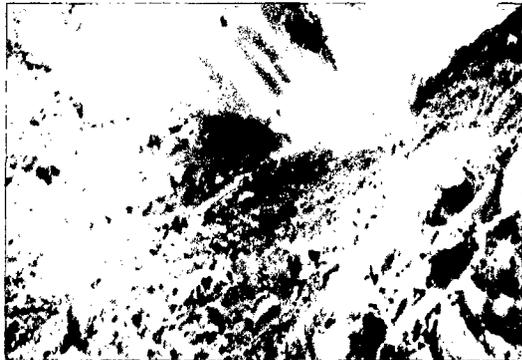
Este glaciar es de mediana extensión se encuentra ubicado en la zona sur de la cordillera Blanca, al sur del nevado Huantsan, en un pequeño valle afluente del río Negro llamado Pumahuacanca. La lengua glaciar está orientada hacia el suroeste. Las coordenadas geográficas de su posición son 9° 35' 12" latitud sur y 77° 18' 55" longitud oeste. Al inicio de las observaciones regulares en el año 1968 tenía una longitud máxima de 2,5 km y una superficie de 2,15 km², y sus límites superior e inferior eran de 5600 y 4575 msnm, respectivamente. En la actualidad, su longitud máxima es de 2,1 km y su superficie de 1,765 km². El glaciar ha retrocedido un promedio de 9,5 m/año hasta el año 1970 y un promedio de 3,3 m/año entre 1970 y 1980. Entre los años 1975 y 1977 pudo observarse un ligero avance del frente o un estado de equilibrio temporal. A partir de 1980 el retroceso se ha incrementado a 16,5 m/año en promedio y es aún mayor en la última década del siglo XX 22,9 m/año. En suma, la disminución en el período 1980-1997 ha sido de 33,4 ha, correspondientes a una pérdida de masa de 33,16 millones de metros cúbicos de agua.

Figura 05. Retrocesos del glaciar Uruashraju Glaciar en 1980



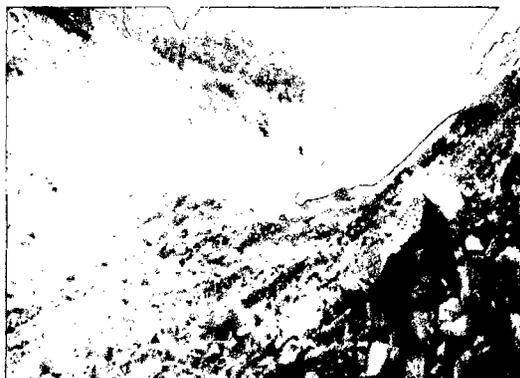
Fuente: Servicio Aero-fotográfico Nacional (SAN), Maruja y Gallardo (2008)

Figura 06. Retrocesos del glaciar Uruashraju Glaciar en 1989



Fuente: Servicio Aerofotográfico Nacional (SAN), Maruja y Gallardo (2008)

Figura 07. Retrocesos del glaciar Uruashraju Glaciar en 1997

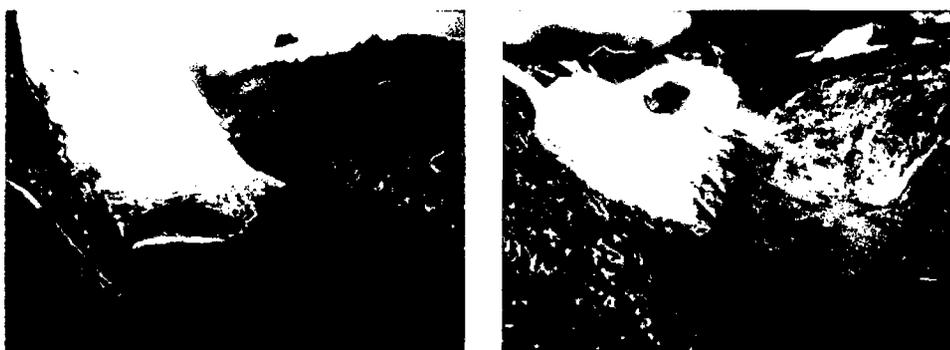


Fuente: Servicio Aero-fotográfico Nacional (SAN), Maruja y Gallardo (2008)

c. Glaciar Yanamarey

Este pequeño glaciar de tipo circo está situado en la zona sur de la cordillera Blanca, en las nacientes del valle del río Yanamarey, afluente del río Yanayacu. Este glaciar está orientado en dirección suroeste, en 1970 tenía una superficie de 1,35 km² y una longitud máxima de 1,5 km, extendiéndose desde una altura máxima de 5200 msnm hasta una de 4590 m en el frente glaciar. Su ubicación geográfica son 9° 36' 16" de latitud sur y 77° 16' 12" de longitud oeste. En la actualidad su longitud se ha reducido a 1,1 km. La superficie del glaciar presenta una pendiente moderada y uniforme en la zona baja y central, con escasa presencia de grietas. La zona de acumulación es pequeña y de fuerte pendiente hacia el extremo norte, con gran profusión de grietas. La disminución de la superficie es de 65,3 ha y la pérdida en volumen de agua es de 63,5 millones de metros cúbicos. La línea de equilibrio ha variado durante el período de observaciones de 4741 a 5043 msnm. El aporte hídrico promedio en 21 años ha sido de 60 l/s. Las observaciones de las fluctuaciones del frente se iniciaron en 1972 y han continuado sin interrupciones hasta el presente. Entre los años 1974 y 1976 se observó un avance significativo. En la década de 1980 y hasta el presente, el promedio de retroceso ha aumentado a 20,3 m/año.

Figuras 08 y 09. Glaciar Yanamarey en 1982 – 1997



Fuente: Servicio Aerofotográfico Nacional (SAN), Maruja y Gallardo (2008)

2.5. Impactos del cambio climático a nivel mundial

IPCC (2001), indica que en la actualidad hay un acelerado calentamiento que se

viene produciendo en la superficie terrestre como resultado de una mayor acumulación de gases de efecto invernadero. Mediante el efecto invernadero, los gases que son componentes de la atmósfera retienen parte de la energía que el suelo emite por haber sido calentado por la radiación solar y garantizan una temperatura promedio global adecuada para vivir. Así, de no existir gases de efecto invernadero en la atmósfera, la temperatura promedio global del planeta alcanzaría los 18° C bajo cero, mientras que la temperatura actual es de 15° C en promedio. El stock de GEI ha aumentado notablemente desde la segunda mitad del siglo XX por efecto principal de la actividad humana, desnaturalizando el efecto invernadero. El promedio anual de las emisiones mundiales para el periodo 2000 al 2007 ha aumentado en 260 por ciento respecto a la década 1950 a 1959. Las principales fuentes de GEI emitidos por la humanidad son la actividad industrial, el sector energía y en menor medida la actividad agropecuaria. Sin embargo, la quema de biomasa en la agricultura y en los bosques tiene una especial importancia ya que además de liberar gases invernadero también disminuye la captura de carbono a través de la fotosíntesis.

