

Antecedentes Científicos del Cambio Climático y sus Consecuencias en Venezuela.

Dr. Juan Carlos Sánchez M.
Autor-Líder del Panel de Expertos en Cambio Climático de Naciones Unidas.
Profesor de la Escuela de Ingeniería Sanitaria y Ambiental.
Facultad de Ingeniería. Universidad Central de Venezuela. Caracas.

Introducción.

El panel de Expertos en Cambio Climático de Naciones Unidas presentó el año pasado su 4to Informe de Evaluación acerca del cambio climático global, el cual recoge el estado del conocimiento científico acerca de los cambios observados en el clima y sus efectos, las causas de estos cambios y posibles escenarios climáticos futuros. En el presente documento se presenta un resumen de dicho informe, y un breve análisis de las posibles consecuencias para Venezuela derivadas de tales cambios.

Cambios observados en el clima y sus efectos

El calentamiento del sistema climático del planeta ya está ocurriendo, prueba de ello son los aumentos observados del promedio mundial de la temperatura del aire y del océano, el deshielo generalizado de nieves y hielos polares, y el aumento del promedio mundial del nivel del mar.

De los doce últimos años (1995-2006), once figuran entre los doce más calurosos en los registros mediante instrumentos de la temperatura promedio de la superficie del planeta (desde 1850). La tendencia lineal de los últimos 100 años (1906-2005) es 0,74 °C. Este aumento de temperatura está distribuido por todo el globo y es más acentuado en las latitudes septentrionales superiores (Figura 1). Se ha observado también que las regiones terrestres se han calentado con más rapidez que los océanos (Figura 2).

El aumento de nivel del mar concuerda con este calentamiento. En promedio, el nivel de los océanos mundiales ha aumentado desde 1961 a un promedio de 1,8 mm/año, y desde 1993 a 3,1 mm/año, en parte por efecto de la dilatación térmica del agua y del deshielo de los glaciares, de los casquetes y de los mantos de hielo polares. La disminución observada de las extensiones de nieve y de hielo concuerda también con el calentamiento. Datos obtenidos mediante imágenes de satélite desde 1978 indican que el promedio anual de la extensión de los hielos marinos árticos ha disminuido en un 2,7% por decenio, con disminuciones estivales aun más acentuadas, de 7,4% por decenio. En promedio, los glaciares de montaña y la cubierta de nieve han disminuido en ambos hemisferios. Entre 1900 y 2005, las precipitaciones aumentaron notablemente en las regiones orientales del norte de América del Sur y del Norte, Europa septentrional, y Asia septentrional y central, aunque disminuyó en el Sahel, en el Mediterráneo, en el sur de África y en ciertas partes del sur de Asia. En todo el mundo, la superficie afectada por las sequías ha aumentado *probablemente* desde la década de 1970.

Cambios experimentados por los sistemas físicos y biológicos y por la temperatura superficial en 1970-2004

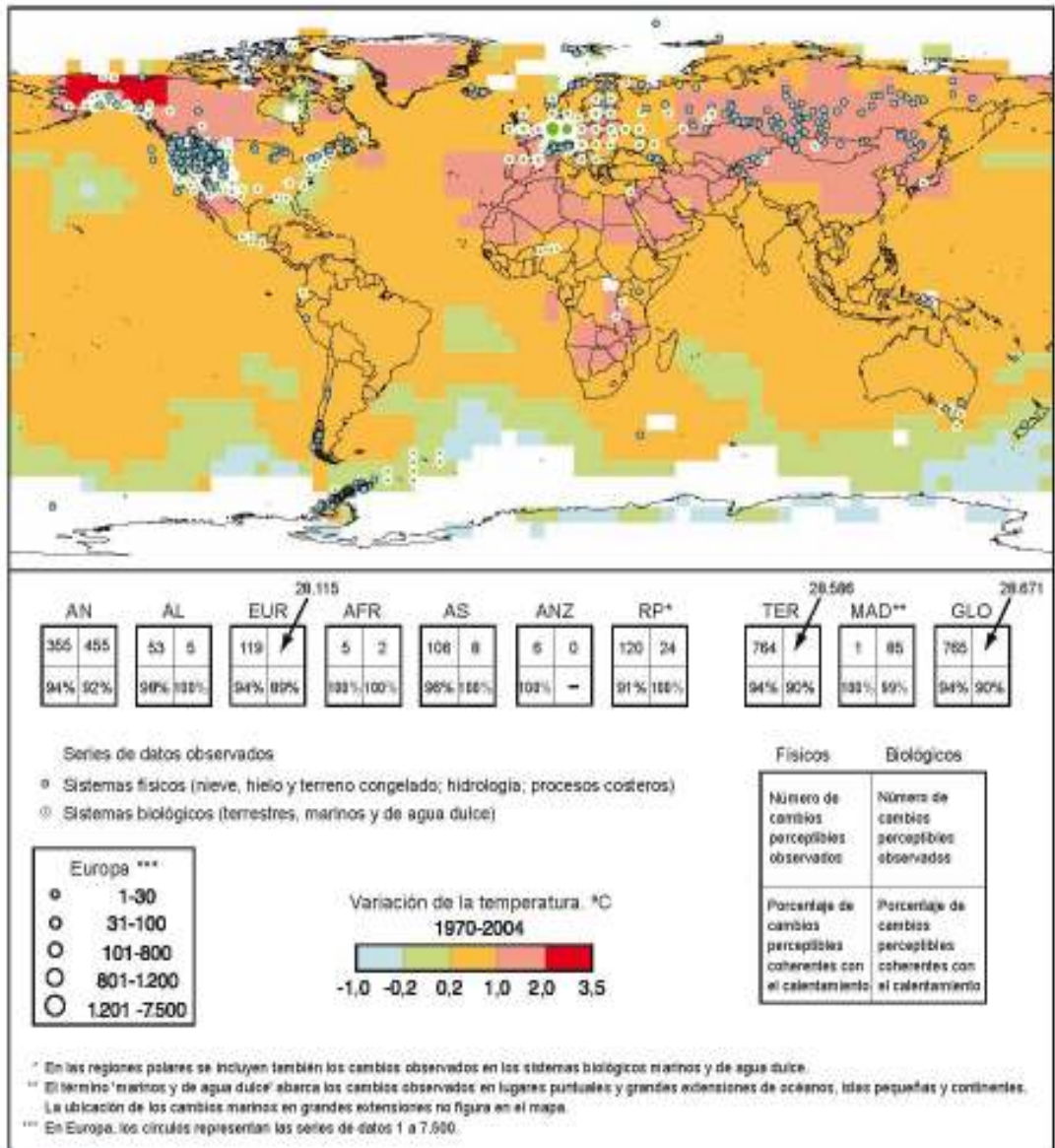


Figura 1. Ubicación de los cambios significativos constatados en las series de datos de los sistemas físicos (nieve, hielo y terreno congelado; hidrología; y procesos costeros) y en los sistemas biológicos (sistemas biológicos terrenos, marinos y de agua dulce), y variación de la temperatura del aire en superficie durante el período 1970-2004. La gráfica está basada en aproximadamente 29.000 series de datos seleccionadas de un conjunto de 80.000, correspondientes a 577 estudios. La selección responde a los criterios siguientes: 1) abarca hasta 1990 o más adelante; 2) abarca un período de 20 años como mínimo; y 3) exhibe un cambio apreciable en alguna dirección, según las evaluaciones de los distintos estudios. Estas series de datos proceden de unos 75 estudios, y contienen aproximadamente 29.000 series de datos, de las que 28.000 provienen de estudios europeos. Las áreas en blanco no contienen datos climáticos suficientes para estimar la tendencia de la temperatura. Los recuadros de cuatro celdas indican el número total de series de datos que exhiben cambios significativos (hilera superior) y el porcentaje de ellas que concuerda con el calentamiento (hilera inferior) para: i) regiones continentales: América del Norte (AN), América Latina (LA), Europa (EUR), África (AFR), Asia (AS), Australia y Nueva Zelanda (ANZ), y regiones polares (RP), y ii) a escala mundial: extensiones terrenas (TER), marinas y de agua dulce (MAD), y globales (GLO). El número total de estudios de los siete recuadros regionales (AN, EUR, AFR, AS, ANZ, RP) no coincide con el total global (GLO) ya que, excepto las cifras correspondientes a la región polar, las de las restantes regiones no incluyen los sistemas marinos y de agua dulce (MAD). No se ha incluido en el mapa la ubicación de los cambios registrados en grandes extensiones marinas.

Cambio experimentado por la temperatura a nivel mundial y continental

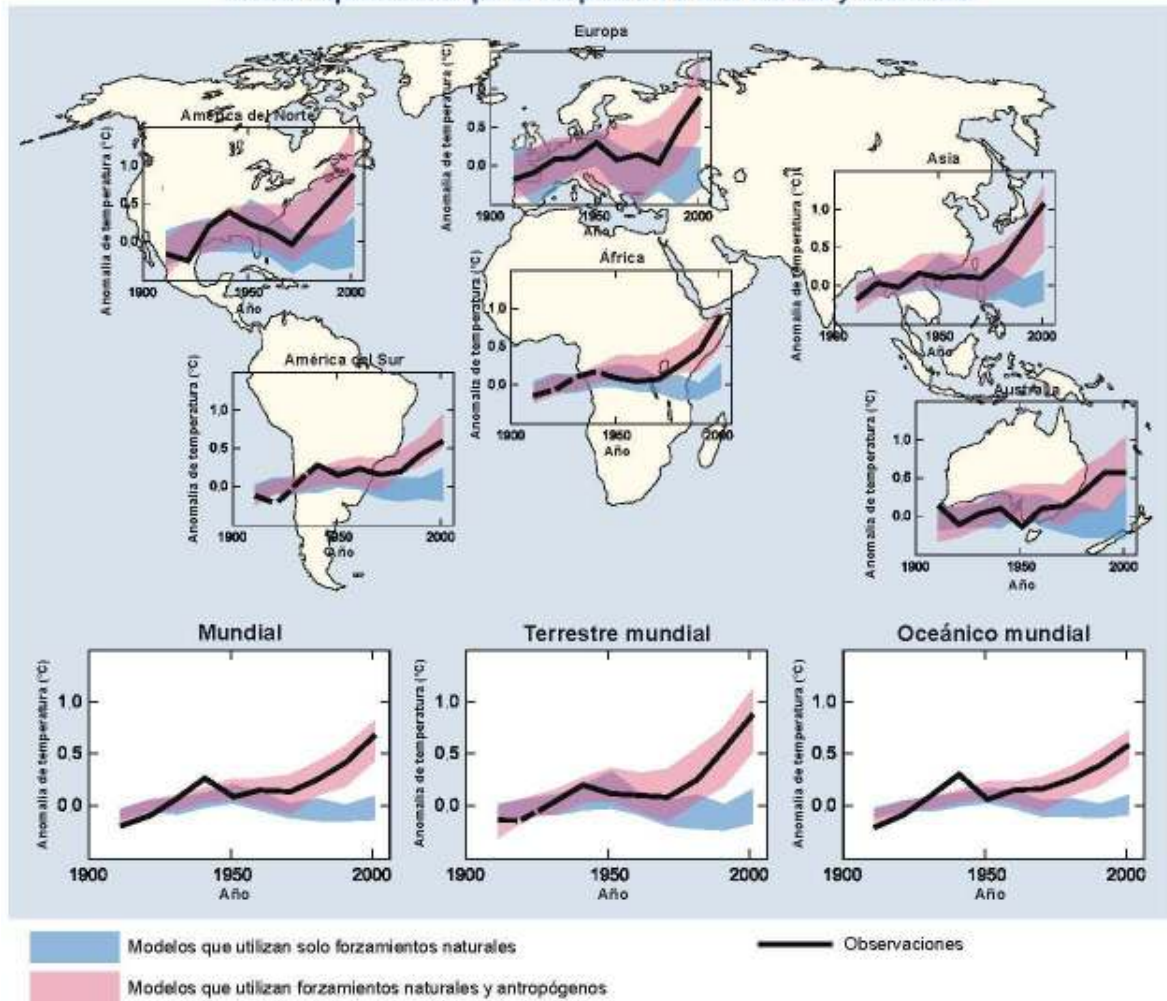


Figura 2. Cambios observados de la temperatura superficial a escala continental y mundial, comparados con los resultados simulados mediante modelos del clima que contemplan forzamientos naturales o forzamientos naturales y antropógenos. Los promedios decenales de las observaciones correspondientes al periodo 1906-2005 (línea de trazo negro) aparecen representados gráficamente respecto del punto central del decenio y respecto del promedio correspondiente al periodo 1901-1950. Las líneas de trazos denotan una cobertura espacial inferior a 50%. Las franjas azules denotan el intervalo comprendido entre el 5% y el 95% con base en 19 simulaciones efectuadas mediante cinco modelos climáticos que incorporaban únicamente los forzamientos naturales originados por la actividad solar y por los volcanes. Las franjas rojas denotan el intervalo comprendido entre el 5% y el 95% con base en 58 simulaciones obtenidas de 14 modelos climáticos que incorporan tanto los forzamientos naturales como los antropógenos.

Es *muy probable* que en los últimos 50 años los días fríos, las noches frías y la formación de escarchas hayan sido menos frecuentes en la mayoría de las áreas terrestres, y que los días y noches calurosas hayan sido más frecuentes. Es *probable* que las olas de calor hayan sido más frecuentes en la mayoría de las áreas terrestres, y que la frecuencia de las precipitaciones intensas haya aumentado en la mayoría de las áreas.

Las observaciones también ponen en evidencian un aumento de la actividad ciclónica tropical intensa en el Atlántico Norte desde aproximadamente 1970, con escasa evidencia de aumentos en otras regiones. No se aprecia una tendencia clara en cuanto al número anual de huracanes.

En promedio, las temperaturas del Hemisferio Norte durante la segunda mitad del siglo XX fueron *muy probablemente* superiores a las de cualquier otro período de 50 años de los últimos 500 años, y *probablemente* las más altas a lo largo de, como mínimo, los últimos 1300 años.

Observaciones efectuadas en todos los continentes y en la mayoría de los océanos ponen en evidencia que numerosos sistemas naturales están siendo afectados por los cambios regionales del clima, particularmente por el aumento de la temperatura.

Algunos sistemas hidrológicos han resultado también afectados, observándose por una parte un aumento de la escorrentía y la anticipación de los caudales máximos primaverales en numerosos ríos de montaña alimentados por glaciares y por nieve, y por otra, cambios en la estructura térmica y la calidad del agua de los ríos y lagos cuya temperatura aumenta. En los ecosistemas terrestres, la anticipación de las primaveras y el desplazamiento hacia los polos y hacia mayores alturas del ámbito geográfico de la flora y de la fauna están vinculados, con un grado de confianza muy alto, al reciente calentamiento. En algunos sistemas marinos y de agua dulce, los desplazamientos de ámbito geográfico y la alteración de la abundancia de algas, plancton y peces están asociados al aumento de la temperatura del agua y a los correspondientes cambios de la cobertura de hielo, de la salinidad, de los niveles de oxígeno y de la circulación. De las más de 29.000 series de datos obtenidas mediante observaciones recogidas en 75 estudios, que arrojan cambios importantes en numerosos sistemas físicos y biológicos, más de un 89% son coherentes con la dirección del cambio esperado en respuesta al calentamiento global (Figura 1). Sin embargo, hay un notable desequilibrio geográfico en los datos y publicaciones referentes a los cambios observados, siendo menos abundantes los relativos a países en desarrollo.

Causas del Cambio Climático

En el Informe del IPCC se examinan tanto las causas naturales como las de origen humano (antropógenas) del cambio climático y, en particular se analiza la secuencia que abarca las emisiones de gases de efecto invernadero (GEI), sus concentraciones atmosféricas cada vez mayores, el forzamiento radiativo causado (entendido como un indicador de la influencia que determinado factor ejerce sobre el balance de energía entrante y saliente del sistema Tierra-atmósfera, es decir, un índice de la importancia de ese factor como posible mecanismo de cambio climático) y las respuestas climáticas.

En el informe del IPCC, cuando la incertidumbre de determinado efecto se evalúa mediante el criterio de expertos y mediante un análisis estadístico de una serie de evidencias (por ejemplo, observaciones o resultados de modelos), se utilizan los tramos de probabilidad siguientes para expresar la verosimilitud de un suceso: virtualmente cierto (>99%); extremadamente probable (>95%); muy probable (>90%); probable (>66%); más probable que improbable (>50%); aproximadamente tan probable como improbable (33% a 66%); improbable (<33%); muy improbable (<10%); extremadamente improbable (<5%); excepcionalmente improbable (<1%).

La variación de las concentraciones de gases de efecto invernadero (GEI) y aerosoles en la atmósfera, y las variaciones de la cobertura vegetal y de la radiación solar, alteran el equilibrio energético del sistema climático. **Las emisiones mundiales de GEI por efecto de actividades humanas han aumentado, desde la era preindustrial, en un 70% entre 1970 y 2004** (Figura 3). El dióxido de carbono (CO₂) es el GEI antropogénico más importante, sus emisiones anuales aumentaron en torno a un 80% entre 1970 y 2004.

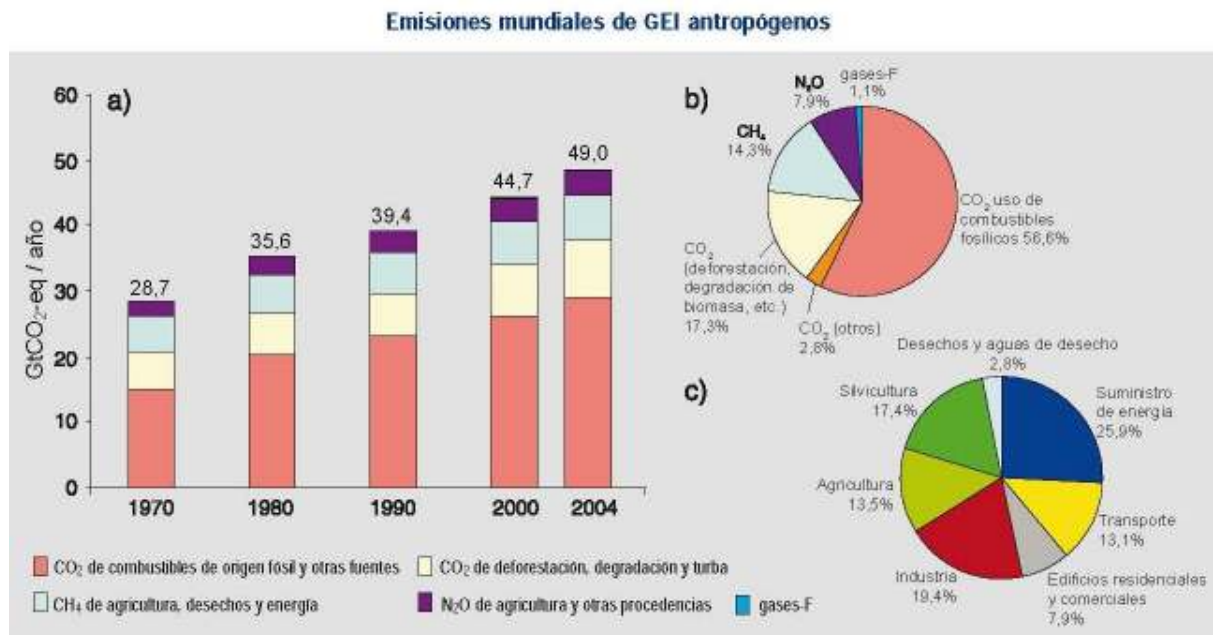


Figura 3. a) Emisiones anuales mundiales de GEI antropógenos entre 1970 y 2004. b) Parte proporcional que representan diferentes GEI antropógenos respecto de las emisiones totales en 2004, en términos de CO₂ equivalente. c) Parte proporcional que representan diferentes sectores en las emisiones totales de GEI antropógenos en 2004, en términos de CO₂ equivalente. (En el sector silvicultura se incluye la deforestación).

Las concentraciones atmosféricas mundiales de CO₂, metano (CH₄) y óxido nitroso (N₂O) han aumentado notablemente por efecto de las actividades humanas desde 1750, y son actualmente muy superiores a los valores preindustriales, determinados a partir de núcleos de hielo extraídos en la Antártida y en Groenlandia, que abarcan muchos milenios. Las concentraciones atmosféricas de CO₂ (379 ppm) y CH₄ (1774 ppm) en 2005 exceden con mucho el intervalo natural de valores de los últimos 650.000 años. Los aumentos de la concentración mundial de CO₂ se deben principalmente a la utilización de combustibles de origen fósil y, en una parte apreciable pero menor, a los cambios de uso de la tierra (deforestación). Es muy probable que el aumento observado de la concentración de CH₄ se deba predominantemente a la agricultura y a la utilización de combustibles de origen fósil. El aumento de metano ha sido menos rápido desde comienzos de los años 90, en concordancia con las emisiones totales (suma de emisiones de fuentes antropógenas y naturales), que han sido casi constantes durante ese período. El aumento de la concentración de N₂O procede principalmente de la agricultura.

La mayor parte del aumento observado del promedio mundial de temperatura desde mediados del siglo XX se debe *muy probablemente* al aumento observado de las concentraciones de GEI antropógenos. Es *probable* que se haya experimentado un calentamiento antropogénico apreciable en los últimos cincuenta años, en promedio para cada continente. En los últimos 50 años, la suma de los forzamientos solar y volcánico habría producido *probablemente* un enfriamiento.

Los progresos realizados con las observaciones de los últimos años indican que las influencias humanas discernibles sobre el clima no se circunscriben al aumento de las temperaturas, sino que abarcan también otros aspectos del clima:

- *muy probablemente* han contribuido al aumento del nivel del mar durante la segunda mitad del siglo XX;
- *probablemente* han contribuido a alterar las pautas eólicas, afectando la trayectoria de las tormentas extratropicales y las pautas de temperatura;
- probablemente han elevado la temperatura de las noches extremadamente cálidas, de las noches frías y de los días fríos;
- *más probable que improbablemente*, han intensificado el riesgo de ocurrencia de olas de calor y han incrementado la superficie afectada por la sequía desde los años 70, así como la frecuencia de las precipitaciones intensas.

El calentamiento antropogénico de las tres últimas décadas ha ejercido *probablemente* una influencia discernible a escala mundial sobre los cambios observados en numerosos sistemas físicos y biológicos.

La concordancia espacial entre las regiones del mundo que han experimentado un calentamiento significativo y los lugares en que se han observado cambios apreciables en numerosos sistemas, coincidiendo con el calentamiento, es *muy improbable* que se deba únicamente a la variabilidad natural. Varios estudios de modelización han vinculado ciertas respuestas específicas de los sistemas físicos y biológicos al calentamiento antropogénico. Una atribución más completa de las causas de las respuestas observadas en los sistemas naturales al calentamiento antropogénico no es, por el momento, posible debido a la brevedad de las escalas temporales contempladas en numerosos estudios de impacto, a la mayor variabilidad natural del clima a escala regional, a la contribución de factores no climáticos, y a la limitada cobertura espacial de los estudios.

Escenarios Futuros

El Informe del IPCC proyecta un aumento de las emisiones mundiales de GEI de entre 25% y 90% (CO₂-eq) entre 2000 y 2030 (Figura 4), suponiendo que los combustibles de origen fósil mantengan su posición dominante en el consumo mundial de fuentes de energía hasta 2030 como mínimo.

De proseguir las emisiones de GEI a una tasa igual o superior a la actual, el calentamiento aumentaría y el sistema climático mundial experimentaría durante el siglo XXI numerosos cambios, muy probablemente mayores que los observados durante el siglo XX (Cuadro 1, Figura 4)

Escenarios de emisiones de GEI entre 2000 y 2100 (en ausencia de políticas climáticas adicionales), y proyección de las temperaturas en superficie

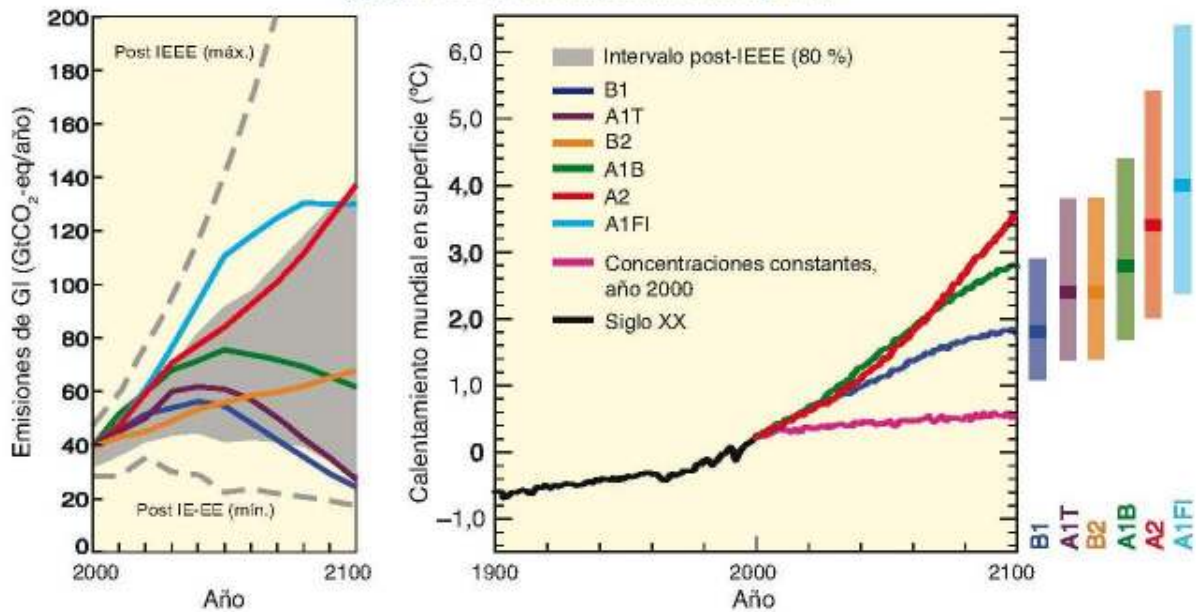


Figura 4. Gráfica izquierda: Proyección de emisiones mundiales de GEI (CO₂-eq) en ausencia de políticas climáticas: se muestran seis escenarios IEEE (líneas de color), junto con el percentil 80 de escenarios recientes publicados post IEEE (área sombreada en gris). Las líneas de trazos representan la totalidad de los escenarios post IEEE. Las emisiones abarcan los gases CO₂, CH₄, N₂O y F. **Gráfica derecha:** las líneas continuas representan proyecciones del promedio mundial multi-modelo del calentamiento global para los escenarios A2, A1B y B1. Estas proyecciones reflejan el calentamiento derivado de las emisiones de GEI y aerosoles de corta permanencia. La línea rosa no es un escenario, sino que corresponde a una simulación hipotética en que las concentraciones atmosféricas se mantienen constantes e iguales a los valores del año 2000. Las barras de la derecha indican la estimación óptima (línea continua dentro de cada barra) y el intervalo probable de calentamiento evaluado para los seis escenarios IEEE en el período 2090-2099. Las variaciones de temperatura están expresadas tomando como referencia los valores correspondientes al período 1980-1999

El término IEEE designa los escenarios descritos en el Informe Especial del IPCC sobre escenarios de emisiones (IEEE, 2000). Los escenarios IEEE están agrupados en cuatro familias (A1, A2, B1 B2) que exploran vías de desarrollo alternativas incorporando toda una serie de consideraciones demográficas, económicas y tecnológicas, junto con las emisiones de GEI resultantes. Los escenarios IEEE no contemplan otras políticas climáticas además de las existentes. Las proyecciones de emisión son útiles para visualizar el cambio climático futuro, y sus supuestos básicos respecto de la evolución socioeconómica, demográfica y tecnológica; como tal, son el punto de partida de numerosos estudios sobre la vulnerabilidad al cambio climático y evaluaciones de impacto.

La línea correspondiente al escenario A1 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. Se divide en tres grupos, que reflejan tres direcciones alternativas de cambio tecnológico: intensiva en combustibles fósiles (A1FI), energías de origen no fósil (A1T), y equilibrio entre las distintas fuentes (A1B). 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. 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. A2 describe un mundo muy heterogéneo con crecimiento de población fuerte, desarrollo económico lento, y cambio tecnológico lento.

Para las dos próximas décadas las proyecciones indican un calentamiento global de aproximadamente 0,2 °C por década para toda la serie de escenarios de emisiones IIEE. En el caso hipotético de que se pudiesen mantener constantes las concentraciones de todos los gases de efecto invernadero y aerosoles en los niveles de 2000, cabría esperar un ulterior calentamiento de aproximadamente 0,1 °C por década. A partir de ese punto, las proyecciones de temperatura dependen cada vez más de los escenarios de emisión.

El intervalo de valores proyectados de calentamiento y aumento del nivel del mar en el siglo XXI, para cada escenario, se muestra en el Cuadro 1. En este cuadro las proyecciones del promedio mundial del aumento del nivel del mar para el período 2090-2099 no incorporan las incertidumbres respecto de los retro-efectos clima-ciclo de carbono, ni los cambios del flujo de los mantos de hielo, por lo que los valores superiores de esos intervalos no deben considerarse cotas superiores del aumento del nivel del mar. Reflejan solo en parte el aumento de los flujos de hielo en Groenlandia y en la región antártica para las tasas observadas en 1993-2003, pero este flujo podría aumentar o disminuir en el futuro.

Las consecuencias de los cambios de temperatura y del nivel del mar, conforme a los escenarios estudiados serán las siguientes:

- se observará un calentamiento máximo sobre tierra firme y en la mayoría de las latitudes septentrionales altas, y mínimo sobre el océano austral y partes del Atlántico Norte, como se muestra en la Figura 5.

Caso	Cambio de temperatura (°C en 2090-2099 respecto de 1980-1999) ^{a, b}		Aumento del nivel del mar (m en 2090-2099 respecto de 1980-1999)
	Estimación óptima	Intervalo probable	Intervalo obtenido a partir de modelos, excluidos los cambios dinámicos rápidos futuros del flujo de hielo
Concentraciones constantes en los niveles del año 2000 ^c	0,6	0,3 – 0,9	No disponible
Escenario B1	1,8	1,1 – 2,9	0,18 – 0,38
Escenario A1T	2,4	1,4 – 3,8	0,20 – 0,45
Escenario B2	2,4	1,4 – 3,8	0,20 – 0,43
Escenario A1B	2,8	1,7 – 4,4	0,21 – 0,48
Escenario A2	3,4	2,0 – 5,4	0,23 – 0,51
Escenario A1FI	4,0	2,4 – 6,4	0,26 – 0,58

Cuadro 1. Proyecciones del promedio mundial del calentamiento superficial y del aumento del nivel del mar en el siglo XXI

Notas:

- Los valores de temperatura son estimaciones óptimas evaluadas, y los intervalos de incertidumbre probables se han obtenido de una conjunto de modelos de complejidad variable.
- La composición constante en valores del año 2000 se ha obtenido de modelos de circulación general atmósfera-océano únicamente.
- Las concentraciones aproximadas de dióxido de carbono equivalente correspondientes al forzamiento radiativo computado por efecto de los GEI y aerosoles antropógenos en 2100 para los escenarios B1, A1T, B2, A1B, A2 y A1FI del IIEE son 600, 700, 800, 850, 1250 y 1550 ppm, respectivamente.
- Los cambios de temperatura están expresados en términos de diferencias respecto del período 1980-1999. Para expresar el cambio respecto del período 1850-1899 hay que añadir 0,5 °C.

- habrá una contracción de la superficie de cobertura de nieve, en la mayoría de las regiones de permafrost, y en menor extensión de los hielos marinos. Los hielos marinos de la región ártica desaparecerán casi completamente al final del verano en los últimos años del siglo XXI.
- *muy probablemente* aumentará la frecuencia de las olas de calor y de las precipitaciones intensas.
- *probablemente* aumentará la intensidad de los ciclones tropicales.
- se producirá un desplazamiento hacia los polos de las trayectorias de las tormentas extratropicales, con los consiguientes cambios de las pautas de viento, precipitación y temperatura.
- *muy probablemente* aumentarán las precipitaciones en latitudes altas, y *probablemente* disminuirán en la mayoría de las regiones terrestres subtropicales, como continuación de las tendencias recientemente observadas.

Las proyecciones indican que, hacia mediados del siglo, la escorrentía fluvial anual y la disponibilidad de agua aumentarán en latitudes altas (y en ciertas áreas lluviosas tropicales) y disminuirán en algunas regiones secas en latitudes medias y en los trópicos. Numerosas áreas semiáridas (por ejemplo, la cuenca mediterránea, el oeste de los Estados Unidos, el sur de África y el nordeste de Brasil) experimentarán una disminución de sus recursos hídricos.

Los estudios recientes han permitido comprender de manera sistemática la cronología y magnitud de los impactos vinculados a diferentes intensidades y tasas de cambio climático. Estos se presentan en la Figura 6.

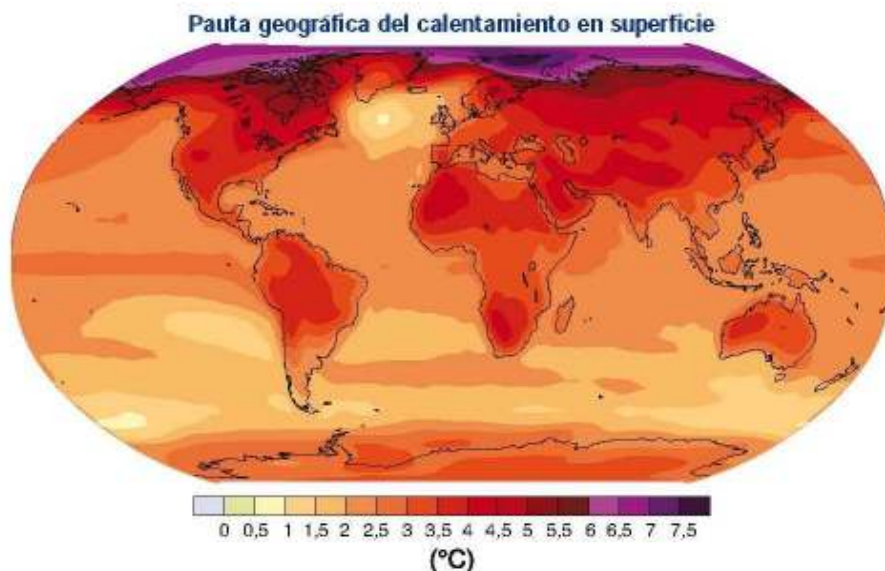
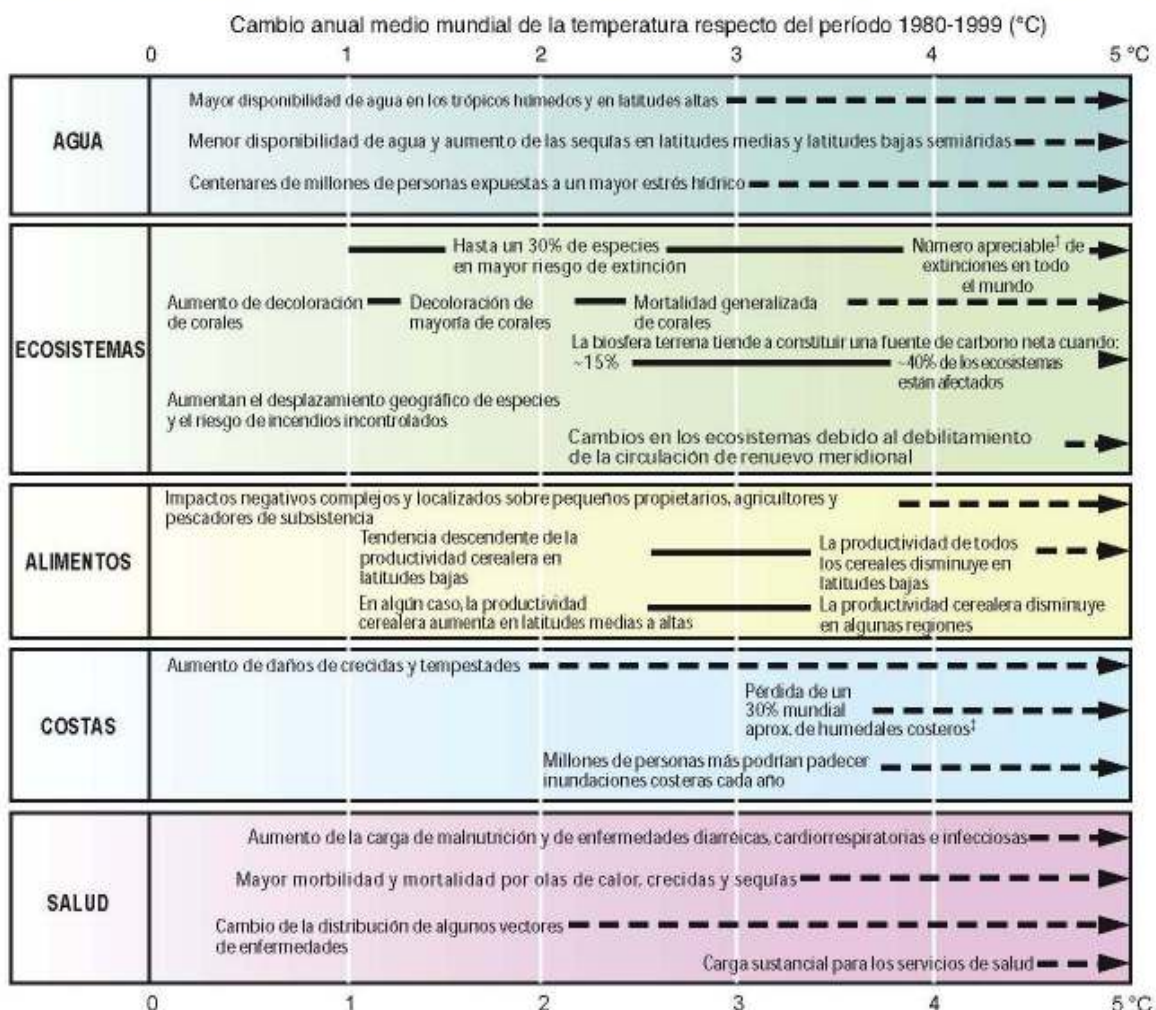


Figura 4. Cambios de la temperatura superficial proyectados para finales del siglo XXI (2090-2099). Se indica en el mapa la proyección multi-modelos promediada para el escenario A1B del IEEA. Todas las variaciones de temperatura están referidas a los valores del período 1980-1999

Ejemplos de impactos asociados con el cambio anual medio mundial de la temperatura (los impactos variarán en función del grado de adaptación, de la tasa del cambio de la temperatura y de la vía socioeconómica)



† Se entiende por 'apreciable' más de un 40%. ‡ Basado en la tasa promedio de aumento del nivel del mar, es decir, 4,2 mm/año entre 2000 y 2080.



Figura 6. Ejemplos de impactos proyectados asociados al promedio mundial del calentamiento en superficie. **Gráfica superior:** Ejemplos ilustrativos de impactos de los cambios de clima (y de nivel del mar y de CO₂ atmosférico, cuando corresponda) relativos a diferentes magnitudes de aumento del promedio mundial de temperatura superficial durante el siglo XXI. