

Cambio Climático: Datos Científicos Prospectivos

Francisco González-Longatt, *Member IEEE*

Resumen— La civilización contemporánea depende del empleo de combustibles fósiles para abastecer nuestras necesidades energéticas, pero su uso genera “gases de efecto invernadero” (GEIs) que se acumulan en la atmósfera, provocando un ascenso global de la temperatura en la Tierra y cambiando en el clima global, con muy peligrosas consecuencias. Este fenómeno se conoce comúnmente como “calentamiento global”, pero dado que también puede conducir al enfriamiento en algunos lugares del planeta, se le denomina más certeramente como “cambio climático”,

Palabras claves—Cambio Climático, calentamiento global, gases de efecto invernadero, efecto invernadero.

I. INTRODUCCIÓN

NO hay ningún tema en las ciencias ambientales que haya acaparado tanto la atención de la gente, y que haya provocado tantos temores y angustias como la afirmación que la Tierra se está calentando; y esto tendría consecuencias catastróficas. Actualmente, existe un fuerte consenso científico que el clima global se verá alterado significativamente, como resultado del aumento de concentraciones de GEIs. Estos gases están atrapando una porción creciente de radiación infrarroja terrestre y se espera que harán aumentar la temperatura planetaria entre 1,5 y 4,5 °C. Como respuesta a esto, se estima que los patrones de precipitación global, también se alteren. Aunque existe un acuerdo general sobre estas conclusiones, hay una gran incertidumbre con respecto a las magnitudes y las tasas de estos cambios a escalas regionales.

Asociados a estos potenciales cambios, habrá grandes alteraciones en los ecosistemas globales. Trabajos científicos sugieren que los rangos de especies arbóreas, podrán variar significativamente como resultado del cambio climático global. Aún así, hay una considerable incertidumbre con respecto a las implicaciones del cambio climático global y las respuestas de los ecosistemas, que a su vez, pueden traducirse en desequilibrios económicos. Este tema será de vital importancia en países que dependen fuertemente de recursos naturales. Respecto al impacto directo sobre seres humanos, se

Manuscrito recibido el 21 de Marzo de 2007.

F.G.L. está con la Universidad Nacional Experimental Politécnica de la Fuerza Armada Nacional, Carretera Tapa Tapa – Mariara, Sector Boca de Río, Maracay, Estado Aragua, Venezuela, Tlf. +58-414-5869605, E-mail: fglongatt@ieec.org, flongatt@elecrisc.ing.ucv.ve, y además es el director del Grupo de Investigaciones Avanzadas en Energía Eléctrica, web: <http://www.giaelec.org>, fglongatt@giaelec.org

puede incluir la expansión del área de enfermedades infecciosas tropicales, inundaciones de terrenos costeros y ciudades, tormentas más intensas, las extinción de incontables especies de plantas y animales, fracasos en cultivos en áreas vulnerables, aumento de sequías, etc. Aunque el autor se decreta abiertamente un neófito en aspectos formales del ambiente, ha efectuado un esfuerzo por presentar algunos aspectos de importancia relacionados con el cambio climático, y en especial para alertar es sus potenciales consecuencia.

II. EFECTO INVERNADERO

Un invernadero permite que entre la luz solar a través de su techo y paredes de vidrio transparente. La energía del Sol calienta las plantas y otros objetos sólidos en el vivero. Estos, a su vez, calientan el aire. Este mismo proceso se lleva a cabo en el exterior también pero el aire calentado se eleva y es reemplazado por aire más frío. Como el invernadero es un espacio cerrado, el aire que se calienta no puede escapar. Entonces adentro se conserva el calor.

Un proceso algo similar sucede con la atmósfera de la Tierra. La mayor parte de la energía que llega al planeta tierra del sol proviene en la forma de radiaciones de onda corta toca ininterrumpidamente la superficie terrestre calentándola. Gran parte de esa energía vuelve al espacio como radiaciones de onda larga (o infrarrojas), pero parte de esa radiaciones quedan atrapadas en la atmósfera por una capa de vapor de agua y micro partículas gaseosas (trazas de gases), conocidas como “gases de efecto invernadero” (GEIs) porque capturan calor de modo análogo a los vidrios de un invernadero. En ausencia de ese efecto invernadero de carácter natural, el planeta Tierra sería unos 30° C más frío de lo que hoy es.

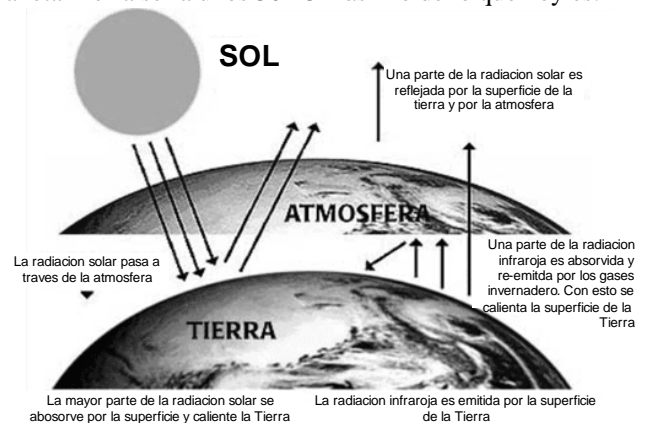


FIG. 1. Elementos del Efecto Invernadero

A. Principales GEI

La atmósfera de la Tierra está compuesta en gran parte por nitrógeno (78%) y oxígeno (21%). La mayoría del 1% restante es argón. Estos gases son transparentes a la luz solar, que los atraviesa y calienta la superficie de la Tierra.

Los océanos y la tierra que reciben calor a su vez calientan la atmósfera más baja. Una parte de este calor se irradia nuevamente al espacio. Si ésta fuera la historia completa, la temperatura promedio de la Tierra sería de -18 °C, en lugar de los 15 °C actuales.

La razón para el calentamiento adicional es que hay gases en la atmósfera que absorben la energía antes de que se pierda en el espacio y luego la liberan lentamente otra vez hacia la atmósfera. Los gases responsables de este “efecto invernadero” se denominan gases de invernadero.

Como el 99.9% de la atmósfera está compuesta de nitrógeno, oxígeno y argón, queda muy poco espacio para otros gases. Pero incluso las cantidades más pequeñas de gases de invernadero ejercen un gran impacto en el clima.

Existen dos factores que determinan la magnitud del impacto de un gas de invernadero en particular. En primer lugar, existe el *Factor de Calentamiento Global* (GWF), su capacidad para absorber y luego liberar el calor. El GWF se establece arbitrariamente en 1 para el dióxido de carbono. Los valores para los demás gases indican su potencia con relación al CO₂.

El segundo factor es cuánto gas hay en la atmósfera; esto típicamente se mide en partes por millón (ppm).

Los principales GEIs naturales son el vapor de agua, el anhídrido carbónico (CO₂), el metano (CH₄) y el óxido dinitroso (N₂O), que conjuntamente componen menos del 1% de la atmósfera. A estos se suman los GEIs liberados por procesos industriales: compuestos químicos artificiales conocidos como halocarbonados (CFCs, HFCs, PFCs) y otros gases persistentes como el hexafluoruro de azufre (SF₆).

En virtud del enorme volumen de emisiones de CO₂, el anhídrido carbónico es el más importante de los GEIs generados por la acción humana, representando el 64% del efecto invernadero de origen antropogénico. Las actividades humanas generan cantidades menores de los otros GEIs, cuya potencia relativa con respecto al CO₂ se conoce como su *Potencial de Calentamiento Global* o el GWF.

En la Tabla I se muestra ambos factores para ambos gases de invernadero. Aunque el CO₂ es un gas de invernadero más débil que los demás, hay mucha más cantidad en la atmósfera, de manera que ejerce el mayor impacto.

TABLA I
PRINCIPALES GEIS DE ORIGEN HUMANO.

Gas	Persistencia [años]	Potencial de calentamiento global [GWF]	Contribución global al efecto invernadero (%)
Dioxido de carbono, CO ₂	50 - 200	1	64
Metano, CH ₄	12+/-3	21	19
Oxidos Nitrosos, NO _x	120	310	5.7
SF ₆	3,200	23900	0.08
CFCs	50 - 1,700	4000 to 11700	10
HFCs	1.5 - 264	140 a 11700	insignificante

Algunos contaminantes atmosféricos de origen humano provocan el enfriamiento del planeta. El más importante es el azufre, liberado en la combustión del carbón y el petróleo como *aerosoles de sulfatos* que constituyen nubes de partículas microscópicas en las que se refleja parte de la irradiación solar que vuelve entonces al espacio sin llegar a la superficie terrestre. Sin embargo, dado que son contaminantes relativamente efímeros en la atmósfera, su efecto de enfriamiento es solamente muy leve.

B. Concentración de GEI

Las concentraciones atmosféricas de los GEIs naturales se han mantenido relativamente estables desde la última glaciación. Las plantas y los animales han intercambiado anhídrido carbónico con la atmósfera en un ciclo del carbono que se ha mantenido en equilibrio desde hace diez mil años. Sin embargo, las actividades humanas vienen alterando ese equilibrio desde el advenimiento de la revolución industrial (a mediados del siglo XVIII), fundamentalmente por el empleo de combustibles fósiles (petróleo, carbón y gas) que producen CO₂, por la destrucción de los bosques que liberan entonces el carbono que almacenaban, y por la cría intensiva de ganado y las grandes plantaciones de arroz que producen metano.

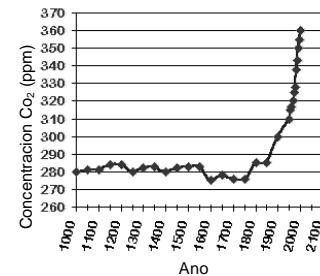


FIG. 1. Concentración atmosférica de CO₂ desde mediados del siglo XVIII

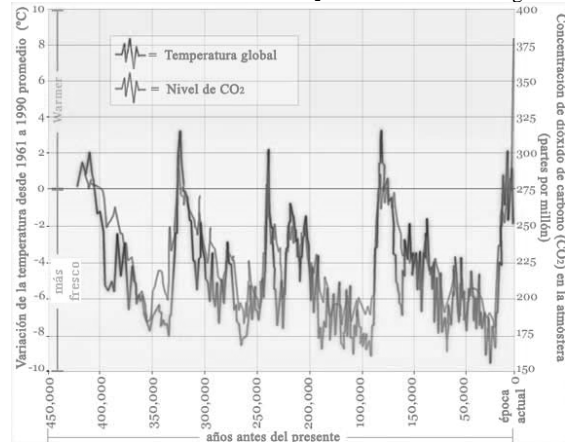


FIG. 2 Concentración atmosférica de CO₂

El nivel de CO₂ en la atmósfera asciende abruptamente. Fue creciendo gradualmente desde el final de la última edad de hielo hace 12.000 años hasta alcanzar cerca de 280 ppm en la década de 1880. Esto es en el extremo superior de la escala histórica, pero es consistente con el patrón revelado por los núcleos de hielos antárticos. Durante los últimos 600.000 años la concentración de CO₂ nunca ha sido mayor de 300 ppm... hasta ahora. Las concentraciones atmosféricas de anhídrido carbónico han aumentado cerca de un 30% en los últimos 200 años, desde índices menores a 280 partes por millón (ppm) hasta 379 ppm en el año 2004.

Si se mantienen las tendencias actuales de utilización de combustibles fósiles, la concentración atmosférica de anhídrido carbónico llegará en el 2030 al doble que en la época inmediatamente anterior a la revolución industrial, y al triple en el 2100.

La atmósfera de la Tierra se está calentando a medida que aumentan las concentraciones de GEIs. La temperatura media mundial ascendió 0.7°C apenas en un siglo, muy probablemente como resultado de la actividad humana, convirtiendo este incremento en la mayor tasa de calentamiento en diez mil años.

Los años 1990 fueron la década más cálida del siglo, y el siglo XX el más cálido de los últimos mil años, mientras que el registro instrumental arroja a 1998 como el año globalmente más cálido. [1]

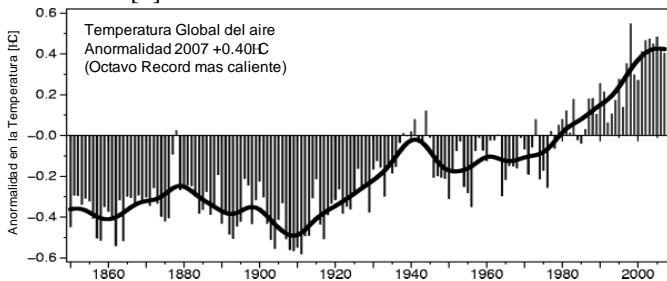


FIG 3. Temperatura Mundial, 1850-2007 [3]

Según el Panel Intergubernamental sobre el Cambio Climático (PICC, *Intergovernmental Panel on Climate Change*), la temperatura mundial puede llegar a ascender entre 1 y 3.5°C de aquí al año 2100. Tal ascenso puede parecer poco, pero debe compararse con el ascenso de tan solo 3 a 5°C que registró la temperatura desde la última glaciación hasta el presente.

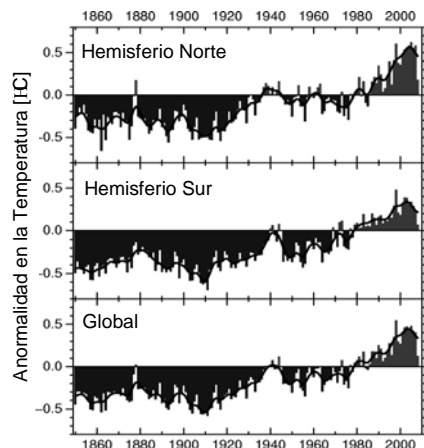


FIG 4. Temperatura Hemisférica, 1850-2007 [3]

Incluso si hoy se llegasen a estabilizar las emisiones de GEIs, la temperatura atmosférica aún seguiría ascendiendo debido a la persistencia y longevidad de los principales gases de efecto invernadero.

III. EFECTOS DEL CAMBIO CLIMÁTICO [4]

El cambio climático seguramente tendrá efectos importantes sobre el medio ambiente a nivel mundial. Es difícil cuáles serán las consecuencias prácticas del calentamiento global para cada país o región en particular, debido a la enorme complejidad del sistema climático mundial. Sin embargo, en

términos generales se puede afirmar que entre más rápido se produzca el cambio del clima, mayor será el riesgo de daños.

A. Ecosistemas

La resistencia de muchos ecosistemas probablemente sea excedida este siglo por una combinación sin precedentes de cambio de clima, las perturbaciones asociadas (por ejemplo. inundaciones, sequía, incendios, insectos, la acidificación del océano) y otros cambios globales (por ejemplo. El cambio en el uso de la tierra, la contaminación, la fragmentación de sistemas naturales

Aproximadamente el 20 a 30 % de las plantas y las especies de animales evaluada hasta ahora probablemente estén en un aumentado riesgo de extinción si los aumentos de la temperatura global media exceden 1.5 a 2.5°C

Para aumentos en la temperatura media global que excede 1.5 a 2.5°C y el fenómeno concomitante de las concentraciones atmosféricas CO_2 , hacen que las proyecciones indiquen cambios importantes de la estructura de ecosistema y sus función, las interacciones ecológicas de la especie y cambios y movimientos en las gamas geográficas de la especie, con consecuencias predominantemente negativas para la diversidad biológica y los elementos del ecosistema y servicios, por ejemplo el agua para beber y el suministro de alimentos.

Las zonas climáticas, los ecosistemas y las zonas agrícolas se trasladarán hacia los polos a medida que asciende la temperatura, en algunos casos hasta 200 o 300 km por cada grado Celsius. Los bosques, desiertos, praderas y otros ecosistemas naturales enfrentarán nuevas tensiones (estrés) climáticas que significarán el ocaso o la fragmentación de muchos ecosistemas, provocando la extinción de las especies que no puedan adaptarse o migrar.

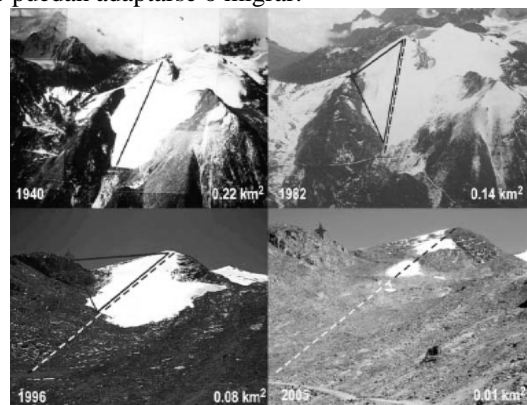


FIG 5. Área de extensión del Glaciar Chacaltaya, Bolivia, 1940 a 2005

Los bancos de coral son buen ejemplo de un ecosistema que ya está mostrando efectos de deterioro grave: la decoloración pronunciada de los bancos de coral en todo el mundo ha sido provocada por el ascenso de la temperatura en la superficie de los mares.

La capa de hielo del mar Ártico se ha adelgazado dramáticamente desde la década de los 1960 y 1970 -casi un 40% en menos de treinta años- amenazando a las especies que ese ecosistema sustenta, entre otras a los osos polares. [8]

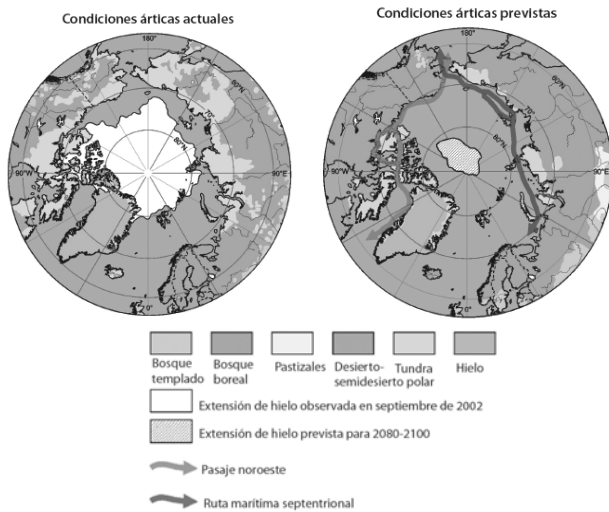


FIG. 6. Vegetación del ártico: condición actual y cambios proyectados para 2090-2100 [4]

El Fondo Mundial para al Naturaleza (*World Wide Found for Nature WWF* [2]) predice que para el año 2100 el cambio climático ya habrá destruido hasta una tercera parte de los hábitat naturales [9]. En lo que quizás constituya el primer caso documentado de extinción de especies provocada por el cambio climático, el sapo dorado ha desaparecido de los bosques nubosos de Costa Rica a consecuencia de las modificaciones del régimen de lluvias.

B. Alimentos

Se proyecta que la productividad de las cosechas aumente ligeramente en latitudes medias y altas para aumentos locales pequeños de temperaturas de hasta 1 a 3°C dependiendo de la cosecha, y luego disminuirse más allá de esto en algunas regiones.

En latitudes inferiores, sobre todo en regiones temporalmente secas y tropicales, la productividad de cosecha es proyectada que disminuya incluso con mas pequeños aumentos locales de temperaturas (1 a 2°C), lo que aumentaría el riesgo de hambre.

A escala mundial, el potencial para la producción de alimentos es se proyecta que aumente con aumentos de la temperatura local media sobre una gama de 1 a 3°C, pero encima de esto se proyecta que disminuya.

En un principio, el aumento del CO₂ provocará mayor crecimiento de las plantas y la expansión de los bosques en algunas zonas, pero el cambio climático a la larga puede significar la muerte por sequía de grandes superficies de bosques del África y la Amazonía. La estructura y modelos de la agricultura se verán transformados a medida que los productores agrarios incorporan otras prácticas y cultivos en respuesta a las nuevas condiciones. África especialmente se verá seguramente muy afectada por menor productividad de los cultivos, aumentando el riesgo de hambrunas en esa región.

C. Costas

Se proyecta que el nivel del mar ascenderá debido a la expansión térmica del agua de los océanos y el deshielo de los glaciares y los cascos polares.

Se proyecta que las costas sean expuestas un aumento de riesgos, incluyendo la erosión costera, debido al cambio de clima y la subida de nivel de mar.

El efecto será exacerbado por el aumento de las presiones inducidas por humano sobre áreas costeras.



FIG. 7. Vulnerabilidad relativa de costas y deltas [4]

Antes de los años 2080, se proyectan que muchos millones de personas experimenten inundaciones cada año debido a la subida de nivel de mar. Los números afectados serán los más grandes en los mega-deltas poblados densamente y de baja altura de Asia y África mientras pequeñas islas son sobre todo vulnerables.

Se estima que para el 2100 el nivel del mar habrá ascendido entre 15 y 95 cm, amenazando a todas las zonas costeras bajas del planeta y potencialmente dejando bajo agua a 94 millones de personas anualmente, especialmente en los países del sudeste asiático y el Asia meridional. También puede provocar la desaparición de varios pequeños Estados insulares como las Maldivas, cuya altura promedio sobre el nivel del mar no supera los 1.5 m.

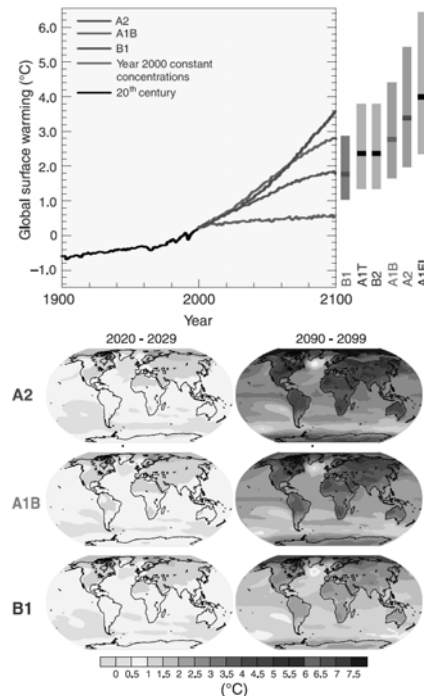


FIG 8. Proyecciones del calentamiento global mediante modelos de circulación atmosférico-oceánico, para cinco familias de escenarios según IPCC Special Report on Emissions Scenarios [4]

D. Industria, establecimientos y sociedad.

Las industrias más vulnerables, establecimientos y sociedades son generalmente aquellos en llanos de inundación

costeros y del río, aquellos cuyas economías estrechamente son unidas con recursos sensibles al clima y aquellos en áreas propensas a acontecimientos extremos meteorológicos, sobre todo donde ocurre la urbanización de comunidades rápidamente.

Las comunidades pobres pueden ser sobre todo vulnerables, en particular aquellos concentrados en áreas de riesgo elevado.

E. Salud

El estado de salud de los millones de se proyecta que sea afectado. Por ejemplo, aumentará en la desnutrición; aumentaran las muertes, aumento en las enfermedades y heridas asociadas a los acontecimientos extremos meteorológicos; aumentada la carga de las enfermedades diarreicas; se aumentará la frecuencia de las enfermedades cardio-respiratorias debido a las concentraciones más altas de ozono de nivel de tierra en áreas urbanas todo esto relacionado con el cambio de clima; y la modificación en la distribución espacial de algunas enfermedades infecciosas.

El cambio de clima se proyecta que puede traer algunas ventajas en áreas templadas, esto vendría en la forma de menos muertes debido a la exposición al frío, y algunos efectos mixtos como los cambios de la gama y el potencial de transmisión de malaria en África. En general, se espera que las ventajas sean mas pesadas por los efectos de salud negativos de temperaturas crecientes, sobre todo en países en vía de desarrollo.

Las variaciones del clima a nivel regional pueden provocar mayor propagación de enfermedades, especialmente de las enfermedades como el paludismo (malaria), el dengue, la encefalitis transmitida por garrapatas y la leishmaniosis, cuyos vectores son insectos. Hasta 300 millones de personas más en el mundo, especialmente en la China y Asia central, podrían correr riesgo de contraer el peligroso paludismo falciparum, que también podría reaparecer en regiones como Europa donde antes había sido eliminado.

Algunas enfermedades como el cólera, la fiebre tifoidea, el paludismo y el dengue se volverán más comunes a consecuencia de la destrucción de la infraestructura resultante de fenómenos climáticos extremos cada vez más fuertes y frecuentes, como ya sucedió cuando el huracán Mitch azotó a Centroamérica, o en las gravísimas inundaciones que se registraron recientemente en Mozambique

Críticamente importante será los factores que directamente forman la salud de poblaciones como la educación, la asistencia médica, iniciativas de salud pública, y la infraestructura y el desarrollo económico.

F. Agua

Se espera que el cambio de clima exacerbe acentos corrientes sobre recursos de agua del aumento de población y económico y el cambio de empleo de tierra, incluyendo urbanización.

A una escala regional, la nieve de montaña, los glaciares y el pequeño hielo coronan el juego un papel crucial en la disponibilidad de agua dulce. Las grandes pérdidas en la

extensión de las masas de glaciares y reducciones en las capas de nieve se proyectan una dramática reducción que se acelerara en todas partes del siglo XXI, reduciendo la disponibilidad de agua, el potencial de hidroelectricidad, y cambiando la estacionalidad de flujos en regiones suministradas por aguas de deshielo de sierras principales (por ejemplo. Himalaya hindú-Kush, Andes), donde más que un sexto de la población mundial actualmente vive.

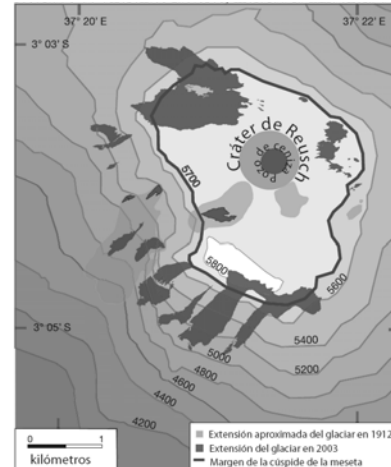


FIG. 9. Cambios en el casquete de hielo y la capa de nieve del Monte Kilimanjaro a lo largo del tiempo. Disminución del área de superficie de los glaciares del Kilimanjaro desde 1912 hasta 2003

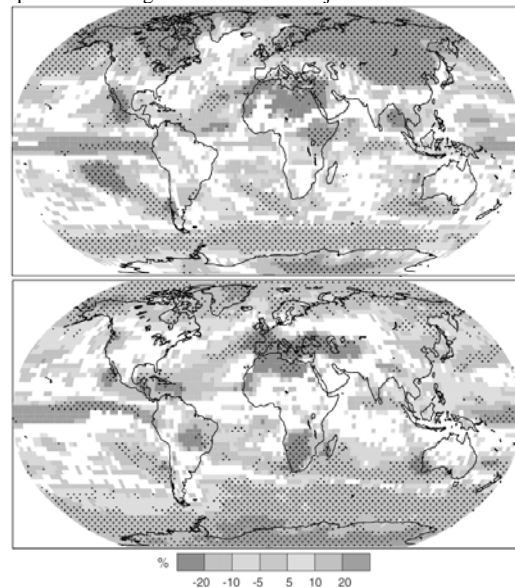


FIG. 10. Cambio relativo en la precipitación (%) en el periodo de 2090-2099, relativo a 1980-1999. Diciembre a Febrero (arriba) y junio a agosto (abajo) [4].

A medida que la temperatura media mundial asciende, en algunas regiones la temperatura puede caer debido a cambios en la circulación de los océanos y las corrientes marinas, como en el caso de la circulación oceánica del Atlántico Norte que lleva las aguas cálidas del Caribe hasta las costas del norte de Europa a través de la Corriente del Golfo. Una disminución de esas corrientes oceánicas podría conducir a un enfriamiento importante de algunas regiones.

En todo el mundo se esperan cambios en las condiciones meteorológicas. La disponibilidad de agua reviste particular importancia, y aunque no sabemos suficiente acerca del

funcionamiento del clima como para hacer predicciones específicas para zonas geográficas delimitadas, el estudio de modelos climatológicos simulados indica que las precipitaciones disminuirán en las zonas donde actualmente existe poca disponibilidad de agua, mientras que en las zonas más húmedas seguramente aumentarán

IV. CASO AMERICA LATINA

A mediados de siglo, los aumentos en la temperatura y las disminuciones asociadas en el agua de suelo se proyectan que conduzcan al reemplazo gradual del bosque tropical por la sabana en la Amazonia del Este. La vegetación semiárida tenderá a ser substituida por la vegetación de tierra árida.

Existe un gran riesgo de pérdida significativa de la diversidad biológica por la extinción de especies en muchas áreas de América Latina tropical

La productividad de algunas cosechas importantes es se proyecta que disminuirá y la productividad de la ganadería también disminuirá, con consecuencias adversas para la seguridad de alimentos. En las zonas templadas, las producciones de soja se proyecta que aumenten. En general, el número de personas en peligro de hambre se proyecta que aumentará.

Los cambios del modelo de precipitación y la desaparición de los glaciares se proyecta que considerablemente afectará la disponibilidad de agua por el consumo humano, la agricultura y la generación de energía.

En la Fig. 11, se resumen algunos de los impactos de cambio climático en América Latina.

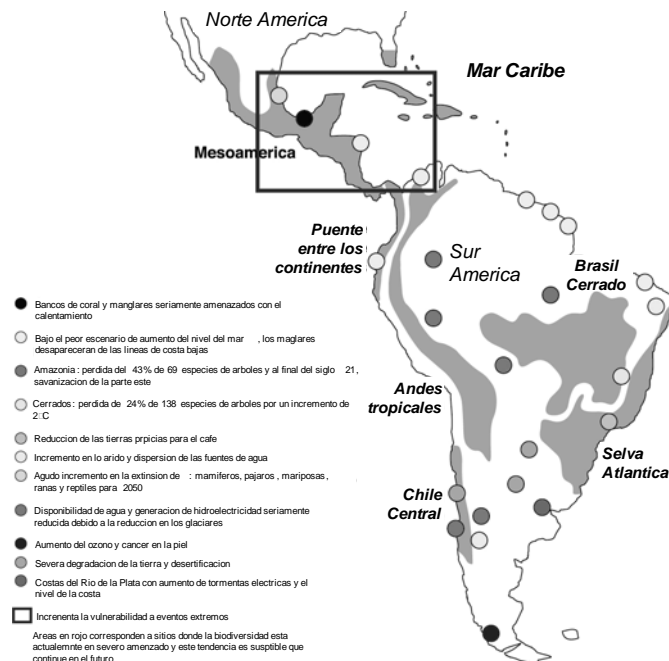


FIG. 11. Puntos conflictivos claves para América Latina [4].

V. EL FUTURO

El volumen futuro de emisiones de GEIs dependerá de la magnitud de la población mundial y las tendencias económicas, tecnológicas y sociales. Su correlación con la magnitud de la población es quizás la más evidente: muy

probablemente se produzcan más emisiones cuantas más personas haya.

En cambio, su relación con el desarrollo económico es menos explícita: se debe deslindar el uso de la energía de la generación de las emisiones de GEIs, investigando y desarrollando fuentes de energía renovables.

Las naciones industrializadas son responsables por la inmensa mayoría de los GEIs que se han acumulado en la atmósfera desde los tiempos de la revolución industrial, y esos países siguen siendo aún hoy la fuente principal de emisiones. Un análisis de las emisiones per cápita permite establecer una comparación justa sobre el uso de energía entre distintos países: Estados Unidos abriga solamente al 5% de la población mundial, pero emite más del 20% del anhídrido carbónico a nivel mundial; entretanto, el 17% de la población mundial que habita en la India genera solamente el 4% de las emisiones mundiales.

La tasa de aumento futuro de las emisiones dependerá en buena medida de lo que ocurra en los países en vías de desarrollo, y de si sigue el mismo modelo de desarrollo que los países industrializados del Norte.

Los climatólogos indican que para evitar consecuencias catastróficas debemos mantener la concentración atmosférica de CO₂ por debajo de 450 ppm, es decir, aproximadamente el doble del índice preindustrial. Ello exige, primero, la estabilización de las emisiones y después, reducciones importantes de las emisiones mundiales de CO₂ con respecto a los niveles actuales. Amigos de la Tierra alega que para lograrlo, los países industrializados tendrán que hacer profundos recortes -en el orden del 80-90%- en sus emisiones de GEIs hasta el 2050. Eso implica un compromiso legítimo con un auténtico desarrollo sustentable -que incluye cambiar la dependencia del ser humano moderno de los combustibles fósiles por inversiones en fuentes renovables de energía y medidas de eficiencia energética-- y darle oportunidad y espacio a los países no industrializados para que se desarrollen según sus propios diseños.

VI. CONCLUSIONES

En esta artículo se han presentado algunos aspectos globales referentes al proceso de cambio climático que se está llevando adelante a nivel global. En el futuro la sociedad humana habrá de enfrentar nuevos riesgos y presiones.

Algunas estimaciones a futuro, de manera optimista indican que es poco probable que el cambio climático suponga una amenaza para la seguridad alimentaria a nivel mundial; especialmente por el lento cambio que se efectuara en el uso de la tierra, hacia zonas que en la actualidad no lo son, pero algunas regiones seguramente sufrirán hambrunas y escasez de alimentos.

Es una realidad que los recursos hídricos se verán afectados en todo el mundo por cambios en el régimen de precipitaciones y evaporación, y eso puede generar conflictos en la medida que los países tengan que competir por fuentes de abastecimiento de agua limitadas. A futuro, tal vez se esta en la puerta del nacimiento de la *economía del agua*.

En lo que respecta la infraestructura física de la sociedad

actual sufrirá daños, particularmente como consecuencia de la elevación del nivel del mar y condiciones climáticas extremas (más calor y más frío, en zonas diferentes de la tierra). La actividad económica, la salud y los asentamientos humanos sufrirán muchos efectos directos e indirectos.

Es una proyección real que los segmentos más pobres y desfavorecidos de la sociedad son los más vulnerables a los efectos negativos del cambio climático. Las condiciones climáticas extremas pueden ocasionar graves trastornos económicos.

El momento actual el adecuado, para que el ser humano redirección su proceder, hacia un cambio completo de la sociedad, volcándose a redimir los efectos que hasta el presente ha llevado a cabo dramáticamente en la naturaleza e impactando el medio ambiente global.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- [1] IPCC (1995): **Climate Change 1994**, Cambridge University Press, Cambridge.
- [2] Centro de Análisis de Información sobre el Anhídrido Carbónico, Laboratorio Nacional de Oak Ridge, EE.UU. http://cdiac.esd.ornl.gov/pns/current_ghg.html
- [3] Oficina Meteorológica del Reino Unido (1999) **Climate Change and its Impacts**, The Met Office/DETR, Bracknell.NA <http://www.cru.uea.ac.uk/cru/info/warming/>.
- [4] Intergovernmental Panel on Climate Change. **Climate Change 2007: the AR4 Synthesis Report**: <http://www.ipcc.ch/index.htm>

BIOGRAFIA



Francisco Gonzalez-Longatt. Obtuvo el título de ingeniero electricista del Instituto Universitario Politécnico de la Fuerza Armada, Venezuela (1994). Master en Administración de Empresas de Universidad Bicentenario de Aragua, Venezuela (1999). Es profesor a dedicación exclusiva, categoría agregado, en pre-grado y postgrado, fue Jefe del

Departamento de Ingeniería Eléctrica de la Universidad Experimental Politécnica de la Fuerza Armada. Investigo durante un año, sobre la enseñanza de las ciencias técnicas en el Doctorado en Ciencias de la Educación, de la Universidad Pedagógica El Libertador. Actualmente es Candidato a Doctor en Ciencias de la Ingeniería en la Universidad Central de Venezuela, trabajando en el impacto de la generación distribuida en la estabilidad dinámica de sistemas de potencia. Autor de textos de ecuación superior, más de una decena de artículos en revistas y congresos a nivel internacional. Es miembro del *Institute of Electrical Engineers* (IEE), y miembro de varias sociedades entre ellas la Power Engineering Society del IEEE.