En consecuencia, en los últimos años se está agudizando el impacto del cambio climático por la acumulación acelerada de GEI en la atmósfera. Por ejemplo, en el período 2000 al 2007, la temperatura promedio global ha sido 0,65° C más elevada que la temperatura promedio de la primera mitad del siglo XX. Entre los cambios en la naturaleza que se vienen observando y que se asocian a este mayor calentamiento global, se encuentran:

- ✓ El aumento del nivel de los océanos mundiales de dos milímetros promedio al año en el período 1961 al 2003.
- ✓ El deshielo generalizado de nevados, glaciares y mantos polares (los glaciares de Groenlandia y la Antártida están perdiéndose a un ritmo de 125 mil millones de toneladas al año).
- ✓ La mayor variabilidad de las precipitaciones en las latitudes altas y menos en las bajas, al intensificarse la evaporación de la superficie del océano.

Las proyecciones especializadas, como el IPCC (2007) y el FMI (2007), sugieren que en un escenario pasivo de política ambiental las emisiones de GEI se

incrementarán en más de 200 por ciento, de 6,7 a 21,8 gigatoneladas entre los años 2000 y 2100. Consecuentemente se proyecta un incremento de la temperatura global promedio entre 1.1° C y 6.4° C al 2100, respecto a niveles pre-industriales. Para poder poner estos cambios en perspectiva, debemos considerar que, desde la última glaciación, hace 20 mil años, la tierra se ha calentado aproximadamente cinco grados centígrados, por lo que es evidente que las variaciones estimadas de la temperatura global no son insignificantes.

El stock de GEI que no generaría mayor efecto sobre la temperatura global es de 450 ppm. Sin embargo, la estabilización del stock de GEI a ese nivel requiere una reducción gradual del 65 por ciento de las emisiones promedio anual de GEI actuales al año 2100. Bajo este escenario de estabilización, deberíamos llegar al 2100 con un promedio anual de emisiones de 2,7 gigatoneladas anuales de emisiones globales de carbono; mientras que el año pasado ese promedio ascendía a 7,9. En ausencia de esta reducción, se esperan aumentos en la temperatura atmosférica y de los océanos lo que generaría cambios adicionales en las precipitaciones para mediados del presente siglo. En cuanto al impacto económico global, el IPCC (2007) y FMI (2007) cuantifican la pérdida del PBI mundial ante incrementos en la temperatura promedio. Dichos estudios abarcan diversos impactos de mercado y de no mercado. Entre los impactos de mercado se encuentran los efectos sobre sectores sensibles como la agricultura, pesca, sector forestal, daños en zonas costeras por incremento del nivel del mar, demanda energética y disponibilidad de recursos hídricos. Entre los efectos de no mercado se encuentran los impactos sobre la salud y daño en los ecosistemas, como la pérdida de biodiversidad. Los estudios citados sugieren que el impacto del cambio climático sobre el PBI global es significativo. Como referencia, aumentos moderados de la temperatura de 2° C generarían una reducción máxima del PBI mundial del orden de 1 por ciento al año 2100; mientras que incrementos significativos, por encima de 5° C, implicarían una disminución de hasta 9 por ciento del PBI a dicha fecha.

Por su parte Stern (2007), proyecta impactos del cambio climático considerando escenarios más agresivos. Así, bajo un escenario de crecimiento pasivo de los GEI e incorporando factores de no mercado (consecuencias directas sobre el

medio ambiente y la salud humana), efectos amplificadores dentro del sistema climático y un mayor peso relativo de las economías más vulnerables, estima que el cambio climático generaría pérdidas del PBI global en un rango entre 5 y 20 por ciento, para aumentos de temperatura entre 5 y 6° C para final del siglo; constituyéndose entre los máximos impactos globales estimados. Por otro lado, la distribución de causas y efectos del cambio climático entre países no sería uniforme. En particular, países de ingresos bajos, que contribuyen marginalmente a la acumulación de GEI, sufrirán el mayor impacto social del calentamiento global. Así, entre las regiones que se presume serían las más afectadas por el cambio climático se encuentran África, el Sur y Sur-Este de Asia y América Latina; mientras que países como China y Estados Unidos de América presentan los menores impactos del cambio climático y registran la mayor participación en la acumulación de GEI. En cuanto a los costos de estabilización del stock de GEI, de acuerdo con IPCC (2007), los costos de mitigación para alcanzar un objetivo de estabilización activo entre 445 y 535 ppm de CO₂ equivalente (CO₂-eq) implicarían una reducción de la tasa de crecimiento promedio anual de 0,12 puntos porcentuales de aquí al 2050 lo que implica una pérdida del PBI mundial en el 2050 de 5,5%.

2.6. Impacto del cambio climático a nivel del Perú

Vargas (2009), refiere que el Perú se encontraría entre los diez países más vulnerables ante eventos climáticos, lo que estaría asociado a la alta dependencia de algunas regiones a sectores sensibles al cambio climático, tales como el agrícola y el pesquero; así como al bajo nivel institucional, que dificulta la planificación y ejecución de acciones de adaptación concretas. En el Perú, los principales efectos del cambio climático se asocian preliminarmente con:

- ✓ Los glaciares tropicales peruanos retrocedieron en un 22% durante los últimos 25 años, con lo que se ha perdido un equivalente al agua que consume Lima en 10 años.
- ✓ El aumento de la frecuencia e intensidad del Fenómeno del Niño.
- ✓ La temperatura media podría subir entre 1.8 y 5.8° C.

- ✓ Elevación del nivel del mar entre 95 cm y 4 m.
- ✓ Fenómenos climáticos exacerbados.
- ✓ Avance de la desertificación.
- ✓ Afectación significativa de la biodiversidad.
- ✓ Estrés hídrico, especialmente en la costa.
- ✓ Intensificación de vectores de enfermedades (dengue, malaria aparecen en nuevos territorios).
- ✓ Desarticulación de los ciclos agrícola (pérdida de cultivos, migración campesina, pérdidas en exportaciones).
- ✓ Aumento de migraciones forzadas.
- ✓ Intensificación de las condiciones de pobreza y pobreza extrema.
- ✓ Gobernanza amenazada y conflictividad social.

CAPÍTULO III:

ACCIONES TOMADAS EN EL PERÚ Y A NIVEL MUNDIAL FRENTE AL CAMBIO CLIMÁTICO

3.1. Qué debemos hacer en el Perú frente al cambio climático

El MINAM (2008), refiere que se debe hacer frente al cambio climático:

- ✓ Identificación de nuestras zonas más Vulnerables a través de mapas.
- ✓ Difundir el tema del Cambio Climático entre más actores políticos y sociales.
- ✓ Actualizar nuestra Estrategia Nacional de Cambio Climático (ENCC).
- ✓ Incorporar medidas de adaptación al cambio climático en las políticas y planes de desarrollo.
- ✓ Incorporación de Tecnologías Limpias (MDL).
- ✓ Reducir emisiones de Gases de Efecto Invernadero.
- ✓ Elaborar Estrategias Regionales de Cambio Climático.

3.2. Medidas de adaptación al cambio climático en el Perú

Según el MINAM (2008), a medida en que el peligro de aluviones de lagunas glaciares depende del volumen de agua que éstas contengan así como de la inestabilidad de los diques, son éstos los dos factores que hay que controlar. La finalidad de la construcción de presas de seguridad es bajar el nivel del espejo de agua en las lagunas que mayormente tienen diques morrénicos, mediante un corte en el dique natural en forma progresiva y controlada. Antes de iniciar las labores diarias se represa la laguna y al término de las mismas se procede a evacuar el volumen embalsado. Asimismo, debe evitarse las descargas bruscas de caudales y las erosiones regresivas que puedan afectar la estabilidad y las condiciones físicas de la morrena.

Por otro lado, hay que recurrir a la construcción de túneles cada vez que resulte excesivamente costoso realizar cortes a tajo abierto (o cuando las condiciones

físicas no lo permitan). Se construirán túneles allí donde haya buena calidad de roca para excavar. En el Perú se ha efectuado con éxito algunas obras de este tipo, entre las cuales destaca la realizada en la laguna Parón (provincia de Huaylas), la más grande de la cordillera Blanca, con una longitud y ancho de 3300 m y 600 m respectivamente, una profundidad máxima de 67,5 m y un volumen de agua de 71 945 000 m³. En esta laguna se excavó por la margen derecha, en la roca granodiorítica, un túnel de 1243 m de longitud y se hizo la conexión subacuática a 41 m de profundidad. Allí se combinaron los conceptos de seguridad y aprovechamiento de tal manera que actualmente ha dejado de ser una laguna peligrosa y es posible obtener una regulación estacional de 38000000 m³ en beneficio de la central hidroeléctrica del Cañón del Pato y el desarrollo agrícola de la zona. Es posible la verificación de la estabilidad y condiciones de los taludes naturales interiores del vaso, lo que permitió la instalación de un sistema de control con dos compuertas, una de regulación y otra de emergencia, para poder manejar adecuadamente los volúmenes de la laguna manejando los conceptos anteriormente señalados de seguridad y aprovechamiento. No obstante todos estos esfuerzos técnicos, aún no se ha logrado alejar completamente los peligros de avalanchas de hielo, en especial en glaciares colgados como los del Huascarán. Es necesario aplicar estrictamente la zonificación territorial en todas las áreas de riesgos potenciales y evitar la formación de núcleos habitacionales; reubicar las poblaciones asentadas en las zonas de influencia aluviónica en el marco de una política de adaptación y mitigación de impactos sociales.

- ✓ Los costos de no hacer nada son mucho mayores que los costos de prevenirlos en un intervalo de 10 a 1.
- ✓ Es prioritario identificar la vulnerabilidad del país ante el cambio climático para plantear alternativas de adaptación.
- ✓ Debemos actuar para garantizar la seguridad alimentaria, energética y asegurar la disponibilidad de agua.
- ✓ Adaptándonos lograremos desarrollarnos con sostenibilidad ambiental, en beneficio de la salud de la población y de la economía nacional.

3.3. Acciones a nivel internacional para contrarrestar los efectos del cambio climático

PNUMA y ORPALC (2005), refiere que la Primera Conferencia Mundial del Clima realizada en 1979, reconoció al cambio climático como un problema importante. En 1988, el Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente y la Organización Meteorológica Mundial establecieron el Panel Intergubernamental sobre el Cambio Climático. Su mandato consiste en evaluar el estado del conocimiento sobre el sistema climático global y el cambio climático, sus impactos ambientales, económicos y sociales y las posibles estrategias de respuesta en esta materia. Sus acciones contribuyeron a sistematizar la evidencia científica disponible sobre el cambio climático global y a facilitar el proceso de elaboración de una respuesta internacional para un problema que afecta a un bien ambiental común de escala global. Finalmente, el IPCC provee información clave para los decisores políticos en el marco del sistema multilateral de negociación, con el propósito de construir una arquitectura institucional de escala internacional que permita regular las emisiones con la participación de todos los países.

a. Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el cambio climático

El IPCC (2001), indica que la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático fue firmada en la Primera Cumbre de la Tierra, celebrada en Río de Janeiro en 1992, como parte de un conjunto de acuerdos ambientales entre los que se cuentan la Convención sobre Diversidad Biológica y la de Lucha contra la Desertificación, que acompañaron la Declaración de Río y la Agenda 21. Estos acuerdos constituyen hitos trascendentes en la búsqueda de un sistema internacional de gestión para los problemas ambientales de escala global. La Convención Marco, que entró en vigencia en 1994, incorporó cuatro principios centrales para el tratamiento del cambio climático:

- ✓ El principio que define al cambio climático como una preocupación común de la humanidad.
- ✓ El principio de las responsabilidades comunes, pero diferenciadas, de los países con diferentes niveles de desarrollo.

- ✓ El principio precautorio, que privilegia la acción para enfrentar el fenómeno aún en ausencia de certidumbre plena, debido a la gravedad de los riesgos que implica y la irreversibilidad de alguno de sus efectos.
- ✓ El principio de la equidad en la asignación de las cargas para la mitigación y la adaptación a la nueva situación, lo que incluye la obligación de los países desarrollados, principales responsables de las emisiones de gases de efecto invernadero, de transferir tecnologías más limpias, otorgar asistencia financiera a los países en desarrollo para enfrentar el problema y especialmente para los compromisos adoptados para la mitigación de las emisiones.
- ✓ Los países industriales miembros de la Organización para la Cooperación y el Desarrollo más los países de economías en transición. Deben adoptar políticas y medidas con el objeto de llevar sus emisiones del año 2000 a los niveles de 1990.
- ✓ Los países industriales miembros de la Organización para la Cooperación y el Desarrollo sin los países de economías en transición. Deben proveer recursos financieros para facilitar la mitigación y la adaptación en los países en desarrollo.
- ✓ Los países en desarrollo. Aunque con pocas excepciones, las acciones desarrolladas por los países industriales avanzados a principios de 1990 no fueron suficientemente enérgicas, pese a los compromisos asumidos. Por eso ya a mediados de esa década, se advirtió que sería necesario negociar un acuerdo que incluyera compromisos cuantitativos de limitación y reducción de emisiones y que obligara a los principales emisores, conforme el principio de las responsabilidades comunes pero diferenciadas establecido en la Convención Marco.

b. EL Protocolo de Kyoto

Según Saiz (2005), la voluntad política de la comunidad internacional dirigida a mitigar el cambio climático global consiguió plasmarse en 1997 en el Protocolo de Kyoto; entre los principales compromisos se tienen:

- ✓ Compromisos cuantitativos que incluyen metas de emisión y compromisos generales.
- ✓ Implementación de políticas, medidas nacionales y mecanismos de flexibilización, que contribuyan a hacer viable el cumplimiento de los compromisos.
- ✓ Minimización de impactos para los países en desarrollo, incluyendo la creación de un Fondo de Adaptación.
- ✓ Preparación de inventarios nacionales de emisiones para la generación de un sistema de información internacional.
- ✓ Sistema de aseguramiento del cumplimiento de los compromisos asumidos por las Partes.

Los gases de efecto invernadero cubiertos por el Protocolo de Kyoto son:

- ✓ Dióxido de Carbono (CO₂)
- ✓ Metano (CH₄)
- ✓ Óxido Nitroso (N₂O)
- ✓ Hidrofluorocarbonos (HFCs)
- ✓ Perfluorocarbonos (PFCs)
- ✓ Hexafloruro de azufre (SF₆)

Se estima que los primeros tres gases generan aproximadamente el 50%, 18% y 6%, respectivamente, del efecto del calentamiento global debido a las actividades humanas. Existen otros gases de efecto invernadero no cubiertos por el Protocolo de Kyoto. Algunos de ellos son cubiertos por el Protocolo de Montreal, ya que también contribuyen al adelgazamiento de la capa de ozono. Los compromisos cuantitativos de limitación y reducción de emisiones, establecidos por el Protocolo, representan una reducción agregada que para todos los países que tienen esa obligación alcanza al menos al 5% de los niveles de emisión verificados en 1990. Esos niveles

deben alcanzarse en el primer período de compromiso, establecido entre 2008 al 2012. Todos los países tienen metas individuales de emisión, que están enunciadas en el Protocolo y que fueron establecidas luego de intensas negociaciones. Para atenuar las presuntas cargas económicas derivadas del proceso de reducción de emisiones al que deben someterse los países con compromisos cuantitativos, el Protocolo de Kyoto crea un conjunto de mecanismos de flexibilización:

- ✓ Implementación conjunta de proyectos.
- ✓ Mecanismo de Desarrollo Limpio.
- ✓ Comercio de emisiones de GEI, sin embargo la entrada en vigencia del Protocolo se ha visto demorada por los desacuerdos respecto de su implementación, que reflejan el diverso abordaje que los países hacen de la cuestión ambiental, la existencia de patrones de consumo diferenciados y culturas contrastantes y a la vez la existencia de intereses económicos divergentes, en un escenario internacional signado por enfrentamientos crecientes, problemas de seguridad, el aumento de la desigualdad y en el que predominan estrategias nacionales contrapuestas, que dificultan el logro de acuerdos y relegan la importancia de la dimensión ambiental en la agenda internacional.

3.4. Acciones a nivel nacional para contrarrestar los efectos del cambio climático

Según el MINAM (2008), en 1998 finalizó el estudio mitigación de emisiones de gases de efecto invernadero en el Perú en los sectores de Energía, transporte y bosques, que identificó y seleccionó opciones de mitigación para reducir las emisiones nacionales de GEI.

a. Sector energético

➤ Promoción de la hidroelectricidad

MEM (1999); indica que la potencia hidráulica en el Perú representa aproximadamente el 47% del total nacional (5742 MW). Sin embargo

debido al desarrollo del yacimiento de gas natural más grande de América del Sur, ubicado en Camisea Cusco, se espera que la importancia de la hidroelectricidad disminuya. Se calcula que el inicio del retorno de la hidroelectricidad puede darse hacia el año 2014. En tal sentido, nuestro escenario de mitigación considera tres centrales hidroeléctricas: Platanal (140 MW), Olmos (300 MW) y Chaglla (450 MW). Las dos primeras sustituyen plantas que operan con diesel y la última una planta que funciona con gas natural. El tiempo de vida de este proyecto sería del 2014 al 2020. El costo promedio de generación de hidroelectricidad en el mundo es de 7,8 centavos de dólar por kW/h. Esto contrasta con la alta inversión inicial en infraestructura en el Perú (entre US\$ 1500 y US\$ 2000 por cada kW de potencia instalada). En nuestro caso el costo de construcción de centrales hidroeléctricas ha llegado incluso hasta los US\$ 5000 por kW instalado, debido al alargamiento de los plazos de financiamiento de las centrales. Como no se disponía del financiamiento total, las centrales eran construidas en períodos extensos, con el consiguiente incremento de los costos financieros. Además de que el costo de mitigación de la sustitución de diesel por una hidroeléctrica es negativo, la falta de esquemas de financiamiento de mediano a largo plazo impide la realización de inversiones en centrales hidroeléctricas. Es necesario mencionar que el tiempo de vida promedio de una central hidroeléctrica es de 50 años, mientras que el de una central térmica a carbón o petróleo es de unos 30 años. El de una central térmica de ciclo combinado es de 25 años y el de una central térmica que opera con diesel de sólo 20 años. Estas cifras corresponden a regímenes muy exigentes de funcionamiento. Se estima una reducción de CO₂ equivalente de 3,42 tm/kW por año si se sustituye la generación diesel por hidroelectricidad. La generación inicial con la central hidroeléctrica Platanal es de 140 000 kW, la misma que aumenta a 300 000 kW con la central hidroeléctrica de Olmos. La reducción acumulada asciende a 8 489 000 tm de CO₂ equivalente. En el caso de la sustitución por gas natural, el costo de mitigación es positivo. Las reducciones anuales resultan en 2,59 tm/kW de CO₂ equivalente con la generación de 450 000 kW correspondientes a la central de Chaglla, con lo que la reducción acumulada es de 2 331 000 tm de CO₂ equivalente.

➤ **Sustitución de combustible (gas natural sustituye a carbón)**

La planta carboeléctrica de Ilo, de 270 MW, con 135 MW en operación, puede ser sustituida por gas natural. Esto no sólo reducirá la contaminación atmosférica local, sino que eliminará a su vez, las cenizas, el material particulado y los precursores de ácidos corrosivos. La sustitución de la planta carboeléctrica Ilo, una vez que el gasoducto Camisea Pisco se haya prolongado con un ramal de 1000 km desde Pisco hasta Ilo. La vida del proyecto es de 30 años y empezó en el año 2009. Las reducciones anuales de CO₂ equivalente son de 1,4 tm/kW, considerándose 250 000 kW de potencia generada, lo cual coloca a esta opción en una situación muy próxima a una sustitución no onerosa. La reducción acumulada de CO₂ equivalente al año 2020 es de 7 800 000 tm.

➤ **Sustitución de combustible (gas natural sustituye diesel)**

Esta opción de mitigación consiste en la sustitución del diesel usado en las centrales de Ventanilla por gas natural con tecnología de ciclo abierto por un total de 530 MW, a partir del año 2007 hasta el 2002 con un tiempo de vida de 25 años. La reducción se estima en 0,7 tm/kW de CO₂ equivalente al año. La reducción acumulada se calcula en 6 000 000 tm de CO₂ equivalente. Adicionalmente a la reducción de las emisiones de GEI, disminuirá la importación de diesel.

➤ **Conversión a gas natural de plantas industriales y uso del gas de Camisea**

La propuesta de esta opción de mitigación es añadir al actual Proyecto Camisea (Camisea Ayacucho-Lima) dos ramales que no han sido considerados. Su objetivo es propiciar el uso de gas natural en empresas con alto volumen de consumo de combustible. En el ramal norte se considera la planta de Cemento Andino y la fundición de Doe Run. En el ramal sur, la productora de hierro Shougang Hierro Perú y su planta generadora Shougesa. La producción de Cemento Andino representa el 18,5% de la producción nacional de cemento. Su capacidad instalada es de 1 000 000 de tm/año con un factor de uso de 80%. Los combustibles

susceptibles de ser sustituidos en dicha empresa son el carbón bituminoso (300 tm/día) y el petróleo residual 6 (60 tm/día). El primero representa el 80% del uso de combustibles en la planta y el segundo el 20% restante. La fundición metalúrgica de Doe Run Perú en La Oroya tiene tres circuitos metalúrgicos: cobre, plomo y zinc. Los combustibles sustituibles por gas natural son el diesel y el petróleo residual. Actualmente, el consumo anual de gas natural de las dos empresas es de 18,2. Por otro lado, los ahorros anuales en combustibles llegarían a los US\$ 17 431 700. La reducción anual de CO₂ sería de 189 411 tm/año en el período 2004-2012 y la reducción acumulada ascendería a 1 704 702 tm de CO₂ equivalente. La planta de Shougang Hierro Perú en San Juan de Marcona explota una mina de hierro y tiene una planta de concentrado de pellets. El combustible susceptible de ser sustituido por gas natural es el petróleo residual 500 (46 000 tm/año). La planta generadora Shougesa tiene una potencia de 67,2 MW con tres turbinas a vapor. Los combustibles que pueden sustituirse por gas natural son el petróleo residual 500 y diesel 2 (usado sólo para el arranque de las turbinas). La construcción del gasoducto del ramal sur generaría ahorros anuales en combustibles próximos a los US\$ 8 500 000. Las reducciones anuales de CO₂ serían de 68 777 tm/año en el período 2004-2012 y la reducción acumulada sería de 672 239 tm de CO₂ equivalente. La conversión de estas industrias incrementaría en 14,7% el consumo del gas de Camisea. Mejora de eficiencia y conversión a gas natural de calderas industriales. En 1999 el CONAM y el MITINCI, con apoyo del PNUD, elaboraron un estudio de pre factibilidad que demostró que las calderas industriales son efectivamente una fuente importante de emisión de GEI y que éstas podrían ser objeto de un proyecto a través del futuro MDL, una vez que entre en vigor el Protocolo de Kioto.

➤ **Promoción de bosques eólicos**

A pesar de que el potencial de uso de esta tecnología en el Perú no es muy grande, existen lugares como la planicie de Sechura, la silla de Paita, la explanada de Malabrigo o la bahía de la Independencia, en los que el régimen de vientos lleva a pensar en los “bosques eólicos” como una

solución para proveer de energía a la red pública de electricidad. Así, se ha propuesto un programa de promoción de bosques eólicos para generación eléctrica entre los años 2006 y 2020 con el propósito de sustituir 70 MW termoeléctricos a diesel y residual ya existentes. El tiempo de duración del proyecto es de 40 años; el doble del proyecto a diesel. Las reducciones ascienden a 1,26 tm/KW de CO₂ equivalente. La reducción acumulada se estima en 903 712 tm de CO₂ equivalente. El beneficio adicional de esta opción es la reducción de la contaminación atmosférica local y de la importación de diesel. Por otro lado, es una manera conveniente de diversificar las fuentes energéticas.

b. Sector transporte

Debido a la falta de información sobre el sector transporte, los cálculos se basan en estimados, y algunos de ellos en informaciones de países vecinos. La necesidad de construir bases de datos y realizar estudios más precisos es imperiosa.

➤ Revisiones técnicas

En vista de que las revisiones técnicas pueden conseguir mejoras en la eficiencia energética de los vehículos, fueron evaluadas como una opción de mitigación, aunque se trata de una medida de mayor alcance en relación a otras emisiones dañinas y a la seguridad de los usuarios. El programa de revisiones técnicas se basará en el sistema de concesiones, donde los costos de la instalación y operación de los centros son pagados por los mismos dueños de los vehículos cada vez que se realiza la inspección. Los costos públicos son los relacionados con la administración del programa de fiscalización. La información procedente de las revisiones técnicas facilitará la identificación de factores de emisión y de consumo energético para el Perú. A partir de 1999 todos los vehículos entrarían a revisiones, dando lugar a una gran cantidad de reparaciones para poder aprobarlas. El primer año del programa de revisiones técnicas en Lima reduciría alrededor de 500 000 tm de CO₂, casi 4% de las emisiones nacionales debidas al subsector de transporte carretero. En el año dos, suponemos que el

programa ya se aplicaría a nivel nacional, de modo tal que las reducciones llegarían al 6% de las emisiones del sector, es decir una reducción de 835 000 tm de CO₂. El porcentaje de las emisiones se mantendría constante, representado una reducción sustantiva. La aplicación de las revisiones técnicas desde el año 1999 hasta el año 2020 implicaría una reducción de aproximadamente 23 754 000 tm de CO₂ equivalente. El programa de revisiones técnicas también es atractivo por sus impactos positivos en la reducción de la contaminación local, la mejora en la seguridad de los vehículos y también en el desarrollo de información sobre la calidad de la flota actual, factores de emisión y rendimiento específico para el caso peruano.

➤ **Construcción de ciclo vías**

Los costos públicos de un programa de este tipo requiere tanto de inversiones en infraestructura como de cambios políticos y culturales, para que tenga el efecto esperado en el largo plazo demandaría también la intervención en el planeamiento urbanístico, la creación de polos de atracción en la ciudad que contribuyan a disminuir las distancias de viaje y la variación de la localización residencial. Para calcular los efectos en las emisiones de CO₂ se utiliza las emisiones estimadas para la iniciativa de las revisiones técnicas para Lima en 1999 (escenario base sin revisiones técnicas). La ejecución del programa conduciría en el año 2020 a una reducción de casi 4 184 483 tm de CO₂, lo que representa una reducción del 15% sobre el escenario base del sector transporte. La reducción acumulada desde 1999 hasta el 2020 ascendería a 23 895 000 tm de CO₂ equivalente.

➤ **Retiro de vehículos antiguos del transporte público**

El transporte público en Lima se caracteriza por la sobreoferta de servicios y la antigüedad de los vehículos. Esta propuesta prevé el retiro definitivo de las camionetas rurales y buses con 20 o más años de antigüedad a través de la compensación a sus propietarios con un certificado transable o bono que podrán vender o entregar como parte de pago por un vehículo nuevo.

En este proyecto se supone que los vehículos tienen factores de emisión de y que la composición de la flota para el escenario base será la siguiente: el 78% de la flota de ómnibus y camionetas rurales son vehículos a diesel y el 22% son vehículos a gasolina. Con la ejecución del programa desde 1999 hasta el 2005, a un ritmo de reemplazo de 4200 vehículos por año, se lograría una reducción de 21,08 tm/vehículo de CO₂ equivalente. La reducción acumulada desde el inicio de este proyecto hasta el año 2010 se calcula en 3 719 000 tm de CO₂ equivalente. Entre los beneficios adicionales estarían la reducción del número de vehículos que operan en las calles y como consecuencia de ello, la disminución de la congestión y contaminación.

➤ **Conversión de taxis gasolineras a GLP**

El potencial de penetración del GLP en el transporte de Lima está determinado por la magnitud del parque automotor que funciona actualmente con gasolina y que puede disminuir sus costos de operación mediante su conversión a GLP. En razón de la distancia que recorren, los taxis son los indicados para este tipo de conversión. La vida de este proyecto es de doce años. Los vehículos susceptibles de conversión son aquellos que tienen menos de 20 años. El costo de inversión para realizar la conversión es de US\$ 800. La reducción de GEI por cada taxi convertido es de 2,31 tm de CO₂ equivalente. Esta opción considera la conversión de 24 000 taxis, por lo que se estima que la reducción acumulada sería de 388 505 tm de CO₂ equivalente. La conversión privada de las taxis a GLP depende de varios factores: El costo del GLP es menor que la gasolina; GLP está disponible; los servicios de mantenimiento son confiables; la inversión se recupera en menos de un año.

c. Sector de cambio de uso de la tierra y silvicultura

➤ **Café bajo sombra de árboles de madera valiosa**

En el Perú la actividad cafetalera no se realiza con tecnología avanzada. Los agricultores productores de café obtienen rendimientos de 12 quintales por hectárea, cuando los niveles de producción modernos sobrepasan los

80 quintales por hectárea. Este perfil ha sido ideado para áreas previamente deforestadas por la agricultura migratoria en la selva alta (la región amazónica más fuertemente alterada por esta actividad). El análisis se realizó para 100 ha. Los costos anuales contemplan los requerimientos de jornales, insumos, asesoría técnica y el precio de la tierra. Los ingresos consideran un precio promedio del quintal de café de US\$ 70 y un precio promedio del ulcumano u otra especie maderable valiosa de US\$ 135/m³. La captura de carbono que se obtiene de cultivar café bajo sombra de especies valiosas se debe a la disminución de la deforestación, la cual se logra al fijar la mano de obra rural en parcelas agrícolas de mayor productividad (207 jornales por día en comparación de los 126 jornales usados actualmente) y la menor erosión de los frágiles suelos de la Amazonia. Los cultivos bien manejados duran más de 20 años, mientras que los mal manejados duran menos de 5. La captura anual de CO₂ equivalente es de 440 tm y las emisiones netas anuales de CO₂ equivalente evitadas llegan a 3192 tm para las 100 ha analizadas. Así, en 20 años la reducción sería de 19 810 tm por 100 ha de café. El carbono capturado por esta opción de mitigación equivale a la deforestación evitada, y se descuenta a su vez el crecimiento de bosques secundarios asociados al proceso de deforestación. Para este proyecto se ha estimado una acumulación de 45 919 500 tm de CO₂ equivalente.

➤ **Establecimiento de un bosque de 126 000 ha de *Pinus radiata***

La unidad de análisis fue una plantación de 1800 ha de pino de rotación corta (18 años) con fines de producción de madera para astillas (chips), materia prima para la producción de celulosa para papel. Como posible área de trabajo se eligió el departamento de Cajamarca, aunque podrían considerarse otras zonas de igual potencial. Los costos incluyen la preparación del terreno, las operaciones silviculturales, los insumos, la asesoría y el monitoreo, así como el costo de oportunidad de la tierra. La forma de avance del desarrollo de la plantación está basada en sectores de 100 ha cada uno, en los que se aplica la tecnología disponible para acelerar al máximo el crecimiento de los árboles. Una de las barreras más

importantes que impide la realización de estos proyectos es la ausencia de créditos de largo plazo y la falta de títulos de propiedad debidamente inscritos. Se procedió a convertir el crecimiento esperado de la plantación en metros cúbicos en toneladas de biomasa, las mismas que se convirtieron después en toneladas de biomasa seca y toneladas de carbono capturadas. A partir del año 18, con la primera cosecha el total de carbono capturado se estabiliza. La captura de carbono en 18 años sería de 31 tm/1800 ha.

3.5. Actividades, proyectos y programas para combatir el cambio climático en el Perú

a. Proyectos en ejecución

Directorio Nacional. Cambio climático en el Perú (2008), indica los proyectos, estudios y avances nacionales para combatir el cambio climático en el Perú.

- Estudios sobre impacto en cuatro sectores: Transportes, Agricultura, Energía y Agua.
- Evaluación local integrada en dos cuencas prioritarias (Piura, Alto Mayo y Santa).
- Elaborar manual para apoyar a las regiones a elaborar sus estrategias de gestión del cambio climático.
- Mapa de vulnerabilidad a nivel nacional.
- Proyecto Regional Andino de Adaptación - PRAA (Cusco y Junín).
- Proyecto de Adaptación al Cambio Climático - PACC (Cusco, Apurímac).
- Estudio del Impacto económico del Cambio Climático en el Perú.
- Inversiones y Flujos financieros y cambio climático en sectores prioritarios (pesquería, agricultura, recursos hídricos).
- Plan de fortalecimiento nacional para el mecanismo REDD.

b. Proyectos MDL en el Perú, en el Marco del Protocolo de Kyoto

- El MINAM es la Autoridad Nacional Designada encargada de aprobar y expedir la Carta de Aprobación del País.
- Cuenta con un procedimiento para la aprobación de los proyectos MDL.
- En el procedimiento se evalúa sólo si “el proyecto contribuye al desarrollo sostenible del país”.

c. Avances del MDL a nivel nacional

- Una cartera de más de 130 proyectos MDL, que representan una inversión de más de US\$ 6,271 millones los cuales tienen un gran potencial de reducción de emisiones de GEI, calculado en 15955122 TCO2/año.
- Del total, 35 proyectos MDL han sido aprobados por MINAM, 18 Proyectos registrados, otros 12 en validación (1 forestal) y 1 Proyecto ha sido aprobado a nivel de Metodología, Proyecto Peruano de Cambio de Combustible a gas natural.
- Cinco proyectos MDL ya han recibidos los ingresos por la venta de Certificados de Reducción de Emisiones (CERs).
- También se aprobó el primer proyecto forestal a nivel nacional en Junio 2008, denominado, “Reforestación, producción sostenida y secuestro de carbono en la comunidad campesina José Ignacio Távara - Piura”.
- Según la revista “Point-Carbón”, el Perú se encuentra en el sexto lugar en el ranking de los países más atractivos para el MDL en el Mundo avanzando dos puestos del reporte anterior.

CONCLUSIONES Y APORTES

Conclusiones:

- ✘ EL cambio climático esta atribuido directa o indirectamente a actividades humanas que alteran la composición de la atmósfera mundial y que viene a añadirse a la variabilidad natural del clima observado durante períodos de tiempos comparables.
- ✘ Las fuente de gases de efecto invernadero es de origen natural, antropogenico; pero las principales fuentes que contribuye con los GEI es de origen humano como la quema de combustibles fósiles, uso de la energía eléctrica, basureros, ganadería, transporte y la industria.
- ✘ Los cambios en el clima afectarán a la salud humana, los ecosistemas terrestres y acuáticos y también los sistemas socioeconómicos. Sectores básicos en el desarrollo de la humanidad, como la agricultura, silvicultura, pesca y recursos hídricos son especialmente sensibles al cambio climático.
- ✘ Con el aumento de las temperaturas se espera un incremento de las enfermedades provenientes de una mala nutrición como diarreas, problemas cardio respiratorios, enfermedades infecciosas, incremento de la morbilidad y de la mortalidad por efecto de las olas de calor, inundaciones, sequías, y especialmente cambios en la distribución de los vectores de algunas enfermedades.
- ✘ En las reuniones internacionales realizado por los países desarrollados acordaron reducir sus emisiones entre un 25 y un 40 por ciento para el año 2020 y entre el 75 y 95 por ciento para el año 2050. También se ha sugerido que para el año 2020 los países en desarrollo restrinjan sus emisiones entre un 15 y un 30 por ciento respecto a la situación de partida y que para el año 2050 hayan disminuido sus emisiones en un 25 por ciento respecto al año 2000.
- ✘ El Perú es uno de los países más vulnerables ante los impactos del Cambio Climático” porque la Agricultura, pesquería, ganadería son vulnerables por ser actividades que dependen del clima, de fuentes hidroeléctricas (+ 70%),

disponibilidad del agua y limitados recursos financieros, técnicos, humanos y tecnológicos para apoyo a la adaptación.

- ✘ Es prioritario identificar la vulnerabilidad de nuestro país ante el cambio climático y plantear alternativas de adaptación, debemos actuar para garantizar la seguridad alimentaria, energética y asegurar la disponibilidad de agua, Adaptándonos lograremos desarrollarnos con sostenibilidad ambiental, en beneficio de la salud de la población y de la economía nacional.
- ✘ Como respuestas internacionales se ha dado varias reuniones y acuerdos pero entre los más importantes están el Convenio Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático con sede en Nueva York en mayo de 1992 y luego el protocolo de Kyoto que tuvo como objetivo central reducir el 5.2% de emisiones de GEI con respecto a los niveles de 1990 y un comercio de emisiones con los países industrializados.
- ✘ El 18 de noviembre del 2004 Rusia, que representa el 17,4% de las emisiones, aprueba el Protocolo, con lo que queda superado el 55% de emisiones requeridas en el tratado como condición para su entrada en vigor, luego el 16 de Febrero del 2005 entrada en vigor del protocolo de Kyoto con la ausencia de países contaminantes como EEUU y Australia. China e India, que junto con los anteriores, son los países que más contaminan del mundo, han ratificado el tratado, pero no están obligados a recortar sus emisiones por ser países en vías de desarrollo y se inaugura en Oslo la primera bolsa mundial para la compra venta de emisiones de CO₂.
- ✘ En el Perú se viene realizando acciones de mitigación con una serie de proyectos, programas y estudios de nuestro territorio que están en ejecución y elaboración respectivamente, en los diferentes sectores emisores de GEI como energético, industrial, cambio de uso de la tierra, ganadería y desechos a través del MINAG, autoridad nacional designado orientar y aprobar proyectos de MDL en el Perú.
- ✘ El Perú se encontraría entre los diez países más vulnerables ante eventos climáticos, lo que estaría asociado a la alta dependencia de algunas regiones a sectores sensibles al cambio climático, tales como el agrícola y el pesquero;

así como al bajo nivel institucional, que dificulta la planificación y ejecución de acciones de adaptación concretas.

- ✘ En el Perú, los principales efectos del cambio climático se asocian preliminarmente con el retroceso glaciar, el aumento de la frecuencia e intensidad del Fenómeno del Niño y la elevación del nivel del mar. En cuanto al primer efecto, los últimos 22 a 35 años se ha perdido el 22% de la superficie glaciar, lo que equivale a 10 años de consumo de agua en Lima. Asimismo, se proyecta que para el 2025 desaparecerán los glaciares peruanos con una elevación menor a los 5 500 metros sobre el nivel del mar.

Aportes:

- ✘ De acuerdo a la literatura revisada, si las emisiones de los gases de efecto invernadero continúan al ritmo actual, es previsible un calentamiento mundial de más de 4 grados centígrados en los próximos 100 años. Los impactos negativos aumentarían ya que el calor y el nivel del mar crecerán, al igual que las inundaciones, las tormentas intensas, las sequías, la escasez de agua, la escasez de comida, los problemas de salud y las alteraciones de los ecosistemas.
- ✘ Para aumentos de temperatura de 1 a 3,5° C, se prevé que los efectos sean positivos en algunos lugares y negativos en otros. Las consecuencias negativas serán más notables en las zonas tropicales, subtropicales y polares, mientras que las consecuencias positivas serán más frecuentes en las regiones templadas.
- ✘ El Perú genera el 0.4% de los gases de efecto invernadero (GEI) del planeta, casi como las emisiones de Nueva Zelanda o Dinamarca, sin embargo el PBI de Nueva Zelanda es 5 veces mayor que el del Perú, y el de Dinamarca es 4 veces más grande.
- ✘ El Perú está entre los países más vulnerables a los efectos del cambio climático por su ubicación en la región tropical y porque está expuesto a mayor radiación solar, es la zona andina más vulnerable por su variación altitudinal, mayor gradiente térmico y exposición a los climas extremos.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BM (Banco Mundial). 2009. Desarrollo con menos carbono, Respuestas Latinoamericanas al desafío del cambio climático y Estudios del Banco Mundial sobre América Latina y el Caribe. 38 p.

Castañeda. 2009. Cambio climático, Salud y alimentos. 18 p.

COMACOF. 2009. Comisión de Medio Ambiente del Colegio Oficial de Físicos Cambio climático hacia un nuevo modelo energético. Elaborado por Echagüe, Torrego, Rodríguez, Madroñero y Herrera. 116 p.

CONAM. 1999. Perú: Vulnerabilidad Frente al Cambio Climático. Aproximaciones a la experiencia con el fenómeno El Niño. 6 p.

CONAM. 2001. Comunicación Nacional del Perú a la convención de naciones unidas sobre cambio climático. Elaborado por Iturregui, Seminario y Encinas Primera comunicación. 155 p.

CONAM. 2003. Estrategia Nacional de Adaptación al Cambio Climático. 12 p.

CONAM. 2005. Evaluación Local Integrada y Estrategia de Adaptación al Cambio Climático en la Cuenca del Río Piura. 78 p.

CONAM; Torres. 2005. Futuro del Perú ante el cambio climático. 18 p.

Contreras A. 2005. Impactos, vulnerabilidad, mitigación y adaptación al cambio climático en los recursos hídricos. 78 p.

García. 2007. Impactos del cambio climático en las áreas urbanas y rurales. 13 p.

Geng, L. 2007. El futuro del Perú ante el cambio climático. 79 p.

Gómez, 2009. Efectos del Cambio Climático en los Andes del Perú. Caso de la Comunidad Campesina de Quero Junín. 19 p.

IPCC Cambio climático. 2001. Impacto, adaptación y vulnerabilidad. Ginebra: Consecuencias medioambientales, sociales y económicas del cambio climático, así como las respuestas de adaptación potenciales. También referentes a la

sensibilidad, capacidad adaptativa y vulnerabilidad, por parte de los sistemas natural y humano, ante el cambio climático, así como de los efectos posibles y las opciones de adaptación a escala regional y mundial Cambio climático, vulnerabilidad, prevención y mitigación. 120 p.

ITDG. 2008. Cambio Climático en el Perú. 138 p.

Maruja & Gallardo. 2008. Directorio Nacional. Cambio climático en el Perú: instituciones, investigadores, Políticas, programas, proyectos y recopilación bibliográfica. Primera aproximación 2008 - Lima. Soluciones Prácticas – ITDG. 132 p.

MEM. 1999. Plan Nacional de Adaptación al Cambio Climático en el Marco para la Coordinación entre Administraciones Públicas para las actividades de evaluación de impactos, vulnerabilidad y adaptación al cambio climático. 59 p.

MIMAM. 1999. Libro Blanco de la Educación Ambiental de España. 120 p.

MINAM. 2008. El cambio Climático en el Perú. 38 p.

MINAM. 2010. Vice ministerio de desarrollo estratégico de recursos naturales dirección general de cambio climático, desertificación y recursos hídricos plan de acción de adaptación y mitigación frente al cambio climático. 103 p.

Moreno, J. M. 2005. Evaluación preliminar de los impactos en España por efecto del cambio climático. MIMAM. 34 p.

Paz M; Mc Kenzie M. 2008. Adaptación al cambio climático, el nuevo desafío para el desarrollo en el mundo. An Environment & Energy Group Publication Lisa, 21 p.

Polo. 2009. Cambio Climático: Causas, Aspectos Físicos, Efectos. 55 p.

Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente y Oficina Regional para América Latina y el Caribe (PNUMA & ORPALC). 2005. Proyecto de ciudadanía ambiental global. 33 p.

Saiz. 2005. Cambio climático y protocolo de Kioto. Efectos sobre el empleo, la salud y el medio ambiente. 14 p.

Sánchez. 2007. El Cambio Climático en el Perú. 8 p.

Vargas. 2009. El Cambio climático y sus efectos en el Peru.59 p.

Vásquez. 2004. Consecuencias del cambio climático en la salud de la población mundial. 60p.

ANEXO

ANEXO 1: SIGLAS

CERs	: Certificados de Reducción de Emisiones
CFC's	: Clorofluorcarbonos
CH4	: Metano
CNCC	: Comisión Nacional de Cambio Climático
CO2	: Dióxido de Carbono
COMACOF	: Comisión de Medio Ambiente del Colegio Oficial de Físicos
CONAM	: Consejo Nacional del Ambiente
CONCYTEC	: Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología
CONFIEP	: Confederación Nacional de Instituciones Empresariales Privadas.
FAO	: Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación
FONAM	: Fondo Nacional del Ambiente
GEI	: Gases de Efecto Invernadero
HFC	: Hidrofluorcarbonados
HFC's	: Hidrofluor carburos
IDEA	: Instituto de Estudios ambientales
IGN	: Instituto Geofísico Nacional
IIAP	: Instituto de Investigación de la Amazonía Peruana
IMARPE	: Instituto del Mar del Perú
INDECI	: Instituto Nacional de Defensa Civil
INGEMMET	: Instituto Geológico Minero y Metalúrgico
INRENA	: Instituto Nacional de Recursos Naturales
IPCC	: Panel Intergubernamental sobre Cambio Climático
MDL	: Mecanismos de Desarrollo Limpio

MEF : Ministerio de Economía y Finanzas

MEM : Ministerio de Energía y Minas

MINAM : Ministerio del Ambiente

MTC : Ministerio de Transportes y Comunicaciones

NOx : Óxido Nitroso

O3 : Ozono

ONG : Organización No Gubernamental

PACC : Proyecto de Adaptación al Cambio Climático

PFC : Perfluorocarbonados

PFC's : Perfluoro carburos

PNUD : Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo

PNUMA & ORPALC : Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente y Oficina Regional para América Latina y el Caribe

PRAA : Proyecto Regional Andino de Adaptación

PROCLIM : Programa Nacional para el Cambio Climático y la Calidad del Aire

SENAMHI : Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología

SF6 : Hexafluoruro de azufre