C L A S I F I C A D O

ALCALDIA MAYOR DE BOGOTÁ D.C.

_____

FONDO DE PREVENCIÓN Y ATENCIÓN DE EMERGENCIAS

F O P A E

HUMBERTO GONZÁLEZ MARENTES
Calle 152 No. 48-04
BOGOTÁ, COLOMBIA

INFORME: LA CONCEPTUALIZACION SOBRE LA VARIABILIDAD CLIMATICA (NIÑO, NIÑA) Y CAMBIO CLIMATICO COMO HERRAMIENTA DE PLANIFICACION PARA EL SDPAE

CONTRATO 188 DE 2010

ORIGINAL

20 DE JULIO DE 2010

Nota especial: "De acuerdo con el artículo 20 de la Ley 23 de 1982, los Derechos de Autor pertenecen al DPAE. La solicitud de reproducir este documento total o parcialmente, se debe dirigir por escrito al Director del DPAE".

	ALCALDIA MAYOR DE BOGOTÁ D.C. **FONDO DE ATENCIÓN Y PREVENCIÓN DE EMERGENCIAS** **F O P A E**

TÍTULO: INFORME: LA CONCEPTUALIZACION SOBRE LA VARIABILIDAD CLIMATICA (NIÑO, NIÑA) Y CAMBIO CLIMATICO COMO HERRAMIENTA DE PLANIFICACION PARA EL SDPAE

AUTOR: HUMBERTO GONZÁLEZ MARENTES – CONTRATISTA

RESUMEN: El presente Informe tiene como objetivo clarificar los conceptos de variabilidad climática y cambio climático, haciendo hincapié en la necesidad que tienen nuestras comunidades de entender en primer lugar, los efectos en el clima de los fenómenos EL NIÑO y LA NIÑA y posteriormente el concepto de CAMBIO CLIMATICO. Se da una explicación de estos fenómenos, su formación y afectación y en el caso del concepto CAMBIO CLIMATICO, además de la explicación de la generación del mismo, una ilustración de los términos como mitigación y adaptación.

Lo anterior con el objetivo de incorporar las opciones de adaptación y en particular las que tienen afinidad con las funciones de la DPAE en la planificación del SDPAE como el mejoramiento y expansión de los sistemas de alerta temprana de la ciudad de Bogotá que se perfila como una opción de la DPAE para la adaptación al cambio climático. Existen por supuesto otras opciones como el mejoramiento y expansión de los sistemas de transporte urbano, creación de más zonas verdes, uso racional de la energía y el agua etc., protección de las coberturas boscosas y páramos, que también son opciones válidas para la ciudad capital.

PALABRAS CLAVE: fenómeno EL NIÑO, fenómeno LA NIÑA, Variabilidad climática, Cambio Climático, Mitigación y Adaptación al Cambio Climático.

TÉRMINOS PARA GLOSARIO E ÍNDICE: Adaptación, Amenaza, Cambio climático, Efecto Invernadero, EL NIÑO, EL NIÑO – Oscilación del Sur, Escenarios de emisiones, Gases de efecto invernadero, LA NIÑA, Mitigación, Modelo climático.

Clasificación de seguridad	**CONTRATO**	**IDIOMA**	**NÚMERO DE PÁGINAS**	**NÚMERO DE COPIAS**
CLASIFICADO	188 DE 2010	ESPAÑOL	73	1

NOTAS Y OBSERVACIONES: El presente Informe es la versión Final

Tabla de contenido

INTRODUCCIÓN **7**

CONCEPTO DE VARIABILIDAD CLIMATICA **9**

CAMPOS MEDIOS METEOROLÓGICOS EN EL OCÉANO PACÍFICO SUR 11

CAMPOS MEDIOS OCEANOGRÁFICOS EN EL OCÉANO PACÍFICO TROPICAL 14

EL CICLO EL NIÑO/OSCILACION DEL SUR (ENOS) **17**

FENOMENO EL NIÑO **19**

FENOMENO LA NIÑA **21**

EL NIÑO Y LA NIÑA EN COLOMBIA **22**

EL NIÑO Y LA NIÑA EN BOGOTA D.C. **24**

SISTEMA CLIMATICO DE LA TIERRA **24**

EFECTO INVERNADERO 25

EMISIONES GLOBALES DE GEI **25**

EMISIONES NACIONALES DE GEI **27**

CONCEPTO DE CAMBIO CLIMATICO **29**

EVIDENCIAS GLOBALES Y REGIONALES DE CAMBIO CLIMATICO **30**

EVIDENCIAS DE CAMBIO CLIMATICO EN COLOMBIA **33**

ESCENARIOS CLIMATICOS GLOBALES **33**

ESCENARIOS CLIMATICOS REGIONALES **37**

ESCENARIOS CLIMÁTICOS REGIONALES PARA COLOMBIA 37

ESCENARIO CLIMÁTICO REGIONAL PARA BOGOTÁ D.C. 41

DOS FRENTES PARA ATACAR EL CAMBIO CLIMATICO: MITIGACION Y ADAPTACION **43**

MITIGACION DEL CAMBIO CLIMATICO **44**

ACTIVIDADES DE MITIGACION DEL CAMBIO CLIMATICO EN COLOMBIA **46**

REDUCCIÓN DE EMISIONES GEI EN BOGOTÁ 48

VULNERABILIDAD AL CAMBIO CLIMATICO EN COLOMBIA **49**

ADAPTACION AL CAMBIO CLIMATICO **51**

LOS SISTEMAS DE ALERTA TEMPRANA SAT COMO ESTRATEGIA DE ADAPTACIÓN A LA VARIABILIDAD CLIMÁTICA Y AL CAMBIO CLIMÁTICO 56

LINEAMIENTOS PARA LA ADAPTACIÓN EN COLOMBIA **57**

LINEAMIENTOS DE CAMBIO CLIMATICO PARA BOGOTA D.C. **58**

CONSIDERACIONES 58

OBJETIVOS DE LA POLÍTICA DE CAMBIO CLIMÁTICO 60
Línea de trabajo 1 - Mitigación *60*
Qué se ha hecho para mitigar las emisiones *61*
OPCIONES DE MITIGACIÓN HACIA EL FUTURO 61
Línea de trabajo 2 - Amenaza, vulnerabilidad y riesgo *62*
Qué se ha hecho en el tema de amenaza, vulnerabilidad y riesgo *62*
Opciones de amenaza, vulnerabilidad y riesgo hacia el futuro *62*
Línea de trabajo 3 - Adaptación al cambio climático *63*
Qué se ha hecho en el tema de adaptación *63*
Opciones de adaptación hacia el futuro *63*
Línea de trabajo 4 - Desarrollo de capacidades *66*
Qué se ha hecho en el tema de desarrollo de capacidades *66*
Opciones de Desarrollo de capacidades hacia el futuro *66*
Línea de trabajo 5 - Educación pública y gestión interinstitucional *66*
Qué se ha hecho en el tema de educación pública y gestión interinstitucional *66*
Opciones de Educación pública y gestión interinstitucional *67*
Qué se debe hacer en Educación Pública y Gestión Interinstitucional *67*
ANEXOS **68**
BIBLIOGRAFIA **70**

G L O S A R I O

Adaptación

Es un ajuste en los sistemas humanos o naturales en respuesta a los estímulos climáticos actuales o esperados o sus efectos, que modera los perjudiciales o explota las oportunidades benéficas.

Amenaza

Es la probabilidad de ocurrencia de un suceso potencialmente desastroso en un período de tiempo, en un sitio dado.

Cambio climático

El cambio del clima 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 observada durante periodos de tiempo comparables.

Efecto Invernadero

El efecto invernadero natural es la acumulación de calor en la atmósfera de la tierra que le ha permitido a la Tierra hasta hace poco tener una temperatura promedia global alrededor de los 16°C. El calentamiento adicional y futuro de la atmósfera por emisiones de gases producto de las actividades humanas ha causado y causará un efecto invernadero adicional.

EL NIÑO

Fenómeno de variabilidad climática provocado por el calentamiento anormal del océano Pacífico tropical que altera a nivel mundial el comportamiento de la lluvia y de la temperatura. En Colombia generalmente se reducen las lluvias.

EL NIÑO Oscilación del Sur

Fluctuación coherente de gran escala en el océano Pacífico tropical de las temperaturas oceánicas, la precipitación, la circulación atmosférica, los movimientos verticales y la presión mediante la interrelación de dos fenómenos: El Niño o La Niña y la “Oscilación del sur”.

Escenarios de emisiones

Son las probables emisiones futuras de gases de efecto invernadero (GEI) resultado del producto de muy complejos sistemas dinámicos, determinado por fuerzas tales como el crecimiento demográfico, el desarrollo socioeconómico o el cambio tecnológico (IPCC).

Gases de efecto invernadero

Se agrupan bajo este concepto el dióxido de carbono (CO_2), metano (CH_4), óxido nitroso (N_2O), hidrofluorocarbonos (HFC), perfluorocarbonos (PFC), hexafluoruro de azufre (SF_6), hidroclorofluorocarbonos (HCFC), clorofluorocarbonos (CFC), el precursor de aerosoles y los gases químicamente activos dióxido de azufre, (SO_2), monóxido de carbono (CO), óxidos de nitrógeno (NOx), y compuestos orgánicos volátiles distintos del metano (COVDM).

LA NIÑA

Fenómeno de variabilidad climática provocado por el enfriamiento anormal del océano Pacífico tropical que altera a nivel mundial el comportamiento de la lluvia y de la temperatura. En Colombia generalmente se reducen las lluvias.

Mitigación

Todas las opciones que llevan a la limitación, reducción o estabilización de las emisiones de gases de efecto invernadero a la atmósfera por las actividades humanas

Modelo climático

Es una estimación de las condiciones climáticas más probables generalmente expresada en forma de anomalías positivas o negativas en lo relacionado con la precipitación y la temperatura en las próximas décadas de acuerdo con un escenario de emisiones.

Variabilidad climática

Es un término usado para describir un rango de condiciones meteorológicas que, promediadas juntas, describen “el clima” de una región.

Vulnerabilidad

Es el grado de pérdida de un elemento o grupo de elementos bajo riesgo, resultados de la probable ocurrencia de un evento desastroso.

INTRODUCCIÓN

Entre las diferentes amenazas que ha enfrentado la humanidad y que se convirtieron en desastres, las de carácter hidrometeorológico y climático se caracterizan por su mayor frecuencia en comparación con las geológicas o biológicas, de acuerdo con las estadísticas que se llevan a nivel mundial. (Véase gráfico 1). La información también indica que el número de desastres hidrometeorológicos mantiene una tendencia ascendente en las últimas décadas. La mayoría de ellos obedecen a causas naturales asociadas a la variabilidad climática de diferentes escalas temporales y espaciales pero en los últimos años han aparecido evidencias en el sentido que varios de ellos están asociados a las actividades humanas, algunas no planeadas y a la modificación del entorno y se señala al cambio climático como el responsable de estas anomalías. Las pérdidas por los desastres de origen natural se han disparado en las últimas décadas, coincidiendo con el incremento de gases del efecto de invernadero (GEI) por las actividades humanas

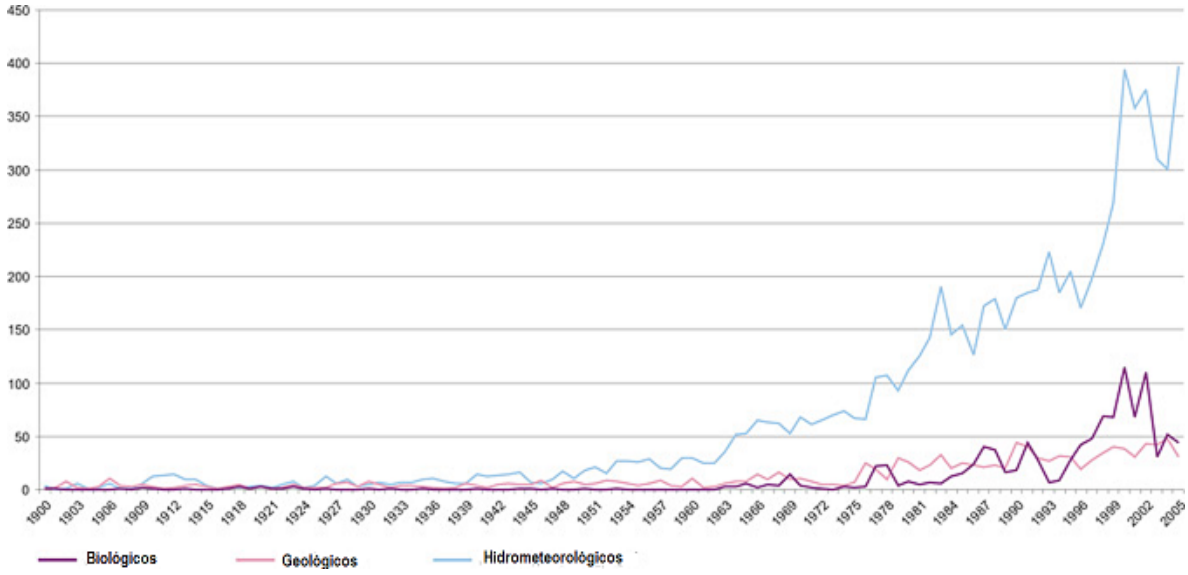


Gráfico 1. Incremento de los desastres a nivel global (1900 – 2005) Tomado de EM/DAT: The OFDA/CRED International Database. Tomado de http://www.unisdr.org/disaster-statistics/occurrence-trends-century.htm

Los costos de los desastres podrían llegar en un solo año a USD$ 1 trillón de dólares para el 2040[1]. En el fondo los patrones de comportamiento humano intentan cambiar espacial y temporalmente las amenazas. Actividades antrópicas que ocurren en nuestras ciudades como la creación artificial de

[1] UNFCCC. Climate Change. Impacts, vulnerabilities, and adaptation in developing countries , 2007 en el sitio http://unfccc.int/resource/docs/publications/impacts.pdf

rellenos, la alteración de drenajes para ocupación habitacional y la extracción de agua subterránea de manera no planificada agravan las tensiones del cambio climático.

Hoy la amenaza del cambio climático es real y el calentamiento global, tanto de la atmósfera como del océano es un verdadero reto para la humanidad que está obligada a buscar opciones para la supervivencia. Quizás algunas comunidades saldrán adelante, probablemente las más preparadas pero otras pueden quedar atrás en el camino en medio de los ejércitos de "refugiados ambientales "que crecen de manera callada pero sostenible. De acuerdo con Myers (2005) y citado por el UNFCCC en el 2005 había 20 millones de refugiados ambientales, para el 2010 la cifra podía subir a 50 millones y para el 2050 puede llegar a 150 millones.

A menudo se confunde la variabilidad climática (que es natural y ocurre todos los años) con el cambio climático. Muchos de los fenómenos extremos actuales de la variabilidad climática podrían aumentar su violencia y su frecuencia con el cambio climático. Por eso se hace necesario precisar estos conceptos y a este objetivo apunta el presente Informe, que para la DPAE en su tarea de prevenir a la comunidad capitalina es de su interés. Sin presenciar todavía un cambio climático generalizado, los fenómenos propios de la variabilidad climática como EL NIÑO y LA NIÑA producen daños materiales permanentes en Colombia que se repiten año tras año. El país requiere adaptarse en primer lugar a los fenómenos extremos de la variabilidad climática, etapa ya recorrida por los países más avanzados y luego estas experiencias servirán para la adaptación al cambio climático. El laboratorio que monta la naturaleza cuando hay NIÑO en Colombia, podría ser el prototipo reducido espacial y temporalmente de un cambio climático. SI aprendemos de EL NIÑO y LA NIÑA podemos adaptarnos mejor al cambio climático.

En atención a que en Colombia no hay todavía una suficiente cultura en el tema del clima, es muy frecuente escuchar y oír, atribuirle al cambio climático la ocurrencia de muchos de los fenómenos que comúnmente se presentan en las temporadas invernales o secas como las inundaciones, granizadas, vendavales, incendios forestales etc., fenómenos que son naturales y que además pueden aumentar o bajar su frecuencia bajo los fenómenos globales EL NIÑO o LA NIÑA. A esta equivocación contribuye por supuesto la incertidumbre asociada a la frecuencia de ocurrencia de fenómenos por ausencia de registros, series hidrometeorológicas cortas que difícilmente muestran tendencias o inexistencia de información para algunos sitios. Es algo que el país debe trabajar hacia el futuro. Pero por supuesto hay algunas evidencias y muy inequívocas como el retroceso de los glaciares o los cambios en la temperatura media que muestran el verdadero CAMBIO CLIMATICO. Las amenazas climáticas que deben entenderse como fenómenos que pueden estar presentes durante muchos meses o años pueden convertirse en germen de desastres que afecten la salud de las personas, su bienestar socioeconómico, la seguridad alimentaria, de no reducirse la vulnerabilidad que es muy cambiante.

En razón a estas circunstancias el presente Informe intenta explicar estos conceptos en el contexto global, nacional y en la medida de las posibilidades en el contexto del Distrito Capital de Bogotá. El esclarecimiento de estos conceptos científicos es clave ahora que se debaten las medidas de de mitigación y adaptación ante los cambios climáticos esperados con impactos en todos los sectores productivos del país.
Un país preparado en el tema de la prevención de desastres es un país que puede enfrentar con mayor éxito los cambios climáticos futuros, por lo tanto la adaptación al cambio climático debe involucrar el mejoramiento de los sistemas de monitoreo, vigilancia, pronóstico y alerta, y todas las actividades de gestión del riesgo que realiza la Dirección de Prevención y Atención de Emergencias DPAE.

El sistema climático de la tierra ha estado determinado durante muchos milenios por **forzantes internos** que actúan en el sistema climático de la tierra compuesto por la hidrósfera, la atmósfera, la criósfera, la litósfera y la biósfera, de la cual hace parte el reino animal y vegetal y los humanos y por **forzantes externos** a la tierra.
Como resultado de esa interacción de esos forzantes a través de muchos siglos, el clima ha estado cambiando. Aunque el clima ha estado siempre variando, una de las interacciones naturales ocurre en la interface entre la atmósfera y la hidrósfera y da origen a los fenómenos naturales EL NIÑO o LA NIÑA, que no son cambio climático pero que si están siendo modificados por el cambio climático.

CONCEPTO DE VARIABILIDAD CLIMATICA

El Grupo Intergubernamental de Expertos sobre Cambio Climático IPCC2 tiene como definición de clima más simple el "promedio de los estados del tiempo" o, si se quiere ser más riguroso, como “una descripción estadística del tiempo en términos de valores medios y de variabilidad de las parámetros de interés sobre períodos de tiempo de meses, a miles o millones de años. El período clásico para promediar estas variables es de 30 años, según la definición de la OMM3. Dichas cantidades son casi siempre variables de superficie (por ejemplo, temperatura, precipitación o viento), aunque en un sentido más amplio el "clima" es el estado del sistema climático, incluyendo una descripción del mismo.

[2] IPCC corresponde a las siglas en inglés del Grupo Intergubernamental de Expertos sobre Cambio Climático, organización creada en el seno de Naciones Unidas por el Programa de Naciones Unidas para el Medio Ambiente PNUMA y La Organización Meteorológica Mundial OMM para tratar el tema científico del Cambio Climático, sus impactos probables y las medidas de mitigación y adaptación que deberían tomarse.

[3] OMM Organización Meteorológica Mundial, máxima autoridad en las áreas de Meteorología e Hidrología Operativa

Cuando se habla del estado del tiempo o del clima, siempre hay que tener en cuenta la principal característica del mismo como lo es su variabilidad. Y esto es así por cuanto existen muchos fenómenos, cada uno con dimensiones diferentes en metros, cientos de kilómetros o miles de kilómetros y con tiempos diferentes de vida que van de segundos a minutos, días, meses, años y décadas. Adicionalmente los fenómenos pequeños están inmersos en fenómenos más grandes, interactuando entre sí y compartiendo por recursos de energía y masa. De esta manera, existen en la naturaleza los fenómenos de **microescala** como los pequeños vórtices y remolinos y de escala espacial de algunos metros y tiempo de vida de segundos a minutos; de **mesoescala** que son de algunos metros hasta decenas de kilómetros, como las tormentas eléctricas, las granizadas, los vendavales, los tornados o trombas marinas y tiempos de vida de minutos a horas y otros fenómenos como las brisas marinas y las circulaciones montaña-valle con tiempos de vida de horas a días. Existen también fenómenos de mayor escala espacial, llamados de **escala sinóptica**, de centenas de kilómetros hasta 2000- 3000 kilómetros y con tiempos de vida entre algunos días a una semana o mas y que comprende fenómenos como los ciclones tropicales en todas sus etapas como depresión tropical, tormenta tropical y huracán; los sistemas frontales y los sistemas de alta y baja presión atmosférica. Existen también fenómenos de **escala global** como las ondas intraestacionales, EL NIÑO y LA NIÑA que pueden llevar a sequías prolongadas de varios meses o a inundaciones severas e incluso fluctuaciones climáticas en escalas de tiempo estacional, multianual, decadal o incluso de varios siglos. Para el caso de los fenómenos de **escala decadal** están los ejemplos de la oscilación decadal del Pacífico, PDO por su sigla en inglés y la era de intensa o baja actividad de los huracanes.

La variabilidad climática se mide con frecuencia comparando las condiciones meteorológicas u oceanográficas observadas en períodos de tiempo de meses, trimestres, años, décadas etc., con las condiciones medias calculadas con base en series históricas de mayor período de tiempo, generalmente series de 30 años, de acuerdo con recomendaciones de la Organización Meteorológica Mundial. Es así como por ejemplo podemos tener la distribución media anual de la precipitación mensual para un punto seleccionado que permite observar la variabilidad climática estacional de la precipitación, a lo largo de un año, para este caso. Se puede también ver la variabilidad climática interanual para diferentes temporadas invernales o secas en Bogotá, etc., recopilando muchos años de información. Podemos analizar también la variabilidad de la precipitación de un año a otro.

Si analizamos con detalle el comportamiento de los fenómenos mayores de mesoescala y de escala global, hay un transporte de humedad y calor de un sitio a otro buscando de alguna manera un cierto equilibrio e intentar homogenizar las diferencias de temperatura y de humedad, en una dinámica constante pero en algunos casos, ante la presencia de ciertos patrones atmosféricos que pueden ser persistentes, que disminuyen la dinámica atmosférica, se puede producir exceso o déficit de humedad o temporadas frías o calurosas. Ejemplo de esto podría ser una temporada de lluvias,

excesivamente lluviosa y fría por efecto de LA NIÑA o una temporada seca excesivamente seca y calurosa por efecto de EL NIÑO.

Los fenómenos de escala espacial global como EL NIÑO y LA NIÑA se desarrollan en el océano Pacífico que es el más grande del mundo y que en alto grado guarda los secretos del clima de los siguientes meses. Estos fenómenos representan los extremos de un fenómeno climático mayor conocido como EL NIÑO/OSCILACION DEL SUR (ENOS). Están con frecuencia asociados a cambios en la circulación atmosférica en áreas de mayor extensión que la región afectada. A veces estas características persistentes de circulación ocurren simultáneamente sobre vastas zonas que resultan en tiempo anormal, y comportamiento anómalo de la temperatura y de la precipitación a escala global.

Precisamente para entender la variabilidad climática y entender fenómenos como el ENOS y el Cambio Climático debemos conocer las características medias de los elementos meteorológicos y oceanográficos en el océano Pacífico como sitio de formación de EL NIÑO y LA NIÑA y otras características generales de la circulación atmosférica. Al describir las características medias trimestrales del estado del océano Pacífico tropical en superficie y en la capa superior del océano, y las condiciones meteorológicas medias en la atmósfera, se puede establecer un ciclo anual muy significativo en la mitad oriental del océano durante el transcurso del año en comparación con la parte occidental.

Campos medios meteorológicos en el Océano Pacífico sur

Presión atmosférica

La presión atmosférica media en el océano Pacífico no es homogénea ni zonal, ni meridionalmente a lo largo de los meridianos. Estas diferencias de presión crean las corrientes de viento, y estas a su vez crean las corrientes marinas, lo que finalmente crea una variabilidad climática entre el oriente y el occidente. Existe en esta parte del océano Pacífico una oscilación en los valores de la presión atmosférica entre la parte oriental y la parte occidental. En el océano Pacífico suroriental normalmente está localizada una zona de alta presión atmosférica denominada el “anticiclón tropical del océano Pacífico sur”. Como en todo sistema de alta presión atmosférica, el viento sale de su interior hacia el exterior, rotando en sentido contrario a las manecillas del reloj, dando origen a los vientos alisios procedentes del sureste. En el interior del anticiclón se presentan movimientos verticales descendentes en la atmósfera, que impiden el desarrollo de la nubosidad sobre la zona marina y en la propia costa peruana. Por el contrario, en el océano Pacífico tropical suroccidental y en Indonesia se halla una zona de presión atmosférica baja donde confluyen los vientos, se crea una convergencia que produce movimientos ascendentes, que llevan a la formación de nubosidad y lluvias. Cada uno de estos sistemas atmosféricos, cambia su intensidad a lo largo del año. El sistema anticiclónico del hemisferio sur tiene su máxima intensidad en los meses de julio y agosto.

Colectivamente, estas condiciones reflejan una circulación a lo largo de los paralelos llamada **circulación ecuatorial de Walker (celda de Walker)**, que es una característica primaria de circulación de gran escala a través del Pacífico. Esta circulación, en consecuencia, tiene una rama ascendente en el Pacífico occidental, un flujo de de viento de oeste a este en los niveles altos de la tropósfera, una rama descendente en la parte oriental frente a la costa peruana, y vientos de este a oeste en los niveles inferiores, que son los vientos alisios.

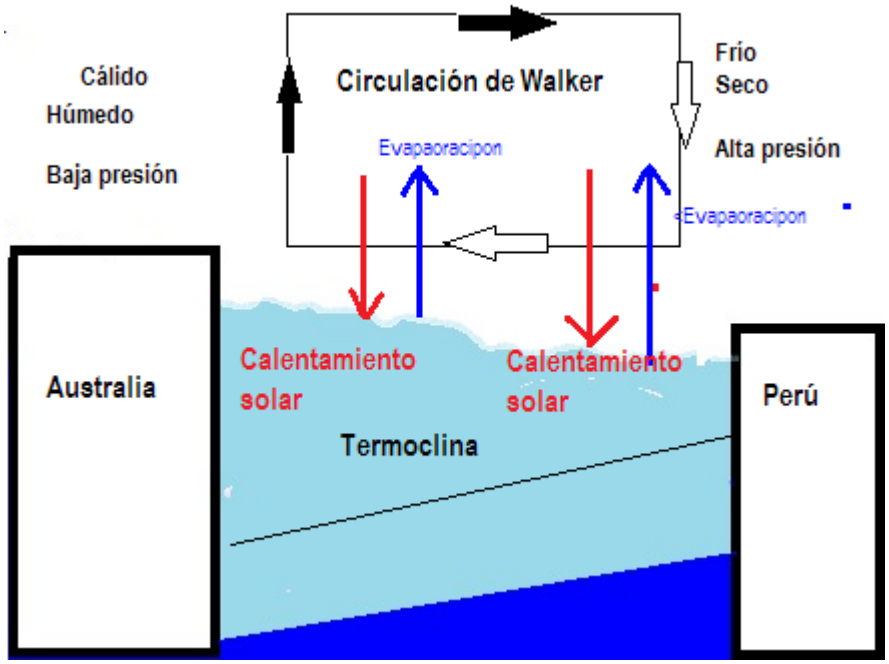


Gráfico 2. Funcionamiento de la circulación zonal de Walker:

Viento en superficie

En los niveles inferiores de la atmósfera ecuatorial central del océano Pacífico soplan los vientos alisios que confluyen allí, procedentes de los dos hemisferios. Provienen de la dirección oriente y soplan en dirección hacia el occidente. Son los alisios del nordeste y los alisios del sureste que convergen cerca del ecuador geográfico y que llevan aguas más frías hacia el occidente, provocando una acumulación de masa en ese sector e impidiendo el movimiento de las aguas cálidas, propias de ese sector hacia el oriente. Esta es la condición normal. Los vientos alisios del sureste frente a la costa peruana son más intensos en los meses de julio – agosto y muy débiles en enero – febrero, cuando la zona de convergencia intertropical esta sobre la zona ecuatorial. A esto algunos meteorólogos llaman el" flujo zonal de este". Hay que tener en cuenta que debido a la rotación de la tierra los vientos alisios que originalmente se dirigen hacia el ecuador son desviados

hacia la derecha en el hemisferio norte y hacia la izquierda en el hemisferio sur. Esta es el comportamiento medio de las corrientes de aire en las capas bajas de la atmósfera.

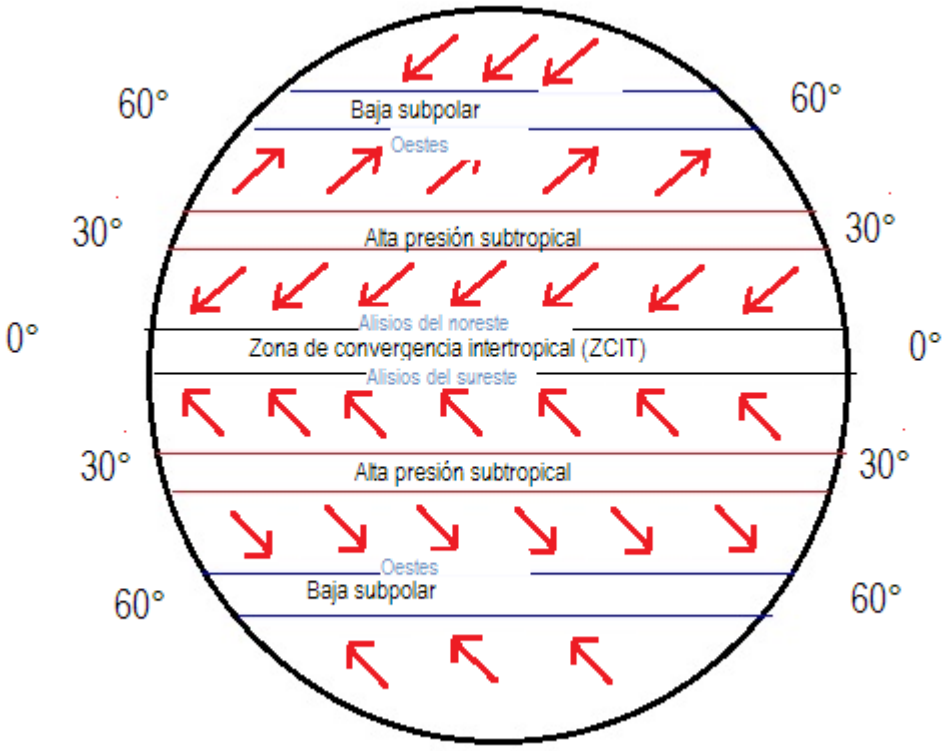
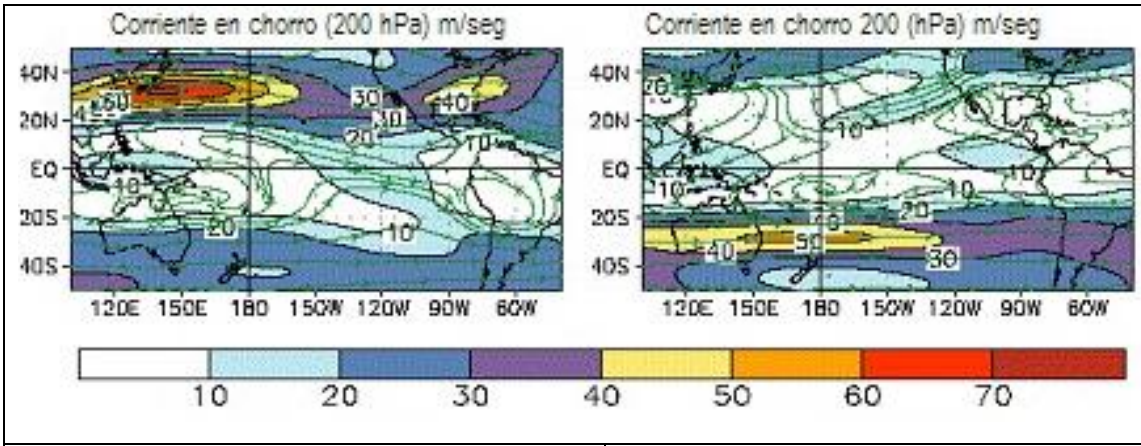


Gráfico 3. Descripción abreviada de la circulación general de la atmósfera y principales sistemas meteorológicos

Viento en altura

La configuración promedia de los vientos en la tropósfera tropical es la siguiente. Mientras que en los niveles bajos el flujo predominante del viento es del este (oriente) en dirección hacia el oeste (occidente); en altura, por encima de los 9 kilómetros los vientos soplan normalmente de la dirección contraria, es decir de oeste (occidente) a este (oriente). En latitudes medias esta circulación la llaman denominan “vientos zonales del oeste”.

En la propia zona ecuatorial estos vientos no son muy intensos, a diferencia de lo que ocurre en las latitudes medias pero en los bordes de la zona tropical (30°N – 30° S de latitud) se presentan los máximos de viento denominados “corrientes en chorro subtropicales” que tienen su máximo en los meses de invierno de cada hemisferio. (Ver gráfico 4.)



DICIEMBRE - FEBRERO	JUNIO- AGOSTO

Gráfico 4. Distribución media de los vientos superiores de la atmósfera a una altura de 10 kilómetros. Panel izquierdo: en el invierno del hemisferio norte. Panel derecho: en el invierno del hemisferio sur. En tonos rosados se destaca la posición media de las corrientes en chorro. Fuente: NOAA

En el invierno de cada hemisferio, las corrientes del tipo "jet" son más activas y de mayor intensidad y se extienden más hacia el oriente del océano Pacífico (al este de la línea de cambio de fecha), lo cual está relacionado con el contraste de temperaturas en el invierno de cada hemisferio. Estas corrientes en chorro subtropicales en consecuencia controlan los patrones de comportamiento del tiempo en el invierno de cada hemisferio y las trayectorias de los sistemas de baja presión atmosférica en las latitudes medias tanto en Norte América como en Suramérica.

Precipitación

Las temperaturas oceánicas en el Pacífico tropical determinan de manera significativa los patrones de precipitación tropical y de la actividad nubosa convectiva. La precipitación más intensa y la mayor nubosidad se registran en el Pacífico tropical occidental donde está ubicada Indonesia, Java, Borneo y Tailandia Es de destacar que la región de Indonesia – Filipinas es una de las regiones más lluviosas del mundo. Igualmente la región Pacífica de Colombia es la zona más lluviosa de Suramérica y una de las más lluviosas del mundo. Por el contrario en la parte oriental del Pacífico en los bordes de la zona tropical se ubican zonas muy áridas y de escasa precipitación como lo es el norte de Méjico y la zona limítrofe norte de Chile-sur del Perú donde se ubica el desierto de Atacama.

Campos medios oceanográficos en el Océano Pacífico tropical

Temperatura superficial del mar

La distribución espacial de la temperatura de la superficie del mar (TSM) está relacionada con la circulación atmosférica regional, es decir con la distribución de las corrientes de viento en la

interface atmósfera- océano en los niveles bajos de la atmósfera cercanos a la superficie marina. La superficie oceánica tropical durante la mayor parte del año es mucho más cálida en el occidente del Pacífico cerca de las Filipinas, Timor, nororiente de Australia, Indonesia con temperaturas del orden de los 28 - 30°C, en lo que se llama "la piscina cálida" y más fría en el oriente en la franja marítima frente a las costas de Chile y Perú con temperaturas promedias entre 22-24°C. La temperatura superficial del mar (TSM) en el Pacifico central y centro - oriental ecuatorial tiene variación estacional: comienza a subir normalmente en diciembre para la época de verano en el hemisferio sur y alcanza un pico máximo en marzo-abril; posteriormente, disminuye y alcanza su valor mínimo anual en los meses de septiembre y octubre. Es en esta época cuando la diferencia de temperatura (lo que se denomina gradiente) entre el oriente y el occidente del Pacífico es mayor y puede ser del orden de 6 - 8°C. En contraste, la temperatura del mar en el Pacifico tropical occidental permanece alta y casi constante durante el año alrededor de 28- 30°C. (Ver gráfico 5).

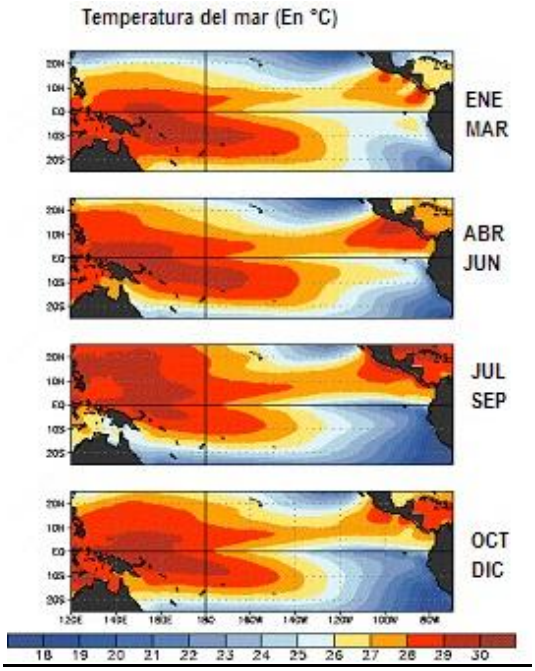


Gráfico 5. Temperatura promedia del océano Pacífico para diferentes trimestres. Fuente: NOAA /CPC/USA

Temperatura subsuperficial del mar

La capa marina más cercana a la superficie (los primeros 500 metros de profundidad) también alcanza a ser afectada por el comportamiento de la circulación atmosférica de niveles bajos. La estructura térmica oceánica subsuperficial en el Pacifico tropical occidental se caracteriza por una capa de agua cálida que es amplia y profunda, mientras que en el Pacifico oriental frente a las costas de Suramérica es comparativamente menos profunda y más delgada.

El límite inferior de esta capa de agua cálida y superficial está determinado por la posición de lo que se denomina la termoclina. Por debajo de ella está el agua fría y profunda. Este límite teórico para fines prácticos se considera la isoterma de 20°C, la cual se halla más profunda en el occidente y menos profunda a medida que nos desplazamos hacia el oriente, hacia la costa suramericana. De tal manera que así como para el caso de la temperatura superficial del mar, la temperatura es más alta en la parte occidental que en la parte oriental, en la capa de agua superficial (los primeros 500 metros) se conserva esta misma distribución en las condiciones medias.

Nivel del mar

La distribución de la temperatura del océano Pacífico tropical por no ser homogénea, por presentar esas diferencias entre el oriente y el occidente, produce variaciones pequeñas del orden de algunas decenas de centímetros en el nivel del mar con respecto a un valor promedio. Por cuanto la temperatura del mar en el occidente del Pacífico tiene mayores valores, el nivel del mar allí es más alto en comparación con el que se presenta en la parte oriental. La explicación científica radica en el concepto de que un fluido a mayor temperatura tiende a expandirse, por lo tanto a mayor temperatura del mar, mas alto su nivel, por supuesto sin tener en cuenta las corrientes marinas o la situación meteorológica particular. De hecho los satélites modernos oceanográficos como el JASON-1 son capaces de detectar esas variaciones hasta centímetros de altura con respecto a los valores promedios, trabajando con señales en la banda de microondas, que es transparente a la nubosidad.

Circulación oceánica superficial en el Océano Pacífico tropical

Cuando el viento sopla sobre el océano en una determinada dirección, ejerce una fuerza de arrastre en la misma dirección dando origen a las corrientes marinas. Esto ocurre en el Océano Pacífico y ya habíamos considerado que los vientos alisios procedentes de las latitudes cercanas a los 30°Norte y Sur de latitud crean en cada hemisferio una “corriente marina norecuatorial” (entre los 8 y los 20°N) y una “corriente marina sudecuatorial” (entre los 3°N y los 8°S) que en la parte central del Pacífico en su zona cercana al ecuador geográfico se convierte en “corriente marina ecuatorial” que impulsa las aguas en la dirección occidental. En medio de estas dos corrientes fluye de manera débil la “contracorriente ecuatorial” que es estrecha y dirigida hacia el oriente, en sentido contrario a la corriente ecuatorial.

La corriente marina ecuatorial al llegar a la parte occidental del océano Pacífico nuevamente se bifurca originando corrientes marinas que se dirigen hacia latitudes medias de manera rápida. En la parte oriental del Pacífico de los dos hemisferios la corriente marina norecuatorial y sudecuatorial crean zonas de afloramiento de aguas frías, ricas en nutrientes que alimentan el fitoplancton a nivel superficial. Este es el “fenómeno de surgencia” que es muy desarrollado frente a la costa peruana, provocando una alta productividad biológica, abundancia de recursos pesqueros y por ende importantes recursos para la economía de Perú. El área de afloramiento ocupa un área de 1600

kilómetros de largo por 60 kilómetros de ancho, dimensión que fluctúa de acuerdo con la estación, siendo mayor en los meses de julio – agosto cuando más fuerte soplan los vientos alisios.

La corriente marina más importante del Océano Pacífico sur es la corriente de Humboldt o del Perú. Creada por los vientos alisios, transporta agua fría y con bajo contenido de sal y corre desde la Antártida en dirección al ecuador paralela a la costa peruana pero desviada hacia la izquierda por la fuerza de Coriolis. Algunos diferencian una corriente costera y otra oceánica, que actúan como dos corrientes que impulsan agua fría.

EL CICLO EL NIÑO/OSCILACION DEL SUR (ENOS)

El ciclo ENOS se presenta en la atmósfera y el océano del Pacífico tropical y se refiere a la fluctuación coherente de gran escala de las temperaturas oceánicas, la precipitación, la circulación atmosférica, los movimientos verticales y la presión mediante la interrelación de dos fenómenos: El Niño o La Niña y la "Oscilación del sur". A un cambio en los patrones de la presión atmosférica entre el oriente y el occidente, lo que se llama la "Oscilación del sur" le siguen cambios en la ubicación de las zonas lluviosas y las zonas libres de lluvia, ocurren cambios en la dirección de las corrientes en chorro, lo que a su vez produce cambios en los climas estacionales de los trópicos e inclusive mas allá, en otros sectores del mundo, mediante las denominadas "teleconexiones".

Precisamente el fenómeno El Niño (llamado también fenómeno cálido del Pacífico) y el fenómeno La Niña (conocido también como fenómeno frío del Pacífico) resultan de ese cambio en la Oscilación del sur y representan los extremos opuestos del ciclo ENOS. Los episodios El Niño se caracterizan por el desarrollo de aguas anormalmente cálidas en el Pacífico tropical oriental, mientras que los episodios La Niña se caracterizan por aguas anormalmente frías en el Pacifico tropical centro-oriental. Durante un evento cálido fuerte, las temperaturas oceánicas pueden llegar a ser entre 2°C y 5 °C por encima de lo normal entre la línea de cambio de fecha y la costa occidental de Suramérica, algunas veces resultando en temperaturas del mar casi uniformes en todo el Pacífico ecuatorial. Durante un evento fuerte La Niña las temperaturas oceánicas pueden promediar entre 1°C y 4°C por debajo de lo normal entre la línea de cambio de fecha y la costa occidental de Suramérica, lo cual resulta en grandes variaciones de la temperatura oceánica en el Pacífico ecuatorial.

La fase positiva de la Oscilación del Sur ocurre durante los episodios La Niña y se refiere a la situación cuando la presión atmosférica en superficie en la parte oriental del Pacífico tropical sur es anormalmente alta (el anticiclón toma valores muy altos) mientras que al otro extremo del Pacífico, en Indonesia y el Pacífico tropical occidental la presión atmosférica es anormalmente baja. Esto hace que los vientos alisios del este se intensifiquen. La fase negativa de la Oscilación del Sur ocurre durante los episodios EL NIÑO y tiene lugar cuando la presión atmosférica es anormalmente

baja en el Pacífico tropical oriental mientras que la misma es anormalmente alta en Indonesia y el Pacífico tropical occidental. Esto resulta en el fenómeno contrario, un debilitamiento de los vientos alisios.

Para estimar la fase de la Oscilación del Sur, se usa el Índice de Oscilación del Sur (IOS) que mide las fluctuaciones de gran escala de la presión atmosférica entre el Pacífico tropical occidental y el Pacífico tropical oriental. Mide la magnitud y el signo de las diferencias de presión atmosférica entre el occidente y el oriente del océano Pacífico tropical sur. Tradicionalmente, este índice ha sido calculado sobre las diferencias de las anomalías de presión atmosférica entre Tahití (17°34' S, 149°36' W) y Darwin, Australia (12° 28' S, 130° 49' 60 E). En general, las series de tiempo filtradas del IOS corresponden muy bien con los cambios en la temperatura superficial del mar en el Pacífico tropical oriental. Períodos prolongados de valores positivos del IOS coinciden con aguas anormalmente frías en el Pacífico oriental, típicas de episodios NIÑA[4]. La fase negativa del IOS representa una presión atmosférica por debajo de lo normal en Tahití (Pacífico oriental) y por encima de lo normal en Darwin (Pacífico occidental). Períodos prolongados de valores negativos del IOS coinciden con aguas oceánicas anormalmente cálidas en el Pacífico tropical oriental, típicas de los episodios NIÑO. (Ver gráfico 6).

Las series de tiempo del IOS y de la temperatura superficial del mar en el Pacifico oriental indican que el ciclo ENOS tiene un período promedio de cerca de cuatro años, aunque de acuerdo con los registros históricos el período ha variado entre dos y siete años. La década de 1980 y de 1990 se caracterizó por ciclos ENOS muy activos, con 5 episodios NIÑO (1982/83, 1986/87, 1991-1993, 1994/95 y 1997/98) y 4 episodios La Niña (1984/85, 1988/89, 1995/96 y 1998/2000. Este intervalo de tiempo también se caracterizó por dos de los episodios NIÑO más intensos del siglo (1982/83 y 1997/98). Así como dos períodos consecutivos de condiciones NIÑO durante 1991 - 1995 sin que se presentara en el intermedio un episodio NIÑA.

La variabilidad climática decadal también se manifiesta en el comportamiento del ciclo ENOS. Históricamente hay una variabilidad considerable en el ciclo ENOS de una década a la siguiente. Por ejemplo hay décadas en las que el ciclo fue relativamente inactivo y décadas en las que fue bastante pronunciado.

[4] Tomado de http://www.cpc.noaa.gov/products/analysis_monitoring/ensocycle/soi.shtml

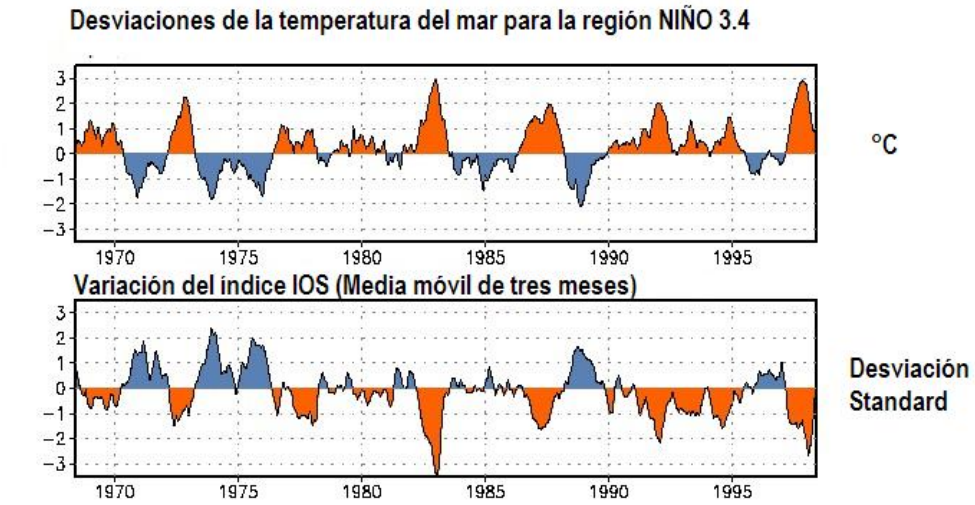


Grafico 6. Variación trimestral del Índice de Oscilación del Sur. Note la correspondencia que existe entre el IOS y la temperatura oceánica. Cuando el índice se torna negativo, la temperatura superficial del mar es positiva y lo contrario.

FENOMENO EL NIÑO

La definición más sencilla de EL NIÑO consiste en el calentamiento anormal de las aguas del océano Pacífico central y centro-oriental y que altera el comportamiento estacional de las temporadas lluviosas y secas en Colombia y de otras partes del mundo. Es un fenómeno natural que se repite cada cierto número de años, pero en promedio entre 3 y 7 años. El último evento presentado tuvo lugar entre junio 2009 y mayo de 2010.

El fenómeno ocurre por un debilitamiento de los vientos alisios del este en la parte oriental y central del Pacífico, y debilitamiento también de los vientos del oeste en los niveles superiores de la atmósfera, lo cual permite que el calor acumulado en el Pacífico occidental sea llevado mediante ondas llamadas Kelvin, al Pacífico oriental, calentamiento que puede tomar varios meses y que no ocurre de una manera continua sino con vaivenes. Lo que se denomina la circulación de Walker, que se presenta a nivel latitudinal pierde intensidad y en algunos casos de NIÑO fuerte puede desaparecer. La capa superior del océano Pacífico oriental se calienta, la línea teórica divisoria entre aguas cálidas y frías conocida como “termoclina” se profundiza en la costa peruana, lo que hace que la pendiente disminuya y en algunos casos prácticamente la termoclina es horizontal. Aumenta en este caso la actividad de la contracorriente marina ecuatorial, que se dirige al oriente. Al calentarse las aguas del Pacífico oriental, aumenta la actividad de las lluvias, en la zona costera del norte de Perú y Ecuador fenómeno que es notable para finales de año y por el contrario disminuyen las

lluvias en el océano Índico y occidente del Pacífico. El nivel del mar sube en la parte centro – oriental del Pacífico. Esta redistribución de la temperatura y de las lluvias produce también cambios en la disponibilidad de especies pesqueras, ocurriendo por ejemplo una reducción en la captura de las especies piscícolas industriales e impactos económicos a la industria pesquera peruana. En la costa peruana donde las temperaturas normales son de 24°C, en estos casos la temperatura puede subir por encima de los 28°C.Estos cambios drásticos en los patrones normales son responsables de cambios meteorológicos en muchas partes del mundo.

En el gráfico 7 se puede analizar los totales de precipitación caídos a lo ancho del océano Pacífico. Mientras en el panel izquierdo están representados los totales de lluvia con máximos a ambos lados de la línea de cambio de fecha, en la zona ecuatorial del hemisferio sur en el panel derecho se tiene representados los excesos o déficits de precipitación en términos absolutos (en milímetros). Los cambios en el régimen de lluvias son mayores en el occidente del Pacífico. Por ejemplo en Indonesia donde EL NIÑO produce sequía, dejó de llover entre 200- 400 milímetros, y solo se registró entre 200 y 400 milímetros, lo que es una suma importante. En el caso de Suramérica, se presentó un déficit de lluvias en el nordeste de Brasil donde por esta época ocurre normalmente la temporada de lluvias y en este evento dejó de llover entre 100 y 200 milímetros y solo se registraron entre 600 y 880 milímetros.

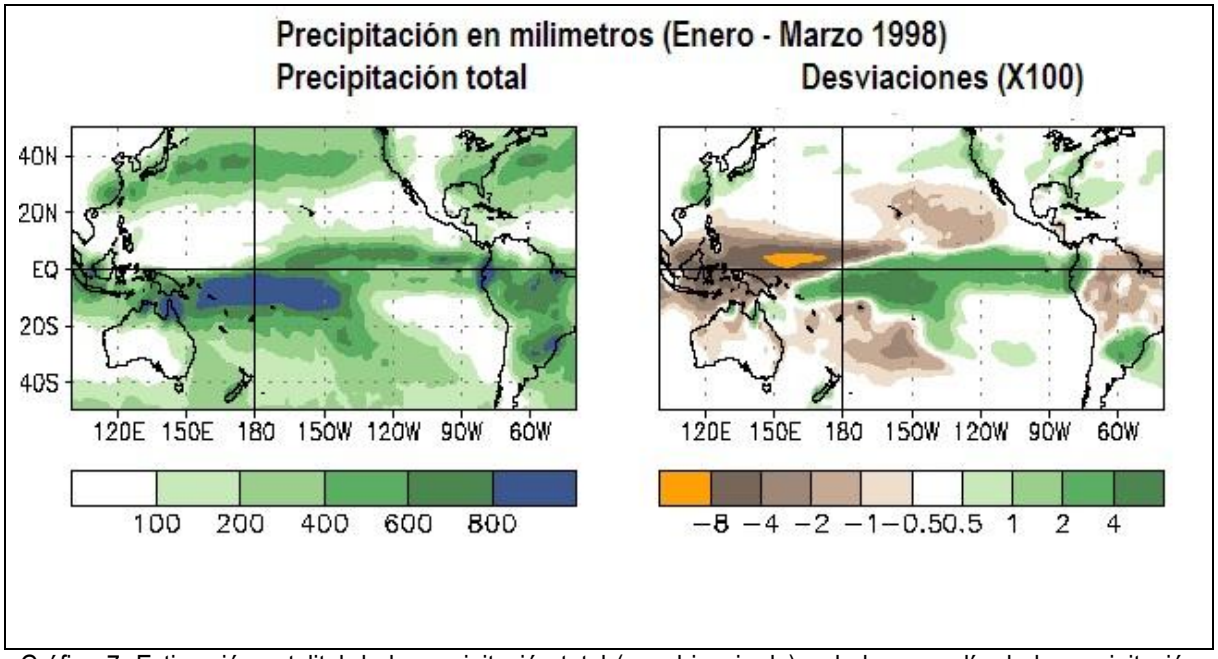


Gráfico 7. Estimación satelital de la precipitación total (panel izquierdo) y de la anomalía de la precipitación para el período enero-marzo del año 1998 cuando EL NIÑO alcanzaba su máxima intensidad. Fuente: NOAA/CPC

Por el contrario en el sureste de Brasil y norte de Argentina se presenta un déficit de lluvias. En el caso de Colombia este gráfico no muestra déficit de precipitación importante y esto está de acuerdo con la temporada seca de bajos volúmenes de lluvia que se presenta por esta época en Colombia. Si se tomara el trimestre previo octubre- diciembre el déficit se notaría sobre el país.

FENOMENO LA NIÑA

La definición más sencilla de LA NIÑA consiste en el enfriamiento anormal de las aguas del océano Pacífico central y centro-oriental y que altera el comportamiento estacional de las temporadas lluviosas y secas en Colombia y de otras partes del mundo. Es un fenómeno natural que se repite cada cierto número de años, pero en promedio entre 3 y 7 años. El último evento presentado tuvo lugar entre 2008 y 2009.

Los efectos de LA NIÑA para el trimestre en consideración parecen ser más intensos en la parte occidental del Pacífico sobre la zona marina (Ver Gráfico 8). En este evento llovió más de 800 milímetros sobre Indonesia, Java, Borneo y en la zona marítima próxima, lo que significa lluvias excesivas en más de 200 milímetros con respecto al promedio. El efecto en América Latina es de lluvias por encima de lo normal en el norte de Suramérica, que por esta época debería tener presente la temporada seca.

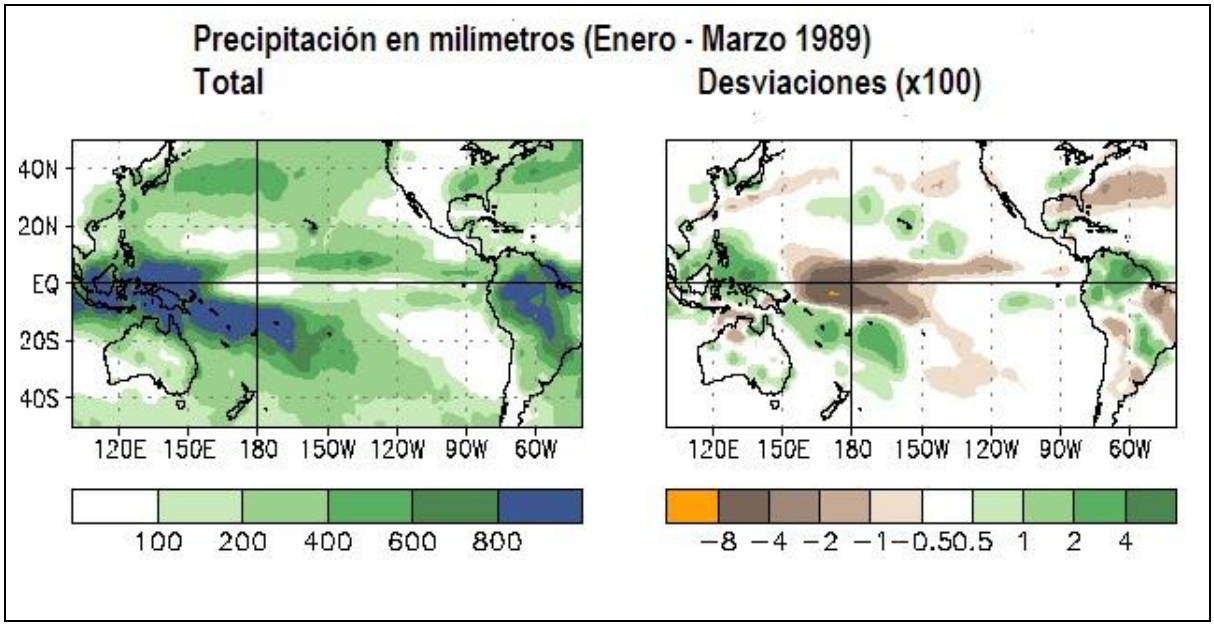


Gráfico 8. Estimación satelital de la precipitación total (panel izquierdo) y de la anomalía de la precipitación para el período enero-marzo del año 1989 cuando LA NIÑA alcanzaba su máxima intensidad. Fuente: NOAA/CPC

El estimado satelital es de unos 200 milímetros de lluvia en Colombia y Venezuela con valores mayores de 400 milímetros en los Llanos colombo venezolanos y en la zona de las Guayanas y los excesos de lluvia entre 100 y 400 milímetros para los anteriores sectores.
El fenómeno ocurre por un fortalecimiento de los vientos alisios del este en la parte oriental y central del Pacífico, e intensificación de los vientos del oeste en los niveles superiores de la atmósfera, lo cual no permite que el calor acumulado en el Pacífico occidental sea llevado mediante ondas llamadas Kelvin, al Pacífico oriental. Lo que se denomina la circulación de Walker, que se presenta a nivel latitudinal aumenta su intensidad. La capa superior del océano Pacífico oriental se enfría más de lo normal, la línea teórica divisoria entre aguas cálidas y frías conocida como "termoclina" se hace menos profunda en la costa peruana, lo que hace que la pendiente sea mayor. Disminuye en este caso la actividad de la contracorriente marina ecuatorial, que se dirige al oriente. Al enfriarse las aguas del Pacífico oriental, disminuye la actividad de las lluvias, en la zona costera del norte de Perú y Ecuador y por el contrario las condiciones climáticas tienden a ser secas como es lo habitual; asimismo aumentan las lluvias en el océano Índico y occidente del Pacífico. El nivel del mar baja en la parte centro – oriental del Pacífico. El aumento de la intensidad en los vientos alisios, hace que la surgencia de agua fría aumente frente a la costa peruana, lo que crea una verdadera bonanza para la industria pesquera peruana.de anchoveta y de harina de pescado. .Estos cambios drásticos en los patrones normales son responsables de cambios meteorológicos en muchas partes del mundo.

EL NIÑO Y LA NIÑA EN COLOMBIA

La influencia de estos dos fenómenos de variabilidad climática ha sido monitoreada y estudiada en los últimos años. Con la creación del IDEAM, en la Oficina de Información Ambiental del Instituto se montó un sistema de monitoreo y de vigilancia para seguir el comportamiento principalmente de los siguientes parámetros meteorológicos: precipitación diaria y mensual, temperatura máxima y temperatura mínima. Hay que señalar que los dos fenómenos tienen aspectos también positivos, que podrían ser benéficos para algunos sectores productivos[5]

El fenómeno EL NIÑO tiene efecto sobre el comportamiento de la temperatura del aire y la precipitación en Colombia. La temperatura aumenta por encima de los valores promedios a nivel general del país. Debido a la disminución de la cobertura nubosa, así como la temperatura se incrementa, también hay una tendencia a la baja en la noche que puede llevar a temperaturas por debajo de 0°C en los altiplanos y partes altas de los Santanderes, Antioquia y Cauca, por lo cual la posibilidad de heladas se incrementa. En el caso de la precipitación, el NIÑO usualmente tiene una tendencia a producir un déficit acumulado de lluvias pero no existe un patrón único para ese

[5] El Medio Ambiente en Colombia. IDEAM.1998.pág 81

comportamiento. Todos los NIÑOS son diferentes. Hay una tendencia a que las condiciones meteorológicas sean muy secas en las regiones Caribe y Andina y el norte de la región Pacífica aunque en algunas zonas las deficiencias son más marcadas. En contraste con lo anterior, las precipitaciones tienden a estar por encima de lo normal en el sur de la región Pacífica y en el suroccidente de la Amazonia[6].

Uno de los fenómenos EL NIÑO más intensos presentados en el siglo pasado y que modificó el clima colombiano fue el que comenzó en marzo de 1997, detectado inmediatamente en Colombia al presentarse un déficit acumulado de precipitación en los siguientes meses. El efecto más importante está relacionado con una reducción significativa de las lluvias, que se hace notable en las temporadas secas de mitad de año (julio-septiembre) y en la principal del siguiente año (enero-marzo), época cuando los NIÑO adquieren su mayor intensidad, coincidiendo con el mayor calentamiento del océano Pacífico en su parte oriental. Esta disminución de las lluvias coincide con una reducción del contenido de humedad en la atmósfera que permite fluctuaciones amplias en la temperatura del ambiente, particularmente notorias en los sitios altos de las cordilleras y altiplanos de la región Andina y en la zona plana y montañosa de la región Caribe. En los altiplanos y en los valles se presentan oleadas de calor. Los ríos presentan niveles más bajos de lo normal y en algunos casos no llegan a alimentar acueductos veredales y municipales. El suministro de energía con base en agua embalsada también puede verse amenazado al bajar los niveles de los embalses lo que obliga a la puesta en operación de sistemas alternos de generación de energía con base en combustibles como fuel oil, carbón o gas. En el NIÑO 1992-1993, que fue prolongado y muy intenso, el parque térmico no fue suficiente como respaldo para afrontar las condiciones secas por lo que hubo lo que se llamó “el apagón eléctrico” cuando se racionó la energía de manera escalada.

En el caso de LA NIÑA hay un aumento de las lluvias en el país, especialmente en la temporada lluviosa principal de octubre-diciembre, llueve inclusive en las temporadas secas lo que hace que los períodos lluviosos se alarguen. Bajo este fenómeno aumenta la frecuencia de deslizamientos de tierra en las zonas de ladera, y aumenta el número de inundaciones y crecientes súbitas. El exceso de lluvia tiene un fuerte impacto en el sector vial por las crecientes y deslizamientos que afectan las carreteras. Es muy usual que las inundaciones que se producen en las partes bajas de los grandes ríos colombianos como el Magdalena, Cauca y San Jorge sean más graves y se prolonguen por más tiempo del normal. El exceso de humedad afecta los cultivos, que se ven amenazados por plagas.

[6] EL Medio Ambiente en Colombia. IDEAM.1998.pag 83

EL NIÑO Y LA NIÑA EN BOGOTA D.C.

Bogotá y toda la Sabana están también bajo la influencia de estos fenómenos de variabilidad climática. Como en toda la región Andina EL NIÑO trae un clima más seco a la capital de la república; se presenta una reducción progresiva en las cantidades mensuales de lluvia, lo que se acentúa en las temporadas secas tradicionales de julio – septiembre y enero – marzo, cuando la principal amenaza resultan ser los incendios forestales. Este es el principal problema que enfrenta la ciudad cuando hay fenómeno EL NIÑO por cuanto la disponibilidad de agua para consumo humano está garantizada por muchas décadas mas, debido a las grandes reservas que tiene Chingaza y otros embalses ubicados en la periferia de la ciudad. Las temporadas invernales con la presencia de EL NIÑO son en general leves, se reducen los problemas relacionados con deslizamientos de tierra, las inundaciones urbanas y las crecientes de los ríos.

Por el contrario con la presencia de LA NIÑA las temporadas lluviosas se alargan y se hacen más severas, aumentan los problemas de los deslizamientos de tierra en zonas de ladera del suroriente, sur y norte de la ciudad en la zona contigua a los cerros. La movilidad vial se ve entorpecida por las lluvias continuas y persistentes que se presentan principalmente en las temporadas lluviosas y que causan inundaciones. Igualmente aumenta el número de pacientes con enfermedades de tipo respiratorio. Debido a las condiciones climáticas húmedas, los cultivos de tierra fría de la Sabana se ven afectados por plagas que requieren de cuidados adicionales.

SISTEMA CLIMATICO DE LA TIERRA

Normalmente la gente habla del clima en términos de variables meteorológicas como la temperatura, dirección y velocidad del viento, humedad relativa, etc., pero esto es solo un pedazo de lo que es el gran “Sistema Climático de la Tierra”, significando con esto que el clima es mucho más que la atmósfera y que está conformado por la misma atmósfera, los océanos, la criósfera, los continentes, y la biósfera. De todos estos componentes, la atmósfera es el de más rápida variación y el más activo desde el punto de vista energético, dado que constituye la “máquina del calor” que gobierna todo el sistema climático. En el componente de la biósfera están todos los seres vivos de naturaleza vegetal o animal, incluyendo al hombre. Todos los componentes del sistema climático interactúan entre sí aunque con diferentes tiempos de respuesta a una perturbación introducida en el Sistema. Pero sobre el Sistema Climático Terrestre actúan **forzantes externos** naturales o antrópicos. Entre los **forzantes naturales** están los cambios en la intensidad de la radiación solar, cambios en la órbita terrestre, cambios en la oblicuidad del eje polar, movimiento de precesión de los equinoccios y los cambios en la composición química de la atmósfera relacionados con la actividad volcánica, más las alteraciones de la superficie terrestre por procesos geológicos. Entre **los forzantes**

antropogénicos se hallan el cambio en el uso del suelo por procesos de urbanización, industrialización, contaminación de la atmósfera por sustancias que antes no existían y que alteran la química atmosférica y la desforestación y que son resultados de las actividades humanas. Algunas partículas en forma de aerosoles y que llegan a la atmósfera y contribuyen al fenómeno reciente del "oscurecimiento global". La conclusión de todo esto es que el clima es dinámico y cambiante por variaciones naturales estacionales, intraestacionales, interanuales con ciclos que van desde meses, hasta años, décadas y milenios o por las actividades humanas, cada vez más influyentes en el clima.

Anteriormente el clima cambiaba por razones estrictamente naturales y esto se ha podido comprobar estudiando los núcleos de hielo de la Antártida que nos dan información sobre el contenido de CO_2 y con base en esto de la temperatura reinante en los últimos 150000 años. Hace unos 15000 años estaba terminando la última era glacial pero posteriormente se inició un calentamiento y un aumento del gas carbónico cuyas causas aún no se conocen pero al parecer hubo una alteración del efecto invernadero que explicaremos enseguida

Efecto Invernadero

La radiación solar que es de onda corta, llega directamente a la superficie de la tierra y cruza la atmósfera la cual está mayormente constituida por nitrógeno y oxígeno y en menor proporción por otros gases que siempre han estado como el CO_2, N_2O,O_3 troposférico,CH_4. Estos gases son transparentes a la radiación solar de onda corta pero no lo son a la radiación de onda larga (radiación infrarroja) que emite la superficie de la tierra para calentar la atmósfera y que es atrapada en su ascenso por esos gases minoritarios y devuelta parcialmente a la superficie de la tierra, impidiendo que se pierda en el espacio y manteniendo la temperatura de la tierra en unos 14°C. Este es el efecto invernadero natural. Sin embargo, en los últimos años después de la primera bocanada de humo de la primera locomotora, estos gases de origen industrial, los aerosoles y otras sustancias químicas adicionales inyectadas por las actividades humanas han potenciado el efecto invernadero y a eso se debe el aumento adicional de temperatura que experimenta la tierra actualmente.

EMISIONES GLOBALES DE GEI

Las emisiones mundiales de GEI por efecto de actividades humanas han aumentado desde la era preindustrial en un 70% entre 1970 y 2004, pasando de 28.7 a 47.0 $GtCO_2$-eq / año de acuerdo con la evaluación mas reciente del IPCC de 2007. Esta suma global de emisiones está distribuida porcentualmente entre los siguientes gases (ver gráfico 9): el 77% de las emisiones corresponde al

gas carbónico, el 14%, le corresponde al metano, el 8% al óxido nitroso y un 1% restante para otros gases GEI. Es importante mencionar que el porcentaje asignado al gas carbónico se desglosa de la siguiente manera: 56% por el uso de combustibles fósiles, 17.3%por deforestación y degradación de la biomasa y un 2.8% por otras actividades.

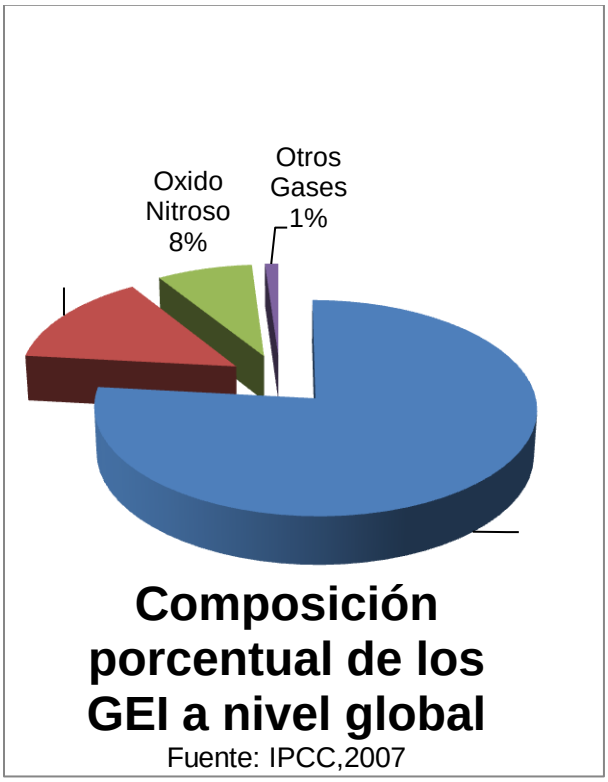


Gráfico 9.Distribución porcentual de las emisiones globales por gases de efecto invernadero. Fuente: Evaluación, IPCC,2007

De esta manera el gas carbónico es el principal gas con capacidad de efecto invernadero emitido por las actividades humanas, especialmente por el uso de combustibles fósiles como el petróleo, el carbón y el gas. El metano está más asociado a las emisiones producto de la ganadería y la agricultura intensiva. Para limitar las emisiones, los países industrializados más las economías en transición se impusieron obligaciones de reducción mediante el protocolo de Kyoto que entró en vigor en 1997. El objetivo era un recorte de las emisiones en un 5% con respecto a los niveles de 1990, lo que se daría en el período 2008-2012. Luego de varios años, Estados Unidos y Kirguistán no ratificaron el protocolo. La Unión Europea como un todo se impuso una reducción del 9%, aunque los recortes se repartirían entre los países componentes de acuerdo con sus condiciones especiales. Hay que esperar el balance en el 2012 sobre este protocolo pero al parecer las metas globales no se alcanzarán.

En diciembre de 2010 un nuevo acuerdo de reducción de emisiones se quiso firmar en la ciudad de Copenhague teniendo en cuenta la amenaza real planteada en la última evaluación del IPCC de 2007.

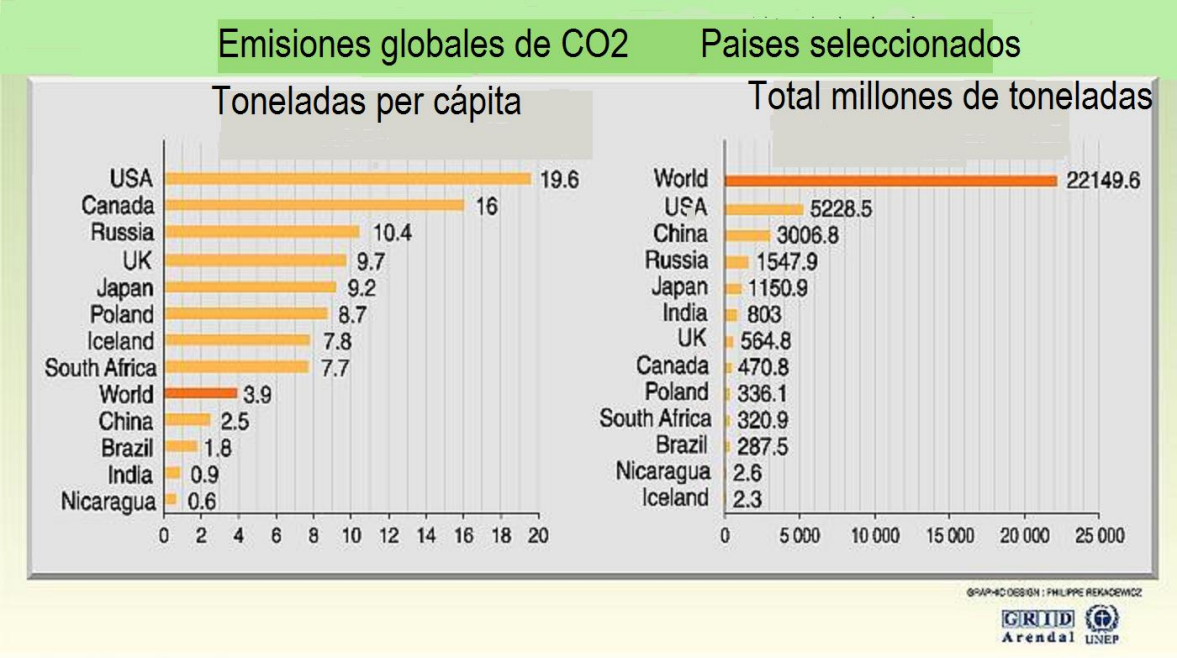


Gráfico 10. Las emisiones de CO2 - países seleccionados (1995). (2000). En el *PNUMA / GRID Arendal Maps-y la Biblioteca de gráficos.* Obtenido 1:32, 21 de julio del 2010 de http://maps.grida.no/go/graphic/emissions-of-co2-selected-countries-1995

La reunión no finalizó en acuerdo por cuanto habían surgido dos países en vías de desarrollo con altos niveles de emisiones como lo es China y la India, países renuentes a firmar obligaciones formales de reducción.

Las emisiones per cápita de acuerdo con el gráfico 10, son encabezadas por los Estados Unidos, seguido de Canadá y Rusia. Recientemente China se convirtió en el primer emisor mundial.

EMISIONES NACIONALES DE GEI

El Inventario más reciente de las emisiones de Colombia están incluidas en la Segunda Comunicación de Colombia a Naciones Unidas sobre Cambio Climático que fue preparada por el MAVDT y el IDEAM en el año 2010. Los datos más recientes y que corresponde a las emisiones del año 2004 indican que Colombia tiene una emisión anual per cápita de 0.75 toneladas de gas

carbónico equivalente, lo que corresponde al 0.37% del total de las emisiones mundiales. Un ciudadano de los Estados Unidos emite 14 veces más GEI que un colombiano.

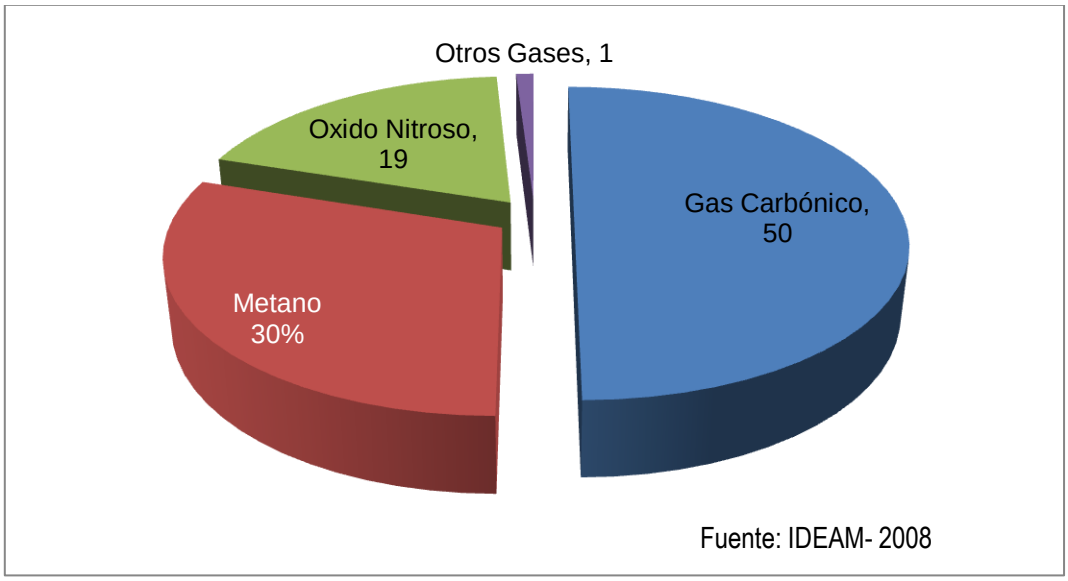


Gráfico 11. Distribución de las emisiones de gases de efecto invernadero en Colombia

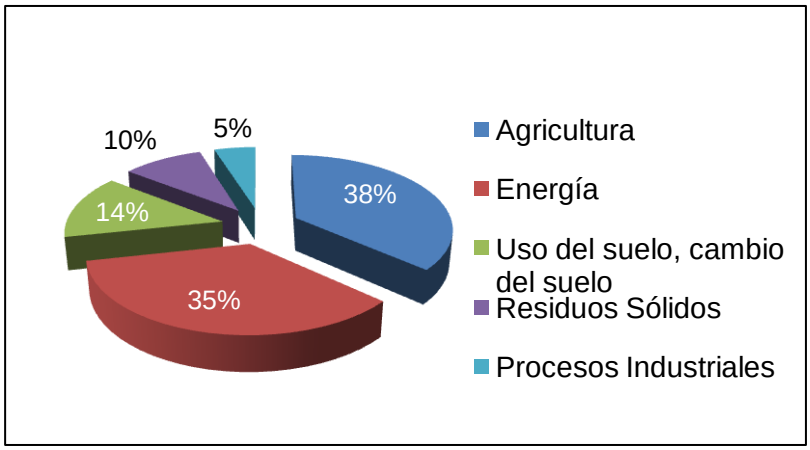


Gráfico 12. Distribución de las emisiones de GEI por sectores en Colombia. Fuente: IDEAM (2008)

La distribución de las emisiones en Colombia entre los diferentes GEI es la siguiente: la emisión más importante corresponde al gas carbónico, coincidiendo con la tendencia mundial y es del 50%. Le siguen en importancia el metano con el 30%, el óxido nitroso con el 19% y un 1% para otros gases. (Ver gráfico 11).

Desagregado por sectores el agrícola y el energético tienen porcentajes de participación muy similares del 38% y el 37% respectivamente. (Ver gráfico 12). Analizando con más detalle por categorías, dentro del módulo energía, la quema de combustibles fósiles en el transporte, en la generación de de energía, en la industria manufacturera y de construcción y dentro del módulo agricultura y uso y cambio del suelo la fermentación entérica y el uso de fertilizantes nitrogenados son los componentes que mayor participación tienen en el balance general de emisiones GEI.

CONCEPTO DE CAMBIO CLIMATICO

La definición técnica ha sido formulada por el Panel Intergubernamental de Cambio Climático (IPCC)[7] como "el cambio del clima 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 observada durante periodos de tiempo comparables".

Si antes de la revolución industrial los cambios climáticos obedecían a los ciclos de la naturaleza, a la interacción de los diferentes componentes del sistema climático terrestre o a cambios de los forzantes externos de origen natural, hoy en día las actividades humanas también ponen su cuota en la modificación del clima, tal como los atestiguan las crecientes investigaciones que sobre la materia ha realizado una inmensa mayoría de la comunidad científica internacional. Estos hallazgos comienzan a ser tenidos en cuenta por muchos líderes políticos mundiales. La colocación en la atmósfera de sustancias químicas o partículas antes no existentes o el aumento adicional de gases de efecto invernadero, así algunos de ellos sean naturales, han desbalanceado el equilibrio radiativo, lo que está conllevando a un calentamiento global de la atmósfera y a un incremento en el nivel del mar. A esta conclusión llegaron los científicos del IPCC, desde la primera evaluación hecha en el año de 1990 y ha sido confirmado en las siguientes evaluaciones, la última de las cuales fue llevada a cabo en 2007. Pareciera un contradicción pero el desarrollo a nivel mundial ha traído además de un mejoramiento en el nivel de vida, impactos negativos y degradación ambiental. Las causas principales para la generación de estos gases adicionales a las cantidades normales hay que buscarlas en el empleo de petróleo, gasolina y carbón y también en la deforestación y empleos de ciertas prácticas agrícolas y ganaderas.

Para conocer más la parte científica del Cambio Climático se creó el Grupo de Trabajo I que se encarga de evaluar los aspectos científicos del sistema climático y del cambio climático. Existe igualmente el Grupo de Trabajo II, ocupado de evaluar la vulnerabilidad de los sistemas socioeconómicos y naturales al cambio climático, impactos positivos y negativos del cambio climático, y las posibilidades de adaptación al mismo. El Grupo de Trabajo IIII evalúa las posibilidades de mitigación de los gases de efecto invernadero y de atenuación del cambio climático

[7] Definición usada por el IPCC en los documentos del IV Informe de Evaluación del año 2007

y un Cuarto Grupo que se creó posteriormente, encargado de los Inventarios de Gases de Efecto Invernadero.

De acuerdo con las evaluaciones que tiene el MAVDT (2010), Colombia solo aporta el 0.2% de las emisiones mundiales. Las emisiones de GEI per cápita de Colombia están por debajo del valor medio mundial y muy distante de los valores para Europa, Asia occidental y América.

EVIDENCIAS GLOBALES Y REGIONALES DE CAMBIO CLIMATICO

El aumento en la temperatura de la tierra en los últimos 10000 años se ha hecho más evidente desde mediados del siglo XVIII, cuando comenzó la revolución industrial. En los últimos años sin embargo el calentamiento es todavía más notorio en comparación con el período 1960-1990 como se puede advertir en el gráfico 13 de la página siguiente que muestra otras evidencias de este cambio climático como lo es el ascenso en el nivel del mar y la reducción de la cobertura de nieve en el hemisferio norte.

La temperatura se ha incrementado en +0.7°C en cien años en el período 1906-2005, siendo mayor su incremento en latitudes altas; en promedio, los océanos han aumentado su nivel desde 1961 a un promedio de 1 mm/año, y desde 1993 a 3.1 mm/año, debido a la dilatación térmica, deshielo de los glaciares, de los casquetes de hielo y de las capas de hielo polares. Los últimos años han sido particularmente cálidos con la presencia de olas de calor en diferentes partes del mundo. El calentamiento global no se puede explicar si no se considera en los modelos climáticos la presencia de los GEI de actividades humanas.

Otra señal de cambio climático está relacionada con las manifestaciones más intensas de los fenómenos de tiempo severo como los huracanes y ciclones tropicales, incendios forestales, sequías, olas de calor y de frío y deslizamientos. En el año 2005 una serie de huracanes de categoría 3 y superior como KATRINA se formaron en el mar Caribe y golfo de Méjico con pérdidas muy considerables de vidas humanas y bienes materiales. La temporada presentó 28 tormentas tropicales con nombre, 5 huracanes con categoría máxima de 5.

Es posible que el cambio climático esté exacerbando la ocurrencia de fenómenos hidrometeorológicos cada vez más intensos; sin embargo hace falta contar con estadísticas adicionales para no confundir los fenómenos propios de la variabilidad climática con los del cambio climático.

Mediante modelamiento hecho en máquinas computacionales de gran capacidad se ha logrado simular el clima de los últimos siglos contrastándolo con el clima actual. En los últimos 50 años, la suma de los forzamientos solar y volcánico habría producido probablemente un enfriamiento, de acuerdo con el modelo promedio (ver las bandas azules en el gráfico 13) sin embargo al sumar los

efectos del forzamiento antropogénico y el forzamiento natural se obtiene un calentamiento neto (bandas rosadas en el mismo gráfico).

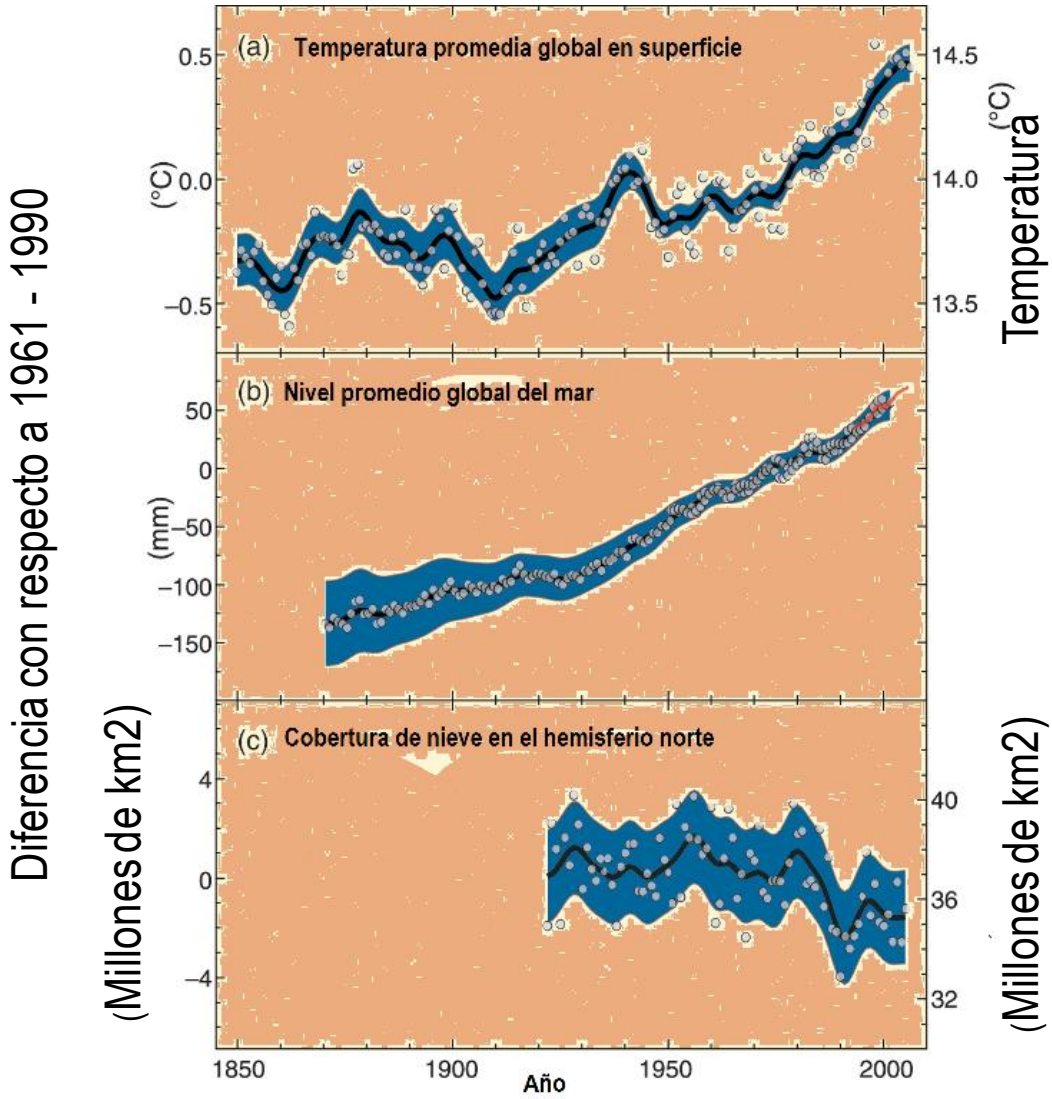


Gráfico 13. Variación de la temperatura promedio en superficie (panel superior), del nivel del mar a partir de datos mareográficos (azul) y de estimaciones satelitales (rojo) y de la cubierta de nieve del hemisferio norte durante marzo – abril. Fuente: Cambio Climático, Informe de Síntesis, IPCC, 2007

Las tres gráficas muestran también que el calentamiento ocurrido en los últimos 50 años es diferenciado. Las áreas terrestres se han calentado más que las oceánicas y esto es debido a las diferentes capacidades caloríficas de cada una de las superficies.

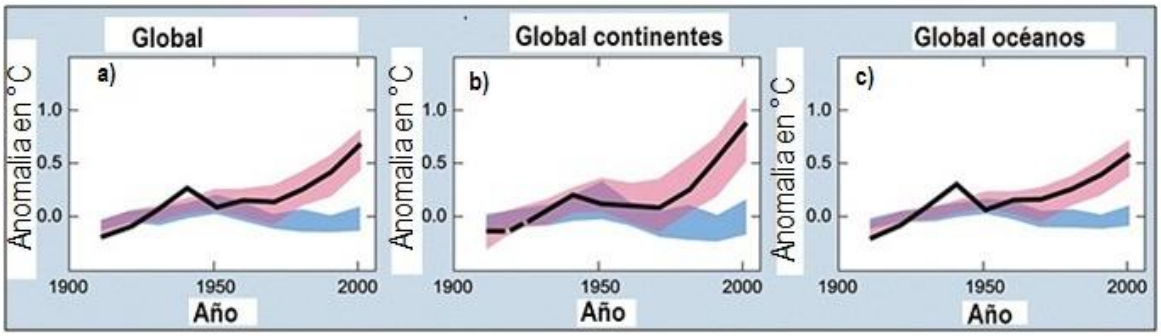


Gráfico 14. Incremento de la temperatura del suelo: a) a nivel global (continentes + océanos) b) solo en los continentes c) solo en los océanos. En color azul claro el resultado de los modelos que usan forzamientos naturales; en violeta el resultado de los modelos que usan forzamientos naturales y antrópicos; en negro datos de observaciones. Fuente: IPCC, 2007

La evidencia de aumento en la temperatura de la tierra a nivel global, también se presenta en cada uno de los continentes con características definidas: el hemisferio norte se ha calentado un poco más en comparación con el hemisferio sur; esto relacionado con el desarrollo industrial mayor en áreas como Asia, Europa y Norteamérica en comparación con Australia y Suramérica. Se podría casi inferir que allí donde ha habido un desarrollo industrial grande, como lo es el caso de Asia, el calentamiento ha sido mayor

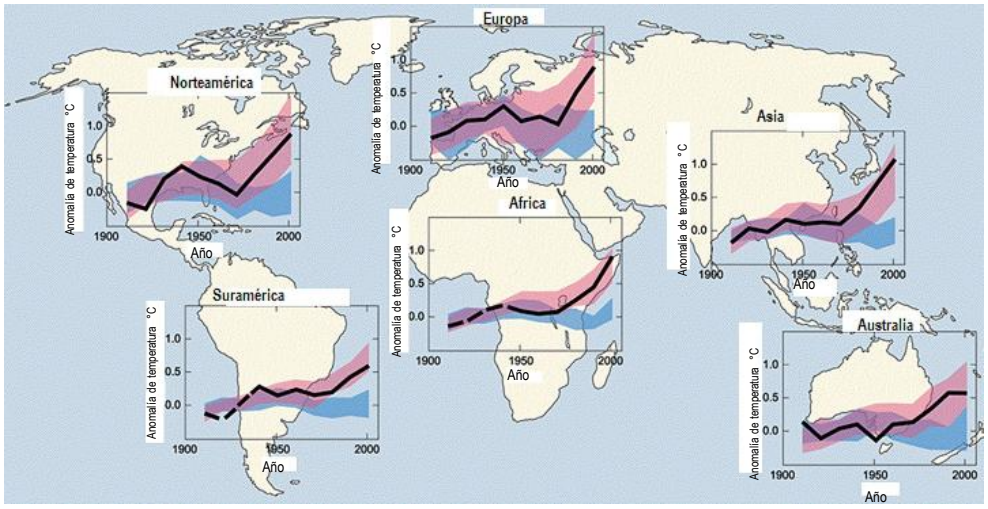


Gráfico 15. Incremento de la temperatura del aire: a) a nivel global (continentes + océanos) b) solo en los continentes c) solo en los océanos. En color azul claro los modelos que usan forzamientos naturales; en violeta los modelos que usan forzamientos naturales y antrópicos; en negro datos de observaciones. Fuente: IPCC, 2007

EVIDENCIAS DE CAMBIO CLIMATICO EN COLOMBIA

El IDEAM y el MAVDT en su Segunda Comunicación Nacional menciona algunas evidencias relacionadas con la temática y que se vienen presentando en los últimos años, en particular:

a. La temperatura media del aire en promedio en Colombia ha aumentado 0.13 °C/década
b. Retroceso de los glaciares: Cada año se pierde entre un 3 y un 5% de la cobertura glacial y el frente glacial retrocede entre 20 a 25 m por año. De 55,4 km^2 en el período 2002-2003 el área total de los glaciares se redujo a 47 km^2 en el período 2006 a 2007. Entre el 2030 y el 2040 no habrá glaciares en Colombia.
c. Ascenso en el nivel del mar de aproximadamente 3.5 milímetros por año en los dos litorales
d. Ascenso en las temperaturas máximas
e. Aumento en las precipitaciones de alta intensidad

ESCENARIOS CLIMATICOS GLOBALES

Hasta el momento se ha intentado dilucidar que el problema del clima futuro no es un asunto individual relacionado solamente con el comportamiento de la atmósfera sino que tiene que ver con modificaciones que ocurren en todos los componentes del sistema climático terrestre, debido a las interacciones entre ellos, incluyendo la biósfera. No es solo un asunto relacionado con la industrialización sino con la modificación del entorno ambiental, bajo una presión sobre los recursos naturales por el crecimiento demográfico. Paradójicamente el hombre en las últimas décadas, al pretender mejorar su nivel de vida, en mejorar su desarrollo socioeconómico ha alterado la composición de la atmósfera, el delicado equilibrio energético, provocando un calentamiento de la tierra que compromete su propio desarrollo. Esto significa que para conocer el clima futuro es necesario conocer el tipo de sociedad que visionamos en el futuro, sobre lo cual no hay consenso mientras no se suspendan o limiten mediante acuerdos globales las emisiones de gases GEI, situación que es un verdadero reto para la humanidad.

Por eso los diferentes modelos se han construido sobre hipótesis que tienen en cuenta diferentes variables socioeconómicas, la forma de planeación en el uso de los recursos a nivel regional o global en los siguientes años, la transferencia rápida o lenta a tecnologías energéticas diferentes al carbono, el tipo de crecimiento demográfico etc. Todos estos modelos están construidos con el objetivo de que los gobernantes, comenzando por los líderes mundiales tomen las decisiones para

que el desarrollo sea "sostenible[8]", es decir compatible con el medio ambiente para garantizar unas condiciones de vida similares a las actuales a las futuras generaciones. Estos escenarios de emisiones (Ver gráfico 16) indican que de no asumir políticas climáticas adicionales, para finales de siglo la temperatura de la tierra puede llegar a ser entre 1°C y 6°C mayor que la actual dependiendo del escenario de emisiones en el que se mueva la humanidad en las siguientes décadas, lo cual está relacionado con las decisiones que se tomen en lo relacionado con el uso de combustibles más limpios, uso de tecnologías más eficientes desde el punto de vista energético y un crecimiento moderado de la población. Esto por supuesto supone un costo económico que hay que pagarse, costo que aumenta cada día, de no llegarse a un consenso liderado por los países desarrollados. El proceso de modelamiento climático ha seguido los mismos pasos que el modelamiento numérico. Inicialmente se han desarrollado en grandes centros climáticos los modelos globales como los modelos GCM y los acoplados océano – atmósfera AOGCM que han servido para tener una visión global y atmosférica de las anomalías positivas o negativas de elementos como la temperatura y la lluvia en las siguientes décadas.

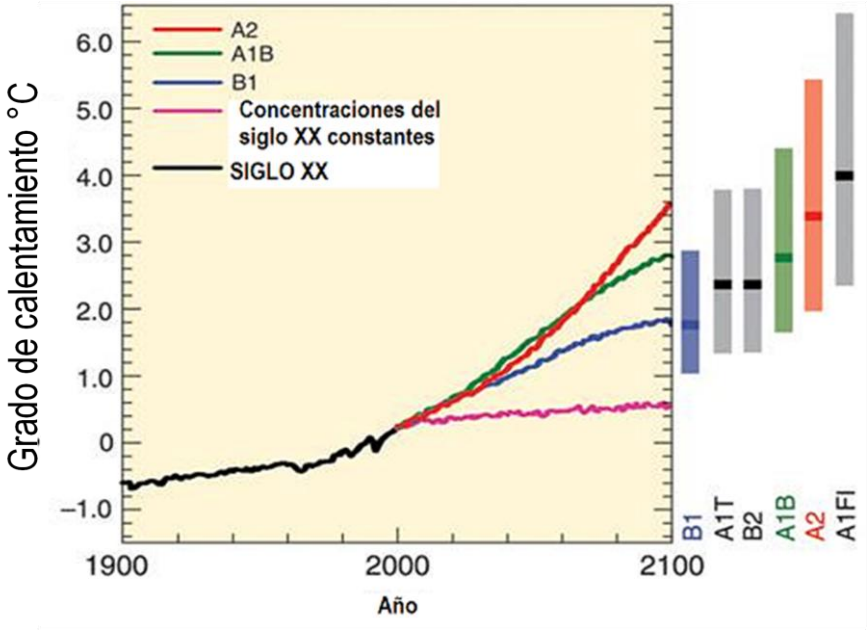


Gráfico 16. Grado de calentamiento previsto para diferentes escenarios de emisiones con respecto a la temperatura del período 1980-1999 sin políticas climáticas adicionales. Fuente IPCC, 2007. Las barras horizontales corresponden a la estimación óptima e incluye el intervalo probable.

[8] El término desarrollo sostenible fue acuñado por la Comisión Bruntland (1987) y plasmado posteriormente en la Conferencia de Río de Medio Ambiente de 1992.

Explicación de los escenarios climáticos del IPCC

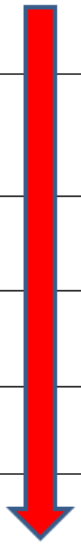
Escenario	Dirección de aumento del calentamiento	Características
B1T		B1 describe un mundo convergente, con la misma población mundial que A1, pero con una evolución más rápida de las estructuras económicas hacia una economía de servicios y de información
A1T		El escenario presupone un crecimiento económico mundial muy rápido, un máximo de la población mundial hacia mediados de siglo, y una rápida introducción de tecnologías nuevas y más eficientes con consumos de energía de origen no fósil
B2		Describe un planeta con una población intermedia y un crecimiento económico intermedio, más orientada a las soluciones locales para alcanzar la sostenibilidad económica, social y medioambiental.
A1B		El escenario presupone un crecimiento económico mundial muy rápido, un máximo de la población mundial hacia mediados de siglo, y una rápida introducción de tecnologías nuevas y más eficientes con
A2		A2 describe un mundo muy heterogéneo con crecimiento de población fuerte, desarrollo económico lento, y cambio tecnológico lento.
A1FI		Este escenario presupone un crecimiento económico mundial muy rápido, un máximo de la población mundial hacia mediados de siglo, y uso intensivo de combustibles fósiles

Gráfico 17. Explicación de los seis escenarios de emisiones del IPCC.

El calentamiento por gases GEI será a nivel global (Ver Gráfico 18). Todos los modelos proyectan calentamiento de la tierra en todas las latitudes en las siguientes décadas del siglo XXI, siendo menor en el modelo A1 y mayor en el modelo A2. De destacar que a) el mayor calentamiento los modelos lo proyectan para las latitudes altas del hemisferio norte que puede llegar a ser de 7°C con el modelo A2 y 2) que el calentamientos es mayor en el hemisferio norte que en el hemisferio sur. En lo concerniente a los cambios que pudieran presentarse en el comportamiento de las cantidades de lluvia, el IPCC 2007 trae unos escenarios que indican lo siguiente (ver gráfico 19): 1) se espera que la precipitación aumente en latitudes muy altas, especialmente en la época de invierno, a la par con el mayor calentamiento previsto en los modelos del IPCC; 2) las latitudes tropicales que desde el punto de vista climático son de pocas precipitaciones con tendencia a la reducción de las lluvias especialmente en los meses de verano.

Esto aplica a Centroamérica, el Caribe, el norte de África y sur de Europa principalmente; 3) hacia latitudes bajas no hay unas señales claras. Mientras en algunos sectores puede presentarse un aumento de las lluvias en otros puede ocurrir lo contrario. En el norte de Suramérica alguna tendencia hacia anomalías positivas de la precipitación en la costa pacífica, sin una señal clara hacia la zona de los Llanos, aunque hay que advertir que estos modelos globales no sirven para análisis tan puntuales.

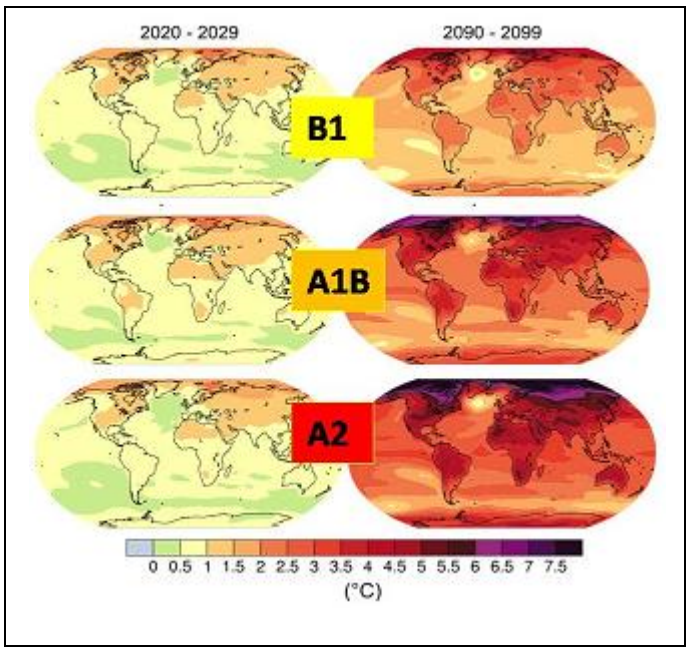


Gráfico 18. Proyección del aumento de temperatura de la tierra para tres escenarios de emisiones B1, A1B Y A2 para la primera y segunda mitad del siglo XXI

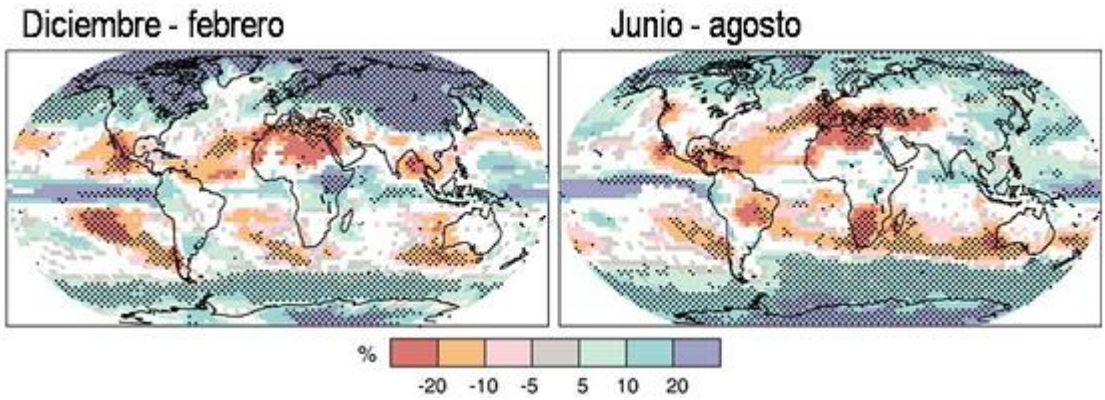


Gráfico 19. Cambios porcentuales en la distribución de la precipitación para el período 2090-2099, respecto del período 1980-1999. Los valores son promedios multimodelo basados en el escenario A1B (IEEE) para los períodos diciembre-febrero (izquierda) y junio-agosto (derecha).Fuente: IPCC,2007

ESCENARIOS CLIMATICOS REGIONALES

Para tener una mejor idea de los climas regionales futuros, sobre todo cuando se quiere estimar el clima de un país con propósitos de estudios de impacto regional, se hace necesario tener a disposición modelos de mayor resolución que permitan ver la influencia por ejemplo de la topografía en la posible distribución de la temperatura y de la precipitación.
Hay que recurrir entonces a modelos de mayor resolución del orden de decenas de kilómetros o menos. Existen en la actualidad por lo menos dos técnicas: 1) aumento de la resolución de los modelos globales para períodos de tiempo definidos ("time slices") y 2) downscaling (regionalización) que da una descripción de las variables a nivel regional o subregional. Esta última técnica se puede subdividir en regionalización estadística, usando regresiones estadísticas multivariables y regionalización dinámica mediante anidamiento dentro de un modelo global, lo que permite una mayor resolución ya que incluye con mayor detalle la variabilidad espacial de parámetros tales como topografía, usos del suelo, línea de costa, etc. que no son tenidos en cuenta en los modelos globales.

Se usan también aunque en menor grado las técnicas llamadas "generadores de tiempo" (weather generators), que son técnicas estadísticas y empíricas orientadas a la mejora de la resolución de resultados de modelos globales que construyen series diarias largas de variables meteorológicas (series sintéticas), de precipitación, temperatura, humedad etc. a partir de planteamientos estocásticos basados en las series observadas en un lugar y los datos proporcionados por los propios modelos globales.

Escenarios climáticos regionales para Colombia

Precisamente para un país montañoso como Colombia con diferencias climáticas significativas entre las diferentes regiones, el grupo de modelamiento climático de la subdirección de meteorología del IDEAM ha corrido recientemente un modelo regional de clima, usando la técnica de downscaling dinámico para tres períodos del siglo XXI de 30 años cada uno y las conclusiones son las siguientes[9]:

- Temperatura media anual del aire: seguirá aumentando en gran parte del territorio nacional; 1.4°C en promedio para los años 2011 a 2040 (siguientes 30 años) con respecto a la temperatura actual (período 1970-2000); 2.4°C para 2041 a 2070 y 3.2°C para el periodo 2071 a 2100 (últimos 30 años del siglo XXI). Los aumentos más significativos se ubicarían en los departamentos de Norte de Santander, Risaralda, Huila, Sucre y Tolima.

[9] Tomado de
http://www.minambiente.gov.co/documentos/5783_res_ejecut_segun_comun_camb_clima.pdf

- Precipitación promedia anual: **Las reducciones de lluvia** más significativas se darían en departamentos de la región Caribe: Sucre (-36.3%), Córdoba (-35.5%), Bolívar (-34.0%), Magdalena (-24.6%) y Atlántico (-22.3%). En la región Andina, la precipitación promedia anual también disminuiría pero en los departamentos de Caldas (-21.9%) y Cauca (-20.4%) se presentarían las reducciones más significativas. Las mayores reducciones de lluvia se esperarían en diferentes regiones de los departamentos de Huila, Putumayo, Nariño, Cauca, Tolima, Córdoba, Bolívar y Risaralda; en algunos de estos departamentos ya se empezarían a evidenciar desde el periodo 2011-2041, en particular en Huila, Cauca, Nariño, Risaralda y Tolima. **Los aumentos de lluvia** para el siglo XXI, proyectados por los escenarios de cambio climático, se ubicarían especialmente en gran parte de los departamentos de: Santander, Vaupés, Chocó, Guainía, Amazonas, San Andrés y Vichada
- Clasificación climática (relación Precipitación y Temperatura). Teniendo en cuenta las proyecciones climáticas, el IDEAM indica que la península de La Guajira mantendría sus características desérticas mientras que el Chocó continuaría con el clima superhúmedo; la Amazonia seguiría siendo húmeda, y en gran parte de los Llanos Orientales continuaría el clima semihúmedo. Los cambios más significativos se esperarían en la región Caribe, que cambiaría de un clima semihúmedo (condiciones actuales) a semiárido y luego estaría clasificado como árido para finales del siglo XXI. En la región Andina, los cambios más notorios se prevén por una transición de clima semihúmedo a clima semiárido, lo cual se presentaría en diferentes áreas de Cundinamarca, Boyacá, Tolima, Huila y oriente del Valle del Cauca, especialmente.

- Escorrentía promedia: Reducciones de alrededor del 30% en las cuencas de La Guajira, Bajo Magdalena, parte del Litoral Caribe, Alto Magdalena, Napo, Saldaña, Cesar y Patía, que abarcan los departamentos de La Guajira y parte de los departamentos del Magdalena, Cesar, Atlántico, Bolívar, Huila, Tolima y Cundinamarca

- Estas mismas investigaciones concluyen que los cambios en el régimen de lluvias en cuanto a la disminución de las mismas se concentran principalmente en las regiones Caribe y Andina (entre las cordilleras oriental y occidental), abarcando como máximo un 20% del territorio nacional, pero donde vive la mayor parte de la población colombiana. En el caso de la temperatura prácticamente todo el territorio nacional experimentaría un aumento en la temperatura con valores superiores a 3°C.

Las anteriores son las conclusiones extractadas por el IDEAM con base en el uso del multimodelo climático, que corrió el IDEAM y que se describen en los gráficos 20 y 21 de las siguientes páginas. Estas conclusiones fueron incluidas en la Segunda Comunicación Nacional sobre Cambio Climático que elaboró Colombia en 2010.

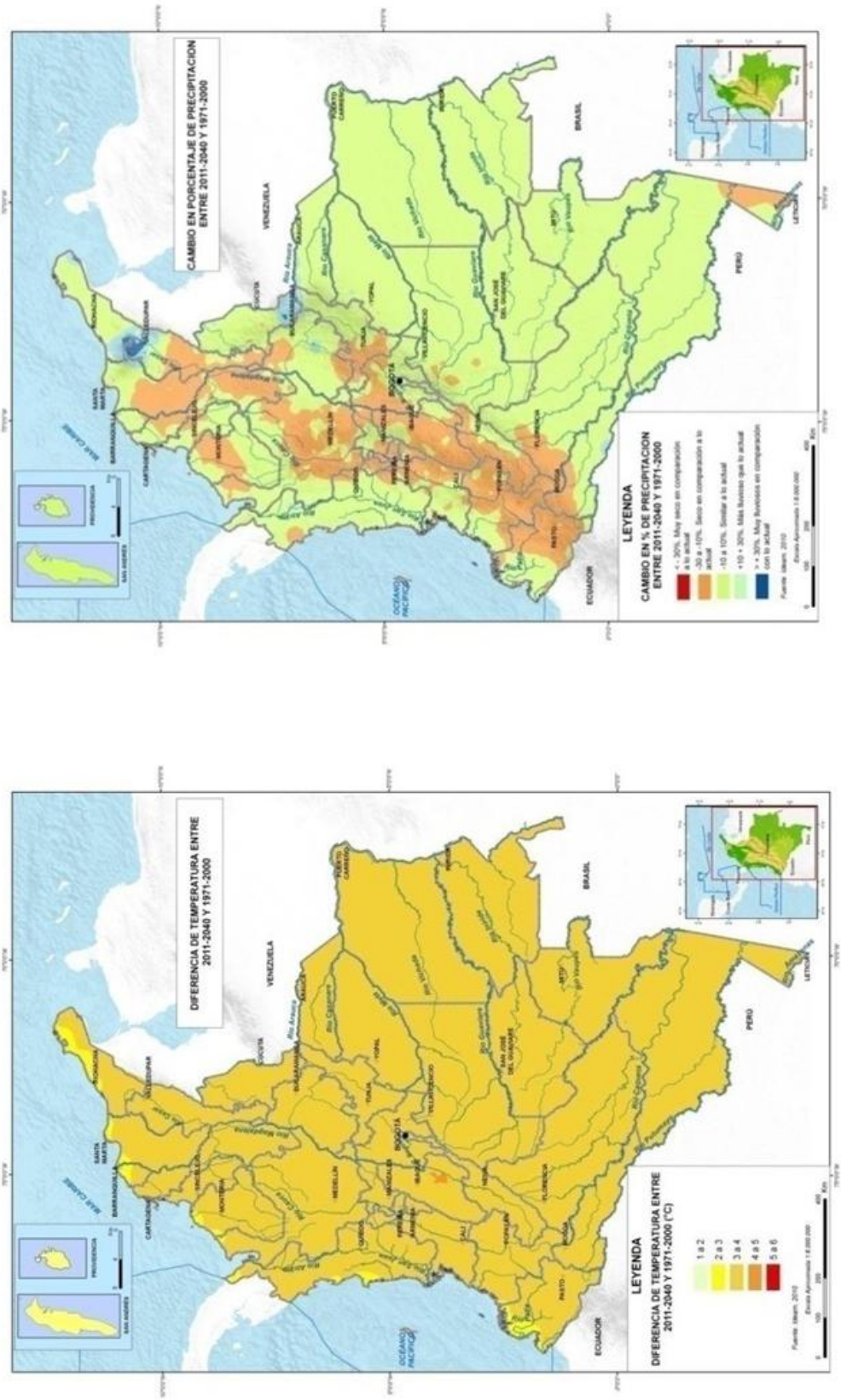


Gráfico 20. Diferencia de temperatura y de precipitación entre 2011-2040 (clima probable) y 1971-2000 (clima actual)
Fuente: IDEAM

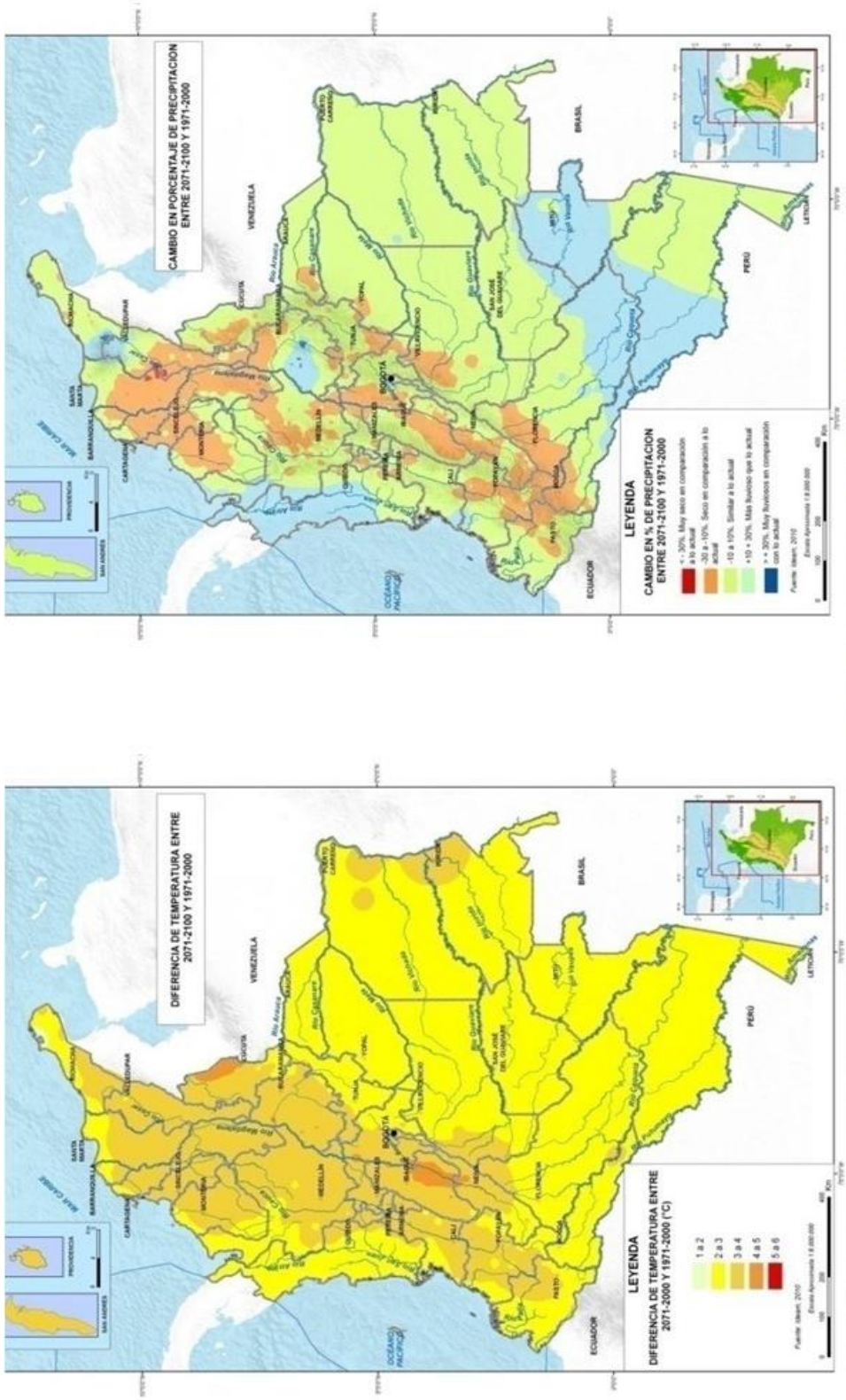


Gráfico 21. Diferencia de temperatura y de precipitación entre 2070 -2100 (clima futuro) y 1971-2000 (clima actual)
Fuente: IDEAM

En el tema de la temperatura media probable para las siguientes décadas hasta finales del siglo XXI, el modelo regional del IDEAM (resultado de un multimodelo ensamblado) corrobora de manera clara el calentamiento generalizado previsto también por los modelos climáticos de escala global y a los cuales nos referimos anteriormente. Todas las regiones de Colombia experimentarán un calentamiento bastante homogéneo para el primer período tridecadal (2011-2040), Ver Gráfico 20); pero para el último período del siglo (2071-2100), (Ver Gráfico 21) el calentamiento será más notorio en los valles interandinos de los grandes ríos Magdalena y Cauca, en el interior de las llanuras del Caribe y los altiplanos de la cordillera oriental. El mayor calentamiento se estima en el alto Magdalena (sectores planos de Huila y Tolima) y en la zona plana del valle del Catatumbo en el departamento de Norte de Santander, donde la temperatura media puede llegar a ser 5°C mas de la actual.

En cuanto al comportamiento futuro de la precipitación, el escenario climático planteado muestra una reducción de las lluvias en los valles interandinos, en el interior de las llanuras del Caribe y los altiplanos de la cordillera oriental, más notoria a comienzos que a finales de siglo (Ver Gráficos 20 y 21). De todas maneras y así lo muestra el IDEAM, algunos sectores principalmente de la Amazonia y de la Pacífica y áreas menores de Santander y cerca de la Sierra Nevada de Santa Marta posiblemente puedan aumentar la cantidad de precipitación.

Teniendo en cuenta la información del IDEAM con respecto a las tasas promedio de aumento previsto de la temperatura a nivel nacional, se preparó una tabla que da una idea del tipo de temperatura promedia que las principales ciudades de Colombia pudieran experimentar en las siguientes décadas. (Ver tabla 1).

Escenario Climático Regional para Bogotá D.C.

La ciudad de Bogotá también será afectada por el Cambio Climático. Un aumento en la temperatura acompañado por una reducción en las lluvias se prevé en las siguientes tres décadas, de acuerdo con las estimaciones del IDEAM. Las reducciones son del orden de: -11.6% para el período 2011-2040; -16.1% para el 2041-2070 y del -3.4% para 2071-2100, con respecto a la climatología del período de referencia 1971-2000.

Ciudad	Temperatura promedio actual (1970-2000)	Temperatura promedio para el 2011-2040	Temperatura promedio para el 2041-2070	Temperatura promedio para el 2071-2100
San Andrés	27,4	28,8	29,8	30,6
Providencia	27,4	28,8	29,8	30,6
Santa Marta	28,1	29,5	30,5	31,3
Cartagena	27,6	29,0	30,0	30,8
Barranquilla	27,4	28,8	29,8	30,6
Riohacha	28,2	29,6	30,6	31,4
Valledupar	29,0	30,4	31,4	32,2
Montería	28,1	29,5	30,5	31,3
Barrancabermeja	27,8	29,2	30,2	31,0
Bucaramanga Apto Palonegro	21,3	22,7	23,7	24,5
Cúcuta	27,0	28,4	29,4	30,2
Apartadó	26,6	28,0	29,0	29,8
Medellín	22,0	23,4	24,4	25,2
Rionegro	16,9	18,3	19,3	20,1
Pereira	21,4	22,8	23,8	24,6
Armenia	22,0	23,4	24,4	25,2
Manizales La Nubia	16,5	17,9	18,9	19,7
Ibagué	23,9	25,3	26,3	27,1
Bogotá Eldorado	13,5	14,9	15,9	16,7
Tunja UPTC	12,9	14,3	15,3	16,1
Cali	23,7	25,1	26,1	26,9
Popayán	19,0	20,4	21,4	22,2
Neiva	27,7	29,1	30,1	30,9
Pasto/Chachagüi	19,2	20,6	21,6	22,4
Quibdó	26,4	27,8	28,8	29,6
Arauca	26,8	28,2	29,2	30,0
Puerto Carreño	28,2	29,6	30,6	31,4
Villavicencio	25,3	26,7	27,7	28,5
Yopal	26,2	27,6	28,6	29,4
Florencia	25,4	26,8	27,8	28,6
Leticia	25,8	27,2	28,2	29,0

Tabla 1. Temperaturas previstas en las principales ciudades del país, al aplicar las tasas promedias de incremento de la temperatura, previstas por el IDEAM y consignadas en la Segunda Comunicación Nacional del Gobierno de Colombia ante el CMNUCC (2010)

	Precipitación promedio actual (1970-2000)	Precipitación promedio para el 2011-2040	Precipitación promedio para el 2041-2070	Precipitación promedio para el 2071-2100
Precipitación media anual actual	796.8 mm.	.-11,6% (704,3 mm)	-16,1% (668,5 mm.)	.-3,4% (769.7mm.)

Tabla 2. Crecimiento proyectado de la precipitación media anual en la ciudad de Bogotá, de acuerdo con los escenarios climáticos del IDEAM.

En el caso de la temperatura media, el aumento previsto de acuerdo con las tasas promedias obtenidas por el IDEAM para todo el país sería el siguiente:

	Temperatura promedio actual (1970-2000)	Temperatura promedio para el 2011-2040	Temperatura promedio para el 2041-2070	Temperatura promedio para el 2071-2100
Temperatura media anual actual	13,5°C	.+1.4 (14,9°C)	.+2.4 (15,9°C)	.+3,2 (16,7°C)

Tabla 3. Crecimiento proyectado de la temperatura media anual en la ciudad de Bogotá, si se usan las tasas medias previstas a nivel nacional por el IDEAM

El análisis de la información para Bogotá en comparación con otras ciudades del país indica lo siguiente: la tasa de reducción de las lluvias es menor en comparación con otras regiones de Colombia, por ejemplo la zona plana de la región Caribe.
La tasa de reducción de las lluvias es mayor en las dos primeros períodos tridecadales (hasta 2070) en comparación con el último período (2071-2100), situación que resultaría en una aparente aumento de las precipitaciones para finales de siglo en comparación con las dos décadas anteriores, sin que sea mayor que la precipitación actual.
La temperatura media del aire se incrementará de manera progresiva en la capital a la par con el resto del país, aunque se mantendrá la diferenciación climática debido a la altitud. Así como la temperatura aumentará en la ciudad, también ocurrirá en los alrededores. En realidad ocurrirá un desplazamiento vertical de las zonas homogéneamente térmicas.

DOS FRENTES PARA ATACAR EL CAMBIO CLIMATICO: MITIGACION Y ADAPTACION

El clima actual no tiene fronteras geográficas, ni políticas como tampoco lo tendrá el Cambio Climático esperado. Por ejemplo, las emisiones industriales de un país desarrollado de latitudes medias, tarde o temprano también afectarán la atmósfera de un país ecuatorial, debido a la mezcla que la circulación general de la atmósfera realiza. Otro ejemplo es que la desforestación intensiva de los bosques tropicales ha modificado el albedo promedio de la tierra y esto también alterará la atmósfera de latitudes medias. Todos los países, ricos o pobres sentirán los rigores del cambio climático, algunos más que otros, haciendo la salvedad que los más avanzados tiene mayores recursos, menor población y mejor educación para enfrentarlo en comparación con los países en vías de desarrollo donde ni siquiera hay un conocimiento del clima promedio y de la variabilidad climática.

La lucha actual para impedir que los gases de efecto invernadero de origen humano amenacen la supervivencia humana, se centra en dos actividades: de una parte, actividades para la reducción de las emisiones, lo que se llama mitigación que es hoy una tarea vinculante para los países avanzados, signatarios del Protocolo de Kioto. Los países en vías de desarrollo, como Colombia, no tienen obligaciones de reducción. De otra parte actividades de adaptación al cambio climático. Hoy en día se reconoce que las acciones de mitigación requieren una respuesta conjunta y coordinada a nivel internacional mientras que las acciones e iniciativas de adaptación deben ser definidas e implementadas a nivel nacional o subregional, pues los impactos y las vulnerabilidades son específicos de cada lugar.

MITIGACION DEL CAMBIO CLIMATICO

Este término debe entenderse como todas las opciones que llevan a la limitación, reducción o estabilización de las emisiones de gases de efecto invernadero a la atmósfera por las actividades humanas y que es el objetivo de la Convención Marco de Naciones Unidas sobre Cambio Climático (CMNUCC). A primera vista parecería lógico no solamente limitar las emisiones de esas sustancias sino prohibir todo tipo de emisiones con base en el uso de combustibles fósiles, lo que sería óptimo, desde el punto de vista ambiental. Sin embargo una medida radical de esta naturaleza crearía un caos global: el actual bienestar de la humanidad, el crecimiento económico e industrial de las grandes potencias se hizo con base en el uso de combustibles fósiles, herencia que recibieron los países en vías de desarrollo. Habría que cerrar muchas fábricas y empresas, con el desempleo resultante y fuertes problemas sociales; se pararía el desarrollo socioeconómico de todos los países, tanto desarrollados como en los que están en vías de desarrollo. Para no frenar ese desarrollo, sobre todo en los países en vías de desarrollo habría que buscar alternativas y coordinar las actividades de mitigación a nivel internacional, regional y local mediante medidas como:

Concientización y educación sobre el tema: el mejoramiento de la calidad de vida de la población y el desarrollo socioeconómico no debe lograrse a costa de una degradación ambiental, lo que al final actuaría en contra de la propia supervivencia humana. Las comunidades necesitan informarse sobre los temas de variabilidad climática y las fluctuaciones naturales del clima como EL NIÑO y LA NIÑA, los riesgos del cambio climático y las medidas de adaptación. Es importante la investigación en temas climáticos para diferenciar los eventos propios de la variabilidad climática de los producidos por el cambio climático.

Cambio gradual de tecnologías: se requiere pasar del uso de tecnologías basadas en carbono a tecnologías más limpias o menos contaminantes.

En la construcción de edificios, por ejemplo, se debería buscar el uso de materiales en las fachadas que impidan de alguna manera las oscilaciones amplias de temperatura, previniendo tanto valores muy altos, que exigieran el uso de sistemas de refrigeración; como valores muy bajos, que obligaran a recurrir a sistemas de calefacción. Actualmente esta variación amplia de temperaturas (oleadas de calor u oleadas de frío) crea una demanda adicional de energía, que actualmente es atendida con base en combustibles fósiles.

En el tema de transporte, la mitigación se puede realizar en dos frentes de manera simultánea; uno es el cambio paulatino hacia combustibles más limpios y menos generadores de GEI: la sustitución del uso de la gasolina en los vehículos por combustibles menos contaminantes como el diesel y gas propano, para posteriormente en el largo plazo propender por el uso de vehículos híbridos que funcionen con electricidad o energías limpias.

El segundo frente consiste en promover una política que promueva y privilegie el uso del transporte público, en desmedro del transporte privado, previo el desarrollo de una política de movilidad para las grandes ciudades que tenga en cuenta la puesta en operación o ensanchamiento de los sistemas de transporte masivo tipo Transmilenio, metro, tren de cercanías, etc. de tal manera que el uso del transporte particular tenga menos acogida. El transporte masivo consume menos energía, desplaza mayor cantidad de usuarios en menor tiempo, si el mismo está bien organizado. Esta propuesta no solamente reduce los gastos en combustible, sino que representa una mejoría en la calidad del aire de las ciudades y en una mejor salud para sus habitantes.

Políticas públicas: una legislación transitoria favorable al uso de energías limpias y que facilite su expansión a nivel comercial, industrial y de vivienda, en los diferentes sectores productivos que puede expresarse en forma de créditos blandos, subsidios, préstamos con intereses bajos y a largo plazo, rebaja de impuestos para la adquisición de tecnologías menos contaminantes, etc.

Potenciación de los sumideros naturales de carbono (secuestro o fijación del carbono): de todas las emisiones de GEI a nivel global, el 77% de las mismas corresponde a emisiones de CO_2. En este porcentaje están incluidas las emisiones por desforestación. La protección de los bosques y de las cuencas puede catalogarse como una actividad de reducción de los gases GEI en la atmósfera.

Educación sobre ahorro de energía y agua: hacen parte de la contribución personal de todos los habitantes del planeta

ACTIVIDADES DE MITIGACION DEL CAMBIO CLIMATICO EN COLOMBIA

Dos años después de la adhesión formal al Protocolo de Kioto, en el año 2002 se creó en el MAVDT la Oficina Colombiana para la Mitigación del Cambio Climático con el objetivo de estimular la reducción de emisiones de gases de efecto invernadero entre los sectores productivos, buscando el desarrollo sostenible y el crecimiento económico y con especial énfasis en el uso de mecanismos de la Convención Marco, como el MDL que permitan el secuestro del carbono con recursos de países pertenecientes al ANEXO 1 de la Convención..

Se han implementado hasta la fecha diferentes opciones de mitigación mediante actividades nacionales y locales de reducción de gases de efecto invernadero en muchos sectores, lo que no solamente contribuye al logro de los objetivos globales sino que ayudan a mejorar la calidad de vida a nivel nacional. Buscando ayuda financiera internacional, muchos de las actividades actuales de mitigación en el país se circunscriben al Mecanismo de Desarrollo Limpio (MDL), que hace parte del Convenio Marco de Cambio Climático. Este medio le permite a un país desarrollado que haya adherido al Convenio, cumplir con sus obligaciones de limitar o disminuir sus emisiones no solo en su propio país sino en terceros países, mediante la compra de certificados de reducciones. En este aspecto, Colombia ha tomado posición en el sentido de aprovechar al máximo esta posibilidad.

De acuerdo con lo establecido en los Lineamientos de Política de Cambio Climático y en el Plan Nacional de Desarrollo (PND) 2002-2006 - Hacia un Estado Comunitario, que definió metas en términos de reducción voluntaria de emisiones GEI, se estableció la Estrategia institucional para la venta de servicios ambientales derivados de la mitigación de cambio climático, para impulsar una mayor participación del país en materia de MDL y estableció la generación del marco institucional necesario para que se desarrollaran eficientemente las actividades de reducción de emisiones.

Los Planes Nacionales de Desarrollo (PND) 2002-2006 y 2006-2010 establecieron diferentes acciones a llevar a cabo en el país para mitigar el cambio climático y para aprovechar la posibilidad de ingresos económicos bajo el mecanismo MDL mediante la venta de servicios ambientales. Es así como iniciativas provenientes de los sectores como el energético, transporte, forestal, industrial y de residuos completan un portafolio de más de 140 proyectos. El potencial anual de reducción de emisiones de GEI del total de los proyectos MDL que hacen parte del portafolio nacional es de aproximadamente 16.402.496 ton CO_2 equivalente, reducciones que podrían generar potenciales ingresos al país de unos USD$ 152.000.000.[10]

[10] MAVDT. Segunda Comunicación Nacional sobre Cambio Climático

Cada sector definió unas estrategias y unas actividades concretas. Por ejemplo el sector energético tiene el Plan Energético Nacional 2006-2025 (MME & UPME, 2006); programa Uso Racional de Energía –URE- y Fuentes No Convencionales de Energía (MME, 2001); programa Uso Racional y Eficiente de Energía y otras formas de Energía no Convencionales -PROURE- (MME, 2001 y 2003); subprogramas de Zonas No Interconectadas (IPSE, 2005); y Programa Metano al Mercado con EPA-USA- y el MAVDT.
Ecopetrol como entidad líder en el sector petrolero cuenta con iniciativas de mitigación en los procesos de producción, transporte y refinación; aprovechamiento y uso del gas, la sustitución de combustibles, la generación de energía con tecnologías y/o combustibles menos intensivos en emisiones de GEI y la eficiencia energética. En el sector transporte actualmente están en operación o construcción ocho Sistemas Integrados de Transporte Masivo (SITM) en Bogotá D.C., Soacha, Barranquilla, Bucaramanga, Cali, Cartagena, Medellín (Valle de Aburrá) y Pereira (Dos Quebradas)
En el sector industrial nacional hay muchas actividades pendientes por realizar como por ejemplo mejorar la eficiencia energética, cambios en los procesos productivos, en los propios productos etc.

La conservación de los bosques y de las cuencas geográficas puede considerarse como un método de mitigación debido a la capacidad de absorción o fijación del CO_2 que tienen las coberturas vegetales. Una recuperación de las superficies modificadas, significaría múltiples beneficios para la salud del planeta, para los ecosistemas globales y para la estabilidad hídrica. Colombia también ha proseguido en su campaña de proteger sus áreas naturales. Desde el 2006 se crearon las siguientes nuevas áreas protegidas: Parque Nacional Natural (PNN) Serranía de los Churumbelos Auka-Wasi; PNN Complejo Volcánico Doña Juana Cascabel; PNN Yaigoje-Apaporis y, Santuario de Flora Plantas Medicinales Orito Ingi-Ande, de acuerdo con información del MAVDT. Nuevas áreas del país están en proceso de convertirlas en parques naturales.

En el sector forestal también existen políticas nacionales que llevan a la reducción de las emisiones: la Política de Bosques (DNP, 1996), el Plan Verde (DNP & MMA, 1998) y el Plan Nacional de Desarrollo Forestal (DNP et al., 2000) y también actividades concretas en este sentido. Se adelantan trabajos enfocados en la ubicación de las áreas con potencial para la ejecución de proyectos forestales de mitigación, con base en la definición de bosque en el marco del MDL (MAVDT & Ideam, 2005) y para lo cual se han establecido criterios. Durante el periodo 2002-2008, el MAVDT ha fomentado el establecimiento de alrededor de 151.821 ha de reforestación protectora, con el objeto de apoyar la gestión integral del recurso hídrico. Se estima que éstas poseen un potencial de reducción de emisiones que asciende a 13.175.937 t/C en 20 años. Por su parte el MADR promovió la reforestación comercial con la siembra de 260.287 ha. Se destaca una tendencia positiva en el crecimiento de plantaciones forestales en el país. En un horizonte de 20 años, se estima un potencial de reducción de emisiones equivalente a 42.640.216 t/C, para el total de las plantaciones comerciales y 1.607.773 t/C para las plantaciones de caucho.

Adicionalmente el Programa Familias Guardabosques de la Presidencia de la República que cuenta con 88.488 familias vinculadas, en el tema de mitigación protegen 282.588 ha de bosques, rastrojos y páramos y se ha posibilitado la recuperación de 53.477 ha según la Oficina de las Naciones Unidas contra la Droga y el Delito (ONUCDD & Acción Social, 2007a). Igualmente, están vinculadas a proyectos productivos 49.874 familias con 87.748 ha de cultivos legales.

El MADR adelanta actualmente diferentes investigaciones relacionadas con el efecto del cambio climático en la agricultura, la ganadería y la pesca que buscan evaluar diferentes tecnologías de mitigación e incluso adaptación, teniendo en cuenta los impactos potenciales. En el sector residuos se ha elaborado un estudio con la colaboración del BID para estimar la producción potencial de metano que podría usarse: Los resultados del análisis muestran que de los 20 rellenos sanitarios analizados, existe un potencial de generación de metano de alrededor de 48,8 millones de m3 para el año base 2006; lo cual obedece a un promedio anual de 2,5 millones y 788,8 millones de m3 para el año 2021.

Vale la pena mencionar que el MAVDT en el año 2009 emitió las resoluciones 551 y 552 que considera los requisitos y procedimientos para la aprobación nacional de proyectos de reducción de GEI que opten por el mecanismo MDL.

Reducción de emisiones GEI en Bogotá

Hay pasos concretos que se han dado en la capital en el tema de la mitigación de GEI, a pesar de que no hay todavía una política distrital integrada para el tema del cambio climático y las tareas de reducción de emisiones han estado mayormente enfocadas a mejorar la salud pública. En el año 2007 se emprendieron acciones por parte de la entidad ambiental de ese entonces DAMA, dirigidas a optimizar el manejo y operación de calderas. Las emisiones de GEI en Colombia en su mayor parte deben estar concentradas en las grandes ciudades del país, donde hay mayor población humana que demanda energía, se crean más residuos, un mayor número de actividades humanas que demandan el uso de combustibles fósiles y servicios de transporte que hacen uso de ellos. El uso de un sistema masivo de transporte como lo es el Transmilenio le ha permitido a la capital reducir las emisiones por el uso de menor cantidad de combustible De acuerdo con el informe de monitoreo de las fases II y IV del sistema Transmilenio de Bogotá, se generaron reducciones de GEI de 128.905 t CO_2 equivalente, durante el periodo 2006 y 2007. El programa de “chatarrización” va en la dirección correcta de mejorar la prestación del servicio público de transporte y a la vez enfrentar también el cambio climático.

El tratamiento del gas metano del relleno Sanitario Doña Juana de Bogotá, considerado en un proyecto MDL, le permitiría obtener ingresos estimados de USD$ 9.000.000. con un potencial promedio de reducción de emisiones de GEI anual cercano a 810.726 t de CO2 equivalente. De

acuerdo con los estudios contratados por la administración distrital de Bogotá, el potencial de reducción de emisiones de GEI asciende a 5 Millones de toneladas de CO_2 equivalente, para un periodo de 12 años

VULNERABILIDAD AL CAMBIO CLIMATICO EN COLOMBIA

Los impactos del cambio climático y de la variabilidad climática ya afectan a algunos países, en particular a los más pobres y menos desarrollados, que son los más vulnerables, porque cuentan con menos recursos y los factores sociales, físicos, ambientales y económicos de los que habla Wilches, 2008[11] no son los más favorables. EL cambio climático puede traer pobreza adicional, impidiendo el desarrollo sostenible de los países, así como su capacidad de alcanzar los Objetivos de Desarrollo del Milenio de las Naciones Unidas (ODM) para el año 2015.

Somos vulnerables por los factores ambientales, físicos y sobre todo por los económicos. De acuerdo con las evaluaciones recientes sobre las emisiones de gases GEI en Colombia y que están en la Segunda Evaluación, gran parte de las emisiones de CO_2 se deben no por las actividades industriales sino por los procesos de deforestación que actualmente se llevan a cabo a una tasa de 300000 hectáreas por año[12]. Esto como consecuencia del cambio en el uso del suelo, buscando preparar terrenos aptos para la agricultura o ganadería o modificando el entorno natural en búsqueda de minerales o para cultivos ilícitos. A la vez que modificamos nuestro entorno natural, "limpiando" los terrenos, estamos modificando los flujos de radiación y estamos haciendo que el suelo emita más energía infrarroja. Todos estos cambios afectan nuestras actividades diarias pero también el comportamiento de los ecosistemas. Todas las actividades humanas en mayor o menor grado son vulnerables a los cambios en el estado del tiempo y a los cambios climáticos en particular.

El cambio climático como amenaza puede tener impactos positivos y negativos en los sectores productivos del país. A medida que un país se desarrolla económicamente, el clima es una variable que los sectores productivos deben tener en cuenta en la planificación de las actividades.

[11] Wilches, Gustavo 1988. Auge, caída y levantada de Felipe Pinillo, mecánico y soldador o yo voy a correr el riesgo. Guía de la red para la gestión local del riesgo. Disponible en http://www.desenredando.org/public/libros/1998/gglr/index.html

[12] IDEAM

En la documentación adjunta de la Segunda Comunicación Nacional sobre Cambio Climático de Colombia 2010,[13] se llama la atención sobre el alto grado de vulnerabilidad al que están expuestos los diferentes ecosistemas en el país

"Zonas costeras e insulares

• De presentarse para el año 2100 un ascenso del nivel del mar en un metro, la población que se vería afectada estaría por el orden de 1,4 a 1,7 millones de habitantes, equivalentes entre 2 y 3% de la población nacional en ese mismo año; de estos porcentajes, 80% corresponde al Caribe y 20% al Pacífico.

• Aproximadamente 55% de la población del litoral Caribe estará expuesta a los efectos directos de la inundación marina. De la población afectada, aproximadamente 90% se encuentra localizada en las cabeceras municipales, en tanto que la restante se distribuye en forma dispersa en las áreas rurales.

• En el litoral Pacífico, alrededor de 41% de la población sería afectada por la inundación marina debida al ascenso del nivel del mar. De dicha población afectada, aproximadamente 36% se encuentra localizada en cabeceras municipales, en tanto que la población restante se distribuye en forma dispersa en el sector rural. Las cabeceras municipales de Tumaco, El Charco, Nuquí, Juradó, Santa Bárbara y Olaya Herrera son las que más población urbana concentran en las zonas con alguna posibilidad de inundación.

• Con el ascenso del nivel del mar en un metro se podría causar una inundación estimada, mayor del 10% de la isla de San Andrés, representado en áreas de marismas, cordones litorales, rellenos artificiales y algunas terrazas coralinas bajas cubiertas por mangle. En estas áreas se verían afectadas zonas urbanas de uso residencial y comercial, así como el puerto de la isla. En las islas de Providencia y Santa Catalina, el área expuesta a la inundación representa 3,8% del área de las islas, donde se incluyen sectores actualmente ocupados por zonas residenciales, comerciales y públicas, entre las cuales se encuentra el puerto de Providencia.

Áreas con infraestructura para generación hidroeléctrica por reducción de precipitación en sitios de generación

• Para el período 2011- 2040 se podría llegar a tener alrededor del 37% de la infraestructura de generación hidroeléctrica efectiva neta localizada en áreas de alto impacto, y en muy alto impacto alcanzaría un 6%. Tales impactos se localizarían principalmente en los departamentos de Antioquia, Caldas, Cauca, Cundinamarca, Huila y Nariño."

[13] Memoria de la Segunda Comunicación Nacional de Colombia ante la Convención Marco de Naciones Unidas sobre Cambio Climático. MAVDT,2010

ADAPTACION AL CAMBIO CLIMATICO

La adaptación al cambio climático es una necesidad inaplazable e imperante ante los escasos progresos y fracasos obtenidos en la reducción de los GEI por parte de los países industrializados firmantes del protocolo de Kioto y de otros países en desarrollo que aunque no tenían obligaciones de reducción de GEI, su actual desarrollo económico pujante de los últimos años se ha hecho a costa de grandes emisores como China, India y Brasil. La realidad es que, por el contrario, las emisiones crecen cada día.

La gran mayoría de los países en desarrollo no son grandes emisores, no tienen obligaciones de mitigación pero serán las primeras víctimas de los impactos del cambio climático de no considerar estrategias u opciones de adaptación, además de contribuir a la reducción de las emisiones. Ante un clima cambiante la adaptación comprende todas las opciones a nivel local o regional enfocadas a reconocer y responder ante la nueva realidad climática, adaptándose a un mundo más cálido, con extremos climáticos ya sea por exceso o déficit de humedad, posiblemente con muchas sorpresas que todavía no podemos descifrar de manera cabal debido a la incertidumbre que tienen todavía los actuales escenarios climáticos, en cuanto a la velocidad de esos cambios y a los marcos temporales de los mismos.

La adaptación de acuerdo con el glosario de la CMNUCC[14], es "un ajuste en los sistemas humanos o naturales en respuesta a los estímulos climáticos actuales o esperados o sus efectos, que modera los perjudiciales o explota las oportunidades benéficas".

La adaptación se puede entender como los procesos o actividades que se desarrollan a nivel local, regional o nacional ante los cambios climáticos. También se usa el concepto de "adaptabilidad" entendiendo por el mismo como la capacidad y potencialidad humana y /o de un sistema de anticipar y prepararse frente a los posibles daños del cambio climático y/o reducir sus riesgos de manera espontánea o planificada. En cierta manera esta capacidad de adaptación está asociada a factores que describen la vulnerabilidad como los ambientales, los físicos, sociales y los económicos, sobre los cuales se habló anteriormente y que son descritos por Wilches[15]. No es fácil descubrir que los más pobres tienen menor capacidad de adaptación porque tiene menos opciones y medios para adaptarse.

[14] CMNUCC en http://unfccc.int/essential_background/glossary/items/3666.php#A

[15] Wilches, Gustavo 1988. Auge, caída y levantada de Felipe Pinillo, mecánico y soldador o yo voy a correr el riesgo. Guía de la red para la gestión local del riesgo. Disponible en http://www.desenredando.org/public/libros/1998/gglr/index.html

Las poblaciones de los países en desarrollo necesitan protegerse de los impactos ambientales que puedan ocurrir sobre las propias poblaciones, los ecosistemas y los recursos naturales. Entonces la búsqueda de opciones de adaptación debería llevar a cada ciudadano del mundo, comunidades y países a actuar frente a las siguientes problemas de escala global, planteados por el IPCC: 1) la tierra se ha calentado en 0.7°C en el siglo XX y se estima que para el 2100 el grado de calentamiento frente al clima actual sea de entre 1.8°C y 4°C 2) el nivel del mar subió 17 centímetros en el siglo XX y para el 2100 se estima que puede ascender entre 18 y 59 centímetros con respecto al dato actual. Estas son las mediciones y escenarios promedios globales pero en cada país, en cada región el escenario puede ser mejor o peor, teniendo en cuenta que el cambio climático podría traer ventajas comparativas a algunas zonas del mundo. Adaptarse significa tomar las medidas necesarias para evitar los impactos negativos del cambio climático o explotar las positivas que no se descartan con el cambio climático.

La adaptación se apoya en la teoría del riesgo, que requiere conocer la amenaza en primer lugar (los escenarios climáticos futuros) y la vulnerabilidad o grado de exposición de los ecosistemas o comunidades para contrarrestar los efectos del cambio climático. Luego de contar con los escenarios climáticos regionalizados que se obtienen de escenarios climáticos globales, se procede al estudio de la vulnerabilidad actual y de las adaptaciones aplicadas y experiencias tenidas hasta el presente. Es necesario conocer con la mayor aproximación posible la información climática actual para tener mejores escenarios futuros. Posteriormente ya se puede tener una evaluación de los potenciales impactos (riesgos) ante los cuales sería necesario adaptarse. La experiencia española[16] indica que "esta (la adaptación) es una tarea compleja que puede realizarse a diferentes niveles de profundidad, y que requiere un conocimiento detallado de las condiciones climáticas presentes, de los potenciales escenarios regionales futuros de cambio climático, de la evolución de los parámetros socioeconómicos claves para los horizontes temporales contemplados y de la respuesta de los componentes biofísicos de cada sector o sistema en consideración".
Conocidos los impactos posibles debe formularse la estrategia de adaptación, que se basará en un examen de las diferentes opciones teniendo en cuenta la relación beneficio/costo y la gravedad o cercanía de ocurrencia de los impactos. Las estrategias de adaptación deben ser dinámicas, teniendo en cuenta el desarrollo científico en el conocimiento del clima, los nuevos escenarios climáticos, el contexto socioeconómico a nivel nacional e internacional y una mejor información sobre la vulnerabilidad. Entre las opciones de adaptación aparecen las tecnológicas, algunas de las cuales todavía no son rentables, una vez hecho el análisis beneficio/costo.

Medidas nacionales, regionales y locales de adaptación al cambio climático deben implementarse de manera paralela de acuerdo con las condiciones específicas de cada país y de cada región

[16] Plan Nacional de Adaptación al Cambio Climático de España. Páginas 13 al 39

climática, teniendo en cuenta que los impactos serán diferenciados para cada país de acuerdo con sus características geográficas y climáticas e inclusive para cada región geográfica dentro de cada país. Una vez conocidas las medidas de adaptación, las mismas deben incluirse en los planes sectoriales y regionales y en las políticas de planeación para su posterior implementación. Esta aproximación coincide con la propuesta del APF (Adaptation Policy Framework o en español Marco Político de Adaptación), instrumento desarrollado por el PNUD y el GEF.

Varias opciones de adaptación al cambio climático han sido propuestas para países en vías de desarrollo (ver tabla 4) y en la fecha existen diferentes proyectos en marcha. Con respecto al sector de recursos hídricos, y para el caso de sequía por ejemplo, existen las opciones de la reutilización del agua, el reciclado, prevención de la contaminación del aire, del suelo y del agua, ahorro de agua, gestión de sequías, zonificación de áreas inundables. En los sectores agrícola, ganadero, avícola y de seguridad alimentaria se debe considerar para el caso de un escenario climático de sequía el uso de semillas resistentes a las mismas; el cruce de bovinos que se adapten a las oleadas de calor; enramadas o cubiertas especiales para protección del ganado y de las aves ante el calor. Igualmente considerar el uso de biofertilizantes. En el tema de la salud humana se requieren sistemas de vigilancia epidemiológica mejorados, conectados con los servicios meteorológicos y climáticos de los países; probablemente el uso más extensivo de angeos y de toldillos para proteger el sueño y de prevención ante los vectores portadores de enfermedades. En las zonas costeras, la adaptación exigirá el desplazamiento físico de la infraestructura habitacional y turística hacia sitios más altos y retirados de la línea de costa ante un empuje del mar por su expansión térmica. Esto en cuanto a los impactos en los seres humanos pero los ecosistemas naturales también sentirán el cambio climático, previéndose que algunas de las especies no podrán adaptarse y sucumbirán, con lo que parte de la biodiversidad puede perderse para siempre. Los ecosistemas suministran servicios vitales tales como agua potable, alimentos, medicinas, protección, hábitat, materiales frescos, materiales genéticos, recursos naturales.

La adaptación al cambio climático está asociada a la reducción de los desastres y si los países se preparan para enfrentar los fenómenos actuales de variabilidad climática, les será más fácil enfrentar los fenómenos extremos del cambio climático. La Asamblea General de la ONU lanzó en el año 2000 la Estrategia Internacional para la Reducción de Desastres (EIRD) "... para construir comunidades resilientes a los desastres, incrementando la conciencia sobre la importancia de la reducción de desastres como un componente integral del desarrollo sostenible." Los objetivos que se buscaban eran cuatro:

1- Incrementar la conciencia pública sobre la reducción de los riesgos (vulnerabilidades y amenazas).

2 Lograr un compromiso por parte de las autoridades públicas dirigido a la implementación de políticas y acciones para la reducción de desastres.

3. Estimular alianzas interdisciplinarias e intersectoriales, incluyendo la expansión de las redes para la reducción de desastres.
4. Lograr el mejoramiento del conocimiento científico sobre las causas de los desastres.

Desde el seno de Naciones Unidas se señalaron pautas que permitieran salir a los países del círculo vicioso de los desastres, que frenan el desarrollo sostenible por cuanto la sumatoria de los múltiples desastres que ocurren cada año resultan en cuantiosas pérdidas materiales que superan las inversiones económicas, no permitiéndoles a los países progresar. El cambio climático se dirige a polarizar los climas locales entre muy secos y muy húmedos con los fenómenos inherentes a cada extremo, provocando migraciones hacia las ciudades en busca de oportunidades de vida y de trabajo, por lo que una mejor planificación de todos los sectores productivos y de las ciudades se hace necesaria.

El 75% de los desastres actuales son de origen hidrometeorológico. Si nos preparamos desde ya a luchar contra los desastres, estaremos adaptándonos al cambio climático, aumentando la resistencia de las sociedades. El tema de esta preparación y de la prevención exige el conocimiento de amenazas y de vulnerabilidades; la compilación de datos y evaluación de riesgos; mejores políticas y mecanismos de transferencia del riesgo; ordenamiento territorial; manejo integrado ambiental y la operación de sistemas de alerta temprana.

Medidas de adaptación en sectores vulnerables claves destacadas en las Comunicaciones Nacionales de los países en desarrollo		
Sectores Vulnerables	**Adaptación reactiva**	**Adaptación anticipada**
Recursos Hídricos	Protección de aguas subterráneas	Mejor uso del agua reciclada
	Manejo mejorado y mantenimiento de los sistemas de suministro de agua existentes	Conservación de las cuencas abastecedoras de agua
	Protección de las cuencas abastecedoras de agua	Sistema mejorado del manejo de agua
	Suministro mejorado de agua	Reforma de la política de agua incluyendo las políticas de costos y de irrigación
	Recolección de agua lluvia y subterránea y desalinización	Desarrollo de control de inundaciones y monitoreo de sequía
Agricultura y seguridad alimentaria	Control de erosión	Desarrollo de cultivos tolerantes/resistentes (a la sequía, sal, insectos/pestes)
	Construcción de presas para irrigación	Investigación y desarrollo
	Cambios en el uso y aplicación de fertilizantes	Manejo del agua - suelo
	Introducción de nuevos cultivos	Diversificación e intensificación de los cultivos para alimentación
	Mantenimiento de la fertilidad de los suelos	Medidas políticas, incentivos/subsidios, mercado libre
	Cambios en las fechas de siembra y recolección de cosechas	Desarrollo de sistemas de alerta temprana
	Cambio a diferentes cultivos	
	Programas educacionales y de extensión sobre conservación y manejo del agua y del suelo	
Salud humana	Reforma del manejo de la salud pública	Desarrollo de sistemas de alerta temprana
	Mejoramiento de la vivienda y condiciones de vida	Vigilancia y monitoreo mejorado de los vectores de enfermedades
	Respuesta mejorada a emergencias	Mejoramiento de la calidad medioambiental
		Cambios en el diseño urbano y de vivienda
Ecosistemas terrestres	Mejoramiento de los sistemas de manejo incluído el control de la desforestación, reforestación y aforestación	Creación de parques/reservas, áreas protegidas y corredores de biodiversidad
	Promoción de la agrosilvicultura para mejorar los bienes y servicios forestales	Identificación, desarrollo de especies resistentes al cambio climático
	Desarrollo/mejoramiento de los planes nacionales de manejo de incendios forestales	Mejor valoración de la vulnerabilidad de los ecosistemas
	Mejoramiento del almacenamiento de carbono en los bosques	Monitoreo de especies
		Desarrollo y mantenimiento de bancos de semillas
		Inclusión de factores socioeconómicos en la política de manejo
Zonas costeras y ecosistemas marinos	Protección de la infraestructura económica	Manejo integrado de la zona costera
	Educación y concientización pública para potenciar la protección de los ecosistemas costeros y marínos	Mejor planificación y zonificación de la zona costera
	Construcción de defensas marinas y reforzamiento de playas	Desarrollo de legislación para la protección de los litorales
	Protección y conservación de los arrecifes de coral, manglares, pastos marinos y vegetación litoral	Investigación y Monitoreo de las costas y de sus ecosistemas

Tabla 4. Medidas de adaptación en sectores vulnerables claves destacadas en las Comunicaciones Nacionales de los países en desarrollo. Fuente: IPCC (2007)

Los sistemas de alerta temprana SAT como estrategia de adaptación a la variabilidad climática y al cambio climático.

En el tema de la prevención de desastres de origen natural y que afecta a todos los sectores productivos, una opción de adaptación es la instalación o mejoramiento de los sistemas de alerta temprana SAT de amenazas naturales en cabeza de los servicios climáticos nacionales y locales para la prevención de los desastres de origen natural y los sistemas mejorados de atención y prevención de emergencias. Esta es una actividad enmarcada dentro de la gestión del riesgo por desastres. Los SAT permiten hacer un seguimiento de las amenazas, pronosticar las mismas, emitir las alertas y tomar las medidas de prevención que mitiguen el daño y las pérdidas de vidas humanas. Los sistemas de alerta temprana son necesarios hoy para luchar contra las amenazas de la variabilidad climática pero serán más necesarios en el mañana por las situaciones críticas que pudieran aparecer por los cambios climáticos y para lo cual se requieren herramientas técnicas de prevención.

El concepto de alerta temprana ha evolucionado en los últimos años. De la medición de unos parámetros meteorológicos, hidrológicos oceánicos o geológicos, y la formulación de unos pronósticos y alertas, se ha pasado a la toma real de decisiones por parte de las comunidades con base en las alertas emitidas, a un conocimiento detallado de las amenazas y a la construcción de escenarios de riesgo por parte de los organismos encargados de las emergencias.

Hoy en día se puntualiza que un sistema completo de alerta temprana debe contener los siguientes elementos[17]:

- *"Un subsistema de alerta para el monitoreo y pronóstico de las amenazas a nivel internacional, nacional y local. La información científica se analiza y se comunica a las autoridades nacionales, regionales o locales, responsables del manejo de las situaciones de riesgo.*
- *Un subsistema de información de riesgo, que permita a las autoridades encargadas del manejo de emergencias generar escenarios de riesgo. Estos deberían indicar el impacto potencial de la amenaza sobre grupos vulnerable específicos y sectores de la sociedad.*
- *Un subsistema de preparación para los desastres, en el que las estrategias se desarrollan para indicar acciones que reduzcan la pérdida y el daño esperado por un evento de amenaza.*

[17] International Decade for Natural Disaster Reduction. Early Warning Programme. Report on National and Local Capabilities for Early Warning Convener of International Working Group, and first Author:Mr. Andrew Maskrey. Octubre 1997

- *Un subsistema de comunicaciones que permita la comunicación oportuna de información sobre las amenazas, los escenarios de riesgo potencial y las estrategias de preparación a los grupos vulnerables, de tal manera que puedan tomar las medidas de mitigación apropiadas".*

Ante el incremento de la frecuencia y de la intensidad de los fenómenos severos se precisa intensificar hacia el futuro los presupuestos destinados a la implementación de los SAT. Los sistemas de alerta temprana deben tener mayor resolución, mayor equipamiento en los sitios más poblados como los son las grandes ciudades colombianas.

LINEAMIENTOS PARA LA ADAPTACIÓN EN COLOMBIA[18]

El gobierno colombiano con recursos del GEF (Fondo del Medio Ambiente Mundial) lleva cabo actualmente el proyecto INAP (Proyecto Nacional Integrado de Adaptación - Colombia) dedicado a analizar el tema de la vulnerabilidad de la zona costera e insular, de la salud, de la alta montaña ante los cambios climáticos previstos y definir e implementar medidas específicas de adaptación. Este proyecto liderado por el IDEAM y financiado en gran parte por el Banco Mundial ha servido de plataforma para el estudio de las opciones de adaptación en Colombia y de lineamientos de política en esta temática. El proyecto contó con recursos totales de USD 15 millones, comenzó en 2006 y está por terminar en lo que resta de 2010.

La experiencia de este y otros proyectos similares sirvió para que el MAVDT propusiera en la Segunda Comunicación Nacional de Cambio Climático de 2010 los siguientes lineamientos:

- Fortalecer la gestión de la investigación y la transferencia del conocimiento
- Fortalecer la gestión del riesgo
- Mejorar el uso del territorio como estrategia para disminución de la vulnerabilidad
- Reducción de los impactos ambientales, económicos y sociales.
- Mejorar la capacidad de adaptación de las comunidades vulnerables.
- Valorar y proteger la base productiva a partir de los bienes y servicios de la biodiversidad
- Fortalecer la gestión de cooperación y recursos para la adaptación

En el caso de Colombia los estudios de adaptación requieren información más detallada, en escalas de mayor resolución; y esto es válido no solo en lo referente a la información histórica hidrometeorológica sobre la cual se basan los modelos de clima actual y los escenarios climáticos,

[18] Memoria Resumen Ejecutivo de la Segunda Comunicación Nacional de Cambio Climático. MAVDT. junio de 2010. En

sino también en lo concerniente a toda la información socioeconómica que se analiza. Debido a la complejidad de la topografía de Colombia, hay que trabajar con información tridimensional, inclusive a nivel de ciudades o poblaciones. Dados los avances que tiene Colombia en materia de política y normatividad ambiental y sectorial, las acciones de adaptación se orientan en buena medida a fortalecer acciones ya emprendidas pero que requieren considerar las variables climáticas en su planeamiento y ejecución.

Lo último pero no lo menos importante, la implementación de las diferentes opciones de adaptación, una vez analizada la relación beneficio/costo exige la consecución de recursos financieros y además capacidad técnica para llevar a cabo los proyectos.

LINEAMIENTOS DE CAMBIO CLIMATICO PARA BOGOTA D.C.

Consideraciones

Las grandes ciudades aportan a la atmósfera gases de efecto invernadero de dos maneras paralelas: mediante los procesos industriales y las actividades de transporte principalmente y por el uso creciente de energía ante una urbanización acelerada (cambio en el uso del suelo) y desarrollo económico. Ante una atmósfera con una composición química diferente que atrapa el calor, se modifica el balance radiativo local que no es más que la diferencia entre la radiación entrante y la saliente, lo que conlleva a un aumento en la temperatura. Las cifras indican que las ciudades son responsables del 80% de las emisiones globales debido a la ubicación de los grandes centros industriales y la concentración de los medios de transporte[19]. Las ciudades son al mismo tiempo causa y efecto de los cambios climáticos. Un aumento de la actividad industrial sin un control de emisiones puede llevar a generar problemas de salud. El desarrollo urbano se ha hecho modificando el entorno natural, en muchos casos de manera no planificada ni concertada.

La gran batalla contra el cambio climático debe darse en las grandes ciudades donde todavía el crecimiento económico tiene prelación sobre los temas ambientales. De acuerdo con cifras de Naciones Unidas, se estima que a la fecha la población urbana del mundo es del 50%; para el año 2025 ese porcentaje puede subir al 60% y para el año 2050 llegar al 70%.

Bogotá D.C. como el núcleo del país donde se concentra la mayoría de la población colombiana y de las actividades económicas, es también la principal fuente generadora de gases de efecto invernadero. La ciudad crece de manera vertiginosa a medida que mejoran las condiciones de vida de sus ciudadanos, que llegan y se establecen debido a mejores opciones de trabajo y vivienda. Pero el crecimiento socioeconómico demanda mayores consumos de recursos naturales y energéticos, de mayor movilidad en las diferentes actividades, lo que aumenta los GEI. De otra

[19] Naciones Unidas. Habitat

parte, el paisaje urbano también ha ido cambiando, a medida que las fronteras entre lo rural y lo urbano han desaparecido, creando las islas de calor.

El proceso de expansión horizontal de Bogotá D.C, su densificación y la absorción de los municipios anexos seguirá inevitablemente en las siguientes décadas lo que la convertirá en una metrópolis. La presión sobre el cambio en el uso del suelo en las cercanías de la capital hará crecer la isla de calor y la modificación de su clima habitual. Hay que advertir que muchas de las tierras aptas para la agricultura y la ganadería que hoy existen en la Sabana pudieran desaparecer ante el empuje de la construcción, con una reducción sensible en la oferta alimentaria de los bogotanos. El ciclo hidrológico normal se alterará aún más ante las competencias por demandas de agua, lo que hará más complicado el manejo de los cauces naturales y artificiales.

Ante un clima más cálido, con posible alteración de los patrones climáticos no solo en Bogotá sino en todos los municipios cercanos que proveen de comida a Bogotá, la seguridad alimentaria puede colocarse en una situación complicada. La sustitución de la cobertura vegetal natural de la Sabana por materiales como el cemento, el asfalto y el ladrillo facilitaría el calentamiento del aire y la posible ocurrencia de eventos hidrometeorológicos severos que pueden poner en riesgo no solo la vida diaria de las comunidades sino los medios de subsistencia de la población y sus actividades.

Ante el problema del cambio climático, algunas ciudades de países desarrollados han tomado ya sus propias decisiones políticas y metas de adaptación, obligatorias para los siguientes alcaldes. Por ejemplo la ciudad de Londres tomó los siguientes compromisos: bajar de 45 megatoneladas de emisiones de CO_2 a menos de 20 para el año 2050[20]. Para lo anterior la ciudad cuenta con un Plan de Acción para el Cambio Climático.

La ciudad de Bogotá como Distrito Capital ha tenido desarrollos muy importantes en los últimos años, buscando mejorar los estándares de vida de su población tanto socioeconómicos como de salud y bienestar y se han realizado algunas actividades relacionadas con una mejor gestión ambiental y del riesgo, conexas con la adaptación al cambio climático, por lo tanto la política no comienza en cero y en la consideración de esta política debe reconocerse el camino hasta ahora recorrido.

El cambio climático es un tema transversal que cruza todos los sectores productivos y las actividades diarias de los capitalinos, por lo tanto deben coexistir estrategias institucionales, estrategias sectoriales con estrategias personales o de comunidades. Es decir, la política de cambio climático debe estar inmersa en otras políticas de la ciudad.

[20] Sustainable Urban Infrastructure. London Edition – a view to 2025. A research Project sponsored by Siemens.2009

Objetivos de la política de cambio climático

La política de cambio climático debe centrarse en el manejo sostenible de los recursos: agua, y energía y de los impactos del cambio climático en la salud, agricultura, seguridad alimentaria, prevención de desastres mediante políticas de control de las emisiones del transporte, del uso de combustibles fósiles en el sector industrial y manufacturero, de los residuos, buscando mejorar el nivel de vida de su población y de las futuras generaciones.
En el año 2008 el Consejo de Bogotá mediante el acuerdo No.589 le impuso a la Administración Distrital la formulación del PLAN DISTRITAL DE ADAPTACION AL CAMBIO CLIMATICO señalándole 8 estrategias relacionadas principalmente con la mitigación de gases GEI, algunas de ellas relacionadas con la adaptación. EL Acuerdo reconoce en particular que no hay unas cifras concretas de emisiones para la Capital, tarea en que se está trabajando actualmente, que la ciudad está inscrita en la "Iniciativa de Aire Limpio" para ciudades de América Latina y que se han hecho mediciones por parte de la SDA de las emisiones de partículas en zonas contaminadas. Recientemente la Secretaría de Ambiente ha promovido el Programa de Lucha contra el Cambio Climático. En concreto el Plan Distrital del Consejo le señala a la Administración distrital las siguientes estrategias:

1) Establecimiento del Inventario de emisiones de fuentes fijas, móviles, de área y biogénicas de la ciudad incluyendo los gases de efecto invernadero.
2) Renovación tecnología – Uso y cambio de electrodomésticos
3) Generación de nuevos Pulmones verdes y captura de CO_2
4) Promoción del Transporte con combustibles Limpios, y energía alternativas.
5) Fomento a la Producción y Mecanismos del Desarrollo limpio Generación de nuevos hábitos de consumo.
6) Difusión de información sobre los impactos del cambio climático.
7) Mitigación de los impactos en la Seguridad Alimentaria

Una vez descritos los temas de variabilidad climática y cambio climático, y con base en las estrategias formuladas por el Acuerdo del Consejo se proponen 5 líneas de trabajo que complementan las estrategias señaladas arriba y que servirían de soporte a una Estrategia Distrital de Cambio Climático que sea de carácter transversal e interinstitucional y son las siguientes:

Línea de trabajo 1 - Mitigación

El cambio climático afectará el desarrollo sostenible y la calidad de vida de los capitalinos por lo tanto las ciudades deben tener en su planeamiento una política de mitigación de los gases GEI o mejoramiento de los sumideros de carbono. La generación de GEI tiene un impacto muy fuerte en el

tema de la salud por cuanto las concentraciones de emisiones de gases y material particulado por encima de ciertos umbrales tienen relación con enfermedades pulmonares y de la visión.

Qué se ha hecho para mitigar las emisiones

Bogotá ha tenido avances importantes en este tema con las últimas administraciones:

1. Establecimiento y operación desde hace ya varios años de una red de calidad de aire por parte de la autoridad ambiental. Esta red ha servido para la vigilancia de los niveles de contaminación urbana y establecimiento de normatividad relacionada con umbrales de emisión.
2. Creación de más parques y zonas verdes. Programas de Reforestación
3. Introducción de medios de transporte masivo como el TRANSMILENIO, privilegiando el transporte público sobre el particular, mejorando la movilidad y reduciendo la cantidad de emisiones de gases nocivos para la salud y el ambiente. Creación de ciclovías.
4. Mejoramiento de la calidad del ACPM.
5. Estudios preliminares del potencial de metano en el relleno sanitario de Doña Juana
6. Inventario de gases de efecto invernadero por parte de la Secretaría de Ambiente, estudio que se adelanta actualmente y que está próximo a su publicación.
7. La exigencia de la revisión técnico – mecánica de los vehículos aunque es una medida nacional, sirve para mejorar el tema de las emisiones en Bogotá.
8. Recientemente en el mes de junio de 20101, el Alcalde Mayor Samuel Moreno Rojas se reunió con los sectores público y privado y firmaron un Manifiesto frente al Cambio Climático. Todos los Secretarios Distritales, gremios de la producción y empresarios, se comprometieron a unir esfuerzos para desarrollar acciones y alianzas estratégicas para disminuir la cantidad de Gases Efecto Invernadero

Opciones de mitigación hacia el futuro

La política urbana de cambio climático en el tema de la mitigación debe enfocarse en las siguientes áreas:

Transporte: no contaminante y eficiente energéticamente. Planificación del transporte público, incorporando el uso de sistemas masivos que usen combustibles más limpios Más de la mitad de los gases de efecto invernadero proceden del sector transporte. Promover el transporte híbrido. En el

caso del transporte privado propiciar políticas que desincentiven el uso del mismo a favor del transporte público y políticas que promuevan el uso de combustibles menos contaminantes. Instalar peajes para rodar en el centro de la ciudad.

Basura: Manejo de Basura y Residuos que incluya el reciclaje, instalación de rellenos sanitarios. Gestión mejorada de los desechos residenciales, industriales y agrícolas, manejo de escombros y basuras, manejo de aguas servidas domésticas e industriales. Impulso a los programas de reciclaje. Esto es más económico que transportar toda la basura a los rellenos sanitarios. Producción de biogás con base en metano que se genera en los rellenos sanitarios.

Industria: cambio en las tecnologías de producción con uso de energías menos contaminantes y emisoras de gases GEI y más eficientes energéticamente.

Legislación: créditos blandos y estímulos a los industriales para promover el uso de tecnologías limpias y menos contaminantes. Control a las emisiones de fuentes móviles y fijas y mejoramiento de los estándares máximos de emisiones. Ubicación de las industrias contaminantes.

Sistema de alerta temprana: expansión de la red de calidad del aire y emisión de pronósticos de calidad del aire

Bosques y zonas verdes: reforestación y ampliación de zonas verdes. Conservación de humedales.

Línea de trabajo 2 - Amenaza, vulnerabilidad y riesgo

Qué se ha hecho en el tema de amenaza, vulnerabilidad y riesgo

Zonificación por amenazas: El Distrito ha elaborado estudios para determinar el grado de amenaza, vulnerabilidad y riesgo de las comunidades contiguas a los cerros orientales para el tema de los incendios. Se cuenta también con mapas de vulnerabilidad a las inundaciones. La Empresa de Acueducto también cuenta con estudios sobre los recursos hídricos disponibles para abastecimiento de Bogotá. Se lleva igualmente un registro horario, diario y mensual de las precipitaciones y nivel del río Tunjuelo y se trabajan las emergencias teniendo en cuenta la vigilancia y los pronósticos meteorológicos: el Distrito cuenta con mapeo de amenazas de deslizamientos, inundaciones e incendios forestales, trabajos realizados por DPAE.

Opciones de amenaza, vulnerabilidad y riesgo hacia el futuro

Se deben actualizar con mayor frecuencia los mapas de amenaza (escenarios climáticos), vulnerabilidad y riesgo

Línea de trabajo 3 - Adaptación al cambio climático

Las actividades de adaptación deben buscarse localmente con la participación de las comunidades y teniendo en cuenta los escenarios climáticos previstos. Las actividades de adaptación deben ser dinámicas y flexibles y que correspondan a las actualizaciones de los escenarios climáticos

Qué se ha hecho en el tema de adaptación

Agua: Trabajos de verificación de fugas de agua en las líneas de conducción. Corrección de conexiones clandestinas. Prestación del servicio a un número mayor de usuarios. Multas a los derrochadores de agua en épocas muy secas con EL NIÑO.

Legislación: multas a las personas o consumidores excesivos de agua en condiciones climáticas muy secas con EL NIÑO.

Bosques y zonas verdes: trabajos de reforestación en las cuencas dispensadoras de agua. Mantenimiento de las zonas verdes

Alcantarillado: limpieza de alcantarillado de aguas lluvia y drenajes superficiales

Sistemas de alerta temprana: instalación de una red hidrometeorológica en la ciudad de Bogotá y en el rio Tunjuelo específicamente por parte de DPAE.

Respuesta a emergencias: mejoramiento de la capacidad de DPAE, Bomberos y otras entidades de emergencias para atender situaciones críticas por eventos de índole hidrometeorológico.

Opciones de adaptación hacia el futuro

De acuerdo con la experiencia de adaptación en España, "las opciones de adaptación una vez señaladas deben clarificarse en el sentido de definir los responsables, el horizonte temporal, el costo beneficio, análisis de los obstáculos y barreras para su desarrollo y aplicación, oportunidades de integración. Finalmente se tiene una lista priorizada de opciones".

Las actividades de adaptación deben ser dinámicas, y acomodarse a los escenarios climáticos cambiantes y de mayor precisión que se tengan en el futuro. Igualmente, las medidas de adaptación deben acomodarse a patrones de vulnerabilidad y de riesgo cambiantes. Los patrones de riesgo hoy pueden ser unos y mañana otros, debido a la mayor variabilidad espacial y temporal que se espera en los mismos. Hay que reducir la presión sobre los recursos naturales, incrementar el bienestar social de los más pobres y necesitados. Los escenarios climáticos prevén una disminución de la oferta hídrica del país y de la Sabana de Bogotá. De escasear el recurso agua en los municipios vecinos, la gente puede emigrar a la capital, aumentando la demanda del líquido. Los impactos

climáticos no ocurren de manera aislada, el impacto sobre un sector puede afectar de manera positiva o negativa a otro sector. La adaptación debe ser dinámica de acuerdo con el conocimiento que se adquiere.

Valdría la pena experimentar la metodología ADF (Adaptation Policy Framework) desarrollada por el PNUD y el FMAM (GEF). La misma incorpora la información y el conocimiento generado de las evaluaciones realizadas de vulnerabilidad y adaptación al cambio climático, teniendo en cuenta las experiencias y el conocimiento empírico de las poblaciones. EL ADF enfatiza la utilización del conocimiento científico – técnico así como los mecanismos de participación y organización local. El ADF considera que las medidas y políticas locales para la adaptación deberían ser consistentes y complementarias a las medidas nacionales y estas medidas deberían ser dinámicas como se dejó constancia arriba, debido a que el clima cambia con el tiempo. Las planificaciones que surjan de su aplicación deben ser necesariamente dinámicas.
La política urbana de adaptación al cambio climático debe enfocarse a:

Vivienda: ante un incremento en la temperatura deben promoverse las construcciones ecoeficientes y bioclimáticas, con mejores aislamientos que no permitan cambios extremos de temperatura, que precisen el uso de ventiladores o aires acondicionados o calefacción; electrodomésticos y equipos de oficina y casa que consuman menos energía.

Agua: manejo integrado del agua**;** suministro de agua en la cantidad y calidad requerida y planificando la entrega de la misma de acuerdo con las condiciones climáticas. Control de fugas en el transporte de agua.
Legislación: incentivos locales complementarios a los nacionales; instrumentos económicos como subvenciones, impuestos y permisos/cuotas de emisión negociables; actualización de los instrumentos legales relacionados con la normatividad ambiental relacionada con la calidad del aire,

Ordenamiento territorial: protección de áreas de alta amenaza por deslizamientos e inundaciones, recuperación de quebradas y mitigación de riesgos en los ríos Tunjuelo y Bogotá

Sistemas de alerta temprana: expansión de la red hidrometeorológica distrital de FOPAE; complementación de la red con nuevos sensores, incluidos los de base satelital o radar meteorológico; creación de un centro hidrometeorológico distrital; adquisición de tecnologías de sensores remotos como radar meteorológico para el seguimiento de eventos severos y de imágenes de alta resolución para el seguimiento de incendios y posibles deslizamientos de tierra. Los sistemas deben ser automatizados y concertados entre las diferentes entidades nacionales, regionales y locales que se ocupan del pronóstico y alerta de estas amenazas en el área de influencia del Distrito Capital.

Transferencia del riesgo: promoción del uso del seguro para compartir los riesgos de desastres por eventos hidrometeorológicos extremos

Ordenamiento territorial: La ciudad de Bogotá debe continuar su trabajo en el tema del ordenamiento territorial, que permita detener el crecimiento en dirección a zonas de riesgo y orientarlo en cambio hacia áreas sin mayores peligros o de riesgo mitigable; microzonificación de los requerimientos de construcción teniendo en cuenta los suelos y el entorno.

Sistema de información de riesgo mejorado que permita la actualización permanente de los mapas de amenaza, vulnerabilidad y riesgo. Se ha considerado que "la evolución de los patrones de amenaza han sido estudiados, pero los patrones de vulnerabilidad son más dinámicos[21] en muchos países. Esto se debe a la rápida urbanización, el cambio económico, la migración y en ciertos casos, variables tan complejas como el conflicto civil. El análisis de riesgo debe ser una actividad permanente en una ciudad grande como Bogotá. El riesgo es dinámico por eso la información física y socioeconómica debe actualizarse Lo anterior precisa que tanto la información física como la socioeconómica debe conseguirse con calidad y con la frecuencia deseada.

A medida que avanza la urbanización no planificada la información socioeconómica normalmente no está disponible. La información de riesgo disponible está generalmente limitada en la resolución espacial y temporal como para suministrar información útil sobre los patrones de riesgo que cada vez son más complejos y dinámicos. Hay que tener en cuenta que los mapas de riesgo de baja resolución dan la impresión de unos patrones de amenaza y vulnerabilidad homogénea sobre áreas amplias. A medida que el riesgo se vuelva más complejo, se hace más difícil predecir tanto las características de los eventos de amenaza y las consecuentes pérdidas.

Planificación de asentamientos y su infraestructura: teniendo en cuenta un ambiente más cálido, posiblemente se tenga que pensar en viviendas más amplias con techos más altos y ventanas más amplias que permitan una mayor aireación; uso de materiales reflectores de la radiación solar directa; a la par con esto, programas de arborización masiva aliviarían parcialmente el aumento de la temperatura; ubicación de instalaciones industriales en sitios en donde menos se afecte la salud de los capitalinos.

[21] Estrategia Internacional de Reducción de Desastres (ONU/EIRD).International Decade for Natural Disaster Reduction. IDNDR Early Warning Programme. Report on National and Local Capabilities for Early Warning Convener of International Working Group, and first Author:Mr. Andrew Maskrey. Octubre 1997

Auditoría medioambiental: Mejoramiento de los procesos de Auditoría y Publicación de Informes sobre el estado del medioambiente

El análisis de riesgo debe ser una actividad permanente en una ciudad grande como Bogotá. El riesgo es dinámico por eso la información física y socioeconómica debe actualizarse Lo anterior precisa que tanto la información física como la socioeconómica debe conseguirse con calidad y con la frecuencia deseada.

En áreas que experimentan rápida urbanización, crecimiento económico o migración, ninguna información se halla disponible en áreas extensivas de la nueva población. Otra dimensión del problema es que la información de riesgo disponible es generalmente limitada en la resolución espacial y temporal como para suministrar información útil sobre los patrones de riesgo que cada vez son más complejos y dinámicos.

Los mapas de riesgo de baja resolución dan la impresión de unos patrones de amenaza y vulnerabilidad homogénea sobre áreas amplias. A medida que el riesgo se vuelva más complejo, se hace más difícil predecir tanto las características de los eventos de amenaza como las pérdidas.

Línea de trabajo 4 - Desarrollo de capacidades

Qué se ha hecho en el tema de desarrollo de capacidades

Las entidades del Distrito no cuentan con el suficiente personal propio capacitado en el tema del Cambio Climático y no existe una Oficina dedicada exclusivamente al tema. Varios de los profesionales actuales por cuenta propia se han interesado en el tema. No se cuenta tampoco con profesionales meteorólogos, climatólogos e hidrólogos de carrera, ni hay personal del área socioeconómica. En este tema está casi todo por desarrollar. El desarrollo de escenarios climáticos está a cargo de IDEAM.

Opciones de Desarrollo de capacidades hacia el futuro

Creación de la Oficina Distrital de Cambio Climático con recursos económicos y de personal. Capacitación del personal actual en la temática.

Línea de trabajo 5 - Educación pública y gestión interinstitucional

Qué se ha hecho en el tema de educación pública y gestión interinstitucional

Educación: Se han usado las tecnologías de la comunicación como las páginas Web de la DPAE para crear conciencia sobre los peligros de las amenazas de tipo hidrometeorológica concernientes con la variabilidad climática y de la SDA sobre el tema de la contaminación y protección de humedales. Igualmente a través de la radio y de la televisión se han emitido cuñas en el mismo sentido. La Personería Distrital en el año de 2009 organizó un foro sobre el calentamiento global.
Campañas de promoción del uso racional de la energía y del agua en condiciones climáticas muy secas por parte de las empresas prestadoras de estos servicios. Campañas de la DPAE para el cuidado de los drenajes en épocas de lluvia y el cuidado de los cerros en las épocas secas de incendios forestales.

Opciones de Educación pública y gestión interinstitucional

Educación: las campañas llevadas a cabo por el Ministerio para cambiar el empleo de la bombilla tradicional por bombillas ahorradoras de energía. Uso de sistemas sanitarios ahorradores de agua; enseñanza en las escuelas sobre la necesidad de hacer uso racional del agua y de la energía. La SDA ha invitado a otras entidades del Distrito para analizar el tema de las emisiones GEI en la capital e igualmente para considerar un proyecto de cambio climático para Bogotá- región

Qué se debe hacer en Educación Pública y Gestión Interinstitucional

Educación: promover los cambios tecnológicos y específicamente el uso de tecnologías más limpias o de menor consumo energético; promover cambios de conducta personal para el ahorro de energía y agua; motivación a un cambio en el estilo de vida

Ciencia e investigación: apoyo a los entes educativos como la Universidad Distrital en el estudio e investigación del cambio climático y especialmente en los relacionado con salud- cambio climático y seguridad alimentaria- cambio climático; estudios sobre cambios en la morbi-mortalidad en relación con la temperatura; efectos en salud relacionados con eventos meteorológicos extremos, contaminación atmosférica y aumento de los efectos en salud asociados, enfermedades transmitidas por alimentos y el agua y enfermedades transmitidas por vectores infecciosos y por roedores; apoyo a las entidades meteorológicas para actualización de los escenarios climáticos regionalizados de alta resolución para Bogotá- región. Los mapas de zonificación de los riesgos de origen natural deben ser dinámicos teniendo en cuenta los cambios en los escenarios climáticos y los cambios socioeconómicos como el aumento de la población, los índices de ingreso o de riqueza, la degradación del entorno etc. En este sentido las actualizaciones de estos productos deben hacerse periódicamente y con ayuda de los centros de ciencia.

Gestión interinstitucional: integración y unificación de las políticas de las entidades distritales en el tema del cambio climático. Trabajo conjunto con entidades locales, regionales y nacionales que abordan esta temática.

ANEXOS

ANEXO 1 SIGLAS

En español	En ingles
AOGCM –Modelo global de circulación atmósfera océano	AOGCM – Atmospheric Oceanic Global Circulation Model
CMNUCC – Convención Marco sobre Cambio Climático	UNFCCC- United Nations Framework Convention on Climate Change
DIRDN- Década Internacional para la Redución de los Desatres	IDNDR – International Decade for Natural Disaster Reduction
DPAE – Dirección para la Prevención y Atención de Emergencias	
ENOS – El Niño Oscilación del Sur	ENSO – EL NIÑO-Southern Oscilation
EPA – Agencia de Protección Medioambiental de los Esatdos Unidos	EPA – Environmental Protection Agency
GCM- Modelo global de circulación atmosférica	GCM – Global Circulation Model
GEI- Gases de efecto invernadero	
IDEAM – Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales	
MADR- Ministerio de Agricultura y Desarrollo Territorial	
MAVDT- Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial	
MDL – Mecanismo de Desarrollo Limpio	CDM - Clean Development Mechanism
MME- Ministerio de Minas y Energía	
MPA - Marco de Política de Adaptación	PFA – Policy Framework Adaptation
NOAA – Administración Atmosférica y Oceánica	NOAA – National Oceanic and Atmospheric

de los Estados Unidos	Administration
OMS – Organización Mundial de la Salud	WHO – World Health Organization
ONU – Organización de Naciones Unidas	UN – United Nations
PICC- Grupo Internacional de expertos sobre Cambio Climático	IPCC- International Panel on Climate Change
PMUMA – Programa de Naciones Unidas para el Medio Ambiente	UNEP – United Nations Environmental Programme
PNUD – Programa de Naciones Unidas para el Desarrollo	UNDP- United Nations Development Programme
PREVIS	PREVIS - for impacts studies
UNDHA- Departamento de Asuntos Humanitarios de las Naciones Unidas	UNDHA – United Nations Department of Humanitarian Affaires
UPME – Unidad de Planeación Minero Energética	

BIBLIOGRAFIA

Análisis del Cambio Climático en el país y acciones de la Cruz Roja Colombiana para reducir el riesgo.2009

Calentamiento Global de la Atmósfera. Boletín Informativo No.45. Fuerza Aérea Argentina. Comando de Regiones Aéreas. Servicio Meteorológico Nacional

Cambio Climático Global. Boletín Informativo No.50. Fuerza Aérea Argentina. Comando de Regiones Aéreas. Servicio Meteorológico Nacional

Cambio Climático y sustentabilidad urbana de las metrópolis chilenas. H. Romero, M. Molina, C. Moscoso, P. Sarricolea y A. Vásquez. Laboratorio de Medio Ambiente y Territorio. Departamento de Geografía. Facultad de Arquitectura y Urbanismo. Universidad de Chile. Proyecto FONDECYT Nº1080080

Climate Change: impacts, vulnerabilities, and adaptation in developing countries, UNFCCC, 2007

Efectos Naturales y Socioeconómicos del fenómeno EL NIÑO en Colombia

El fenómeno de "EL NIÑO" y la oscilación del sur. Boletín Informativo No. 54. Fuerza Aérea Argentina. Comando de Regiones Aéreas. Servicio Meteorológico Nacional

El Medio Ambiente en Colombia. Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales.1998

Estrategia Internacional de Reducción de Desastres EIRD . 2000

International Decade for Natural Disaster Reduction. IDNDR. Early Warning Programme. Report on National and Local Capabilities for Early Warning Convener of International Working Group, and first Author: Mr. Andrew Maskrey. Octubre 1997

IPCC. 1996. Grupo de Trabajo II del IPCC. Tecnologías, políticas y medidas para mitigar el cambio climático.

Las lecciones de El Niño. Memorias del Fenómeno El Niño 1997-1998. Retos y propuestas para la región Andina. Volumen III: Colombia. Corporación Andina de Fomento CAF.2000

Meteorological Aspects of EL Niño/Southern Oscilation. Eugene M. Rasmussen, Climate Analysis Center. NMC/NWS/NOAA .15th Conference on hurricanes and tropical Meteorology. January 1984.

Plan Nacional de Adaptación al Cambio Climático. Oficina Española de Cambio Climático. Secretaría General para la prevención de la Contaminación y el Cambio Climático. Ministerio de Ambiente. 2006.
http://www.mhma.es/secciones/cambio_climatico/areas_tematicas/impactos_cc/pdf/inf_prog_pnacc.pdf

Reducción del Riesgo de Desastres y Adaptación al Cambio Climático. Taller del UNFCCC, Lima, 18-20 Abril 2006- Silvia Llosa

Sustainable Urban Infrastructure. London Edition – a view to 2025. A research Project sponsored by Siemens.2009

The World´s Water is there enough? WMO – UNESCO.1997

Wilches, Gustavo 1988. Auge, caída y levantada de Felipe Pinillo, mecánico y soldador o yo voy a correr el riesgo. Guía de la red para la gestión local del riesgo. Disponible en http://www.desenredando.org/public/libros/1998/gglr/index.html

WMO and the protection of climate. WMO No. 814, 1995, World Meteorological Organization

LISTA DE DISTRIBUCIÓN

CLASE DE DOCUMENTO:	CÓDIGO:	FECHA:

LISTA DE DESTINATARIOS

DESTINATARIO DEL INFORME	IDENTIFICACIÓN

CONTROL DE MODIFICACIONES

ÍNDICE REVISIÓN	CAPÍTULO MODIFICADO	FECHA DE MODIFICACIÓN	OBSERVACIONES	APROBADO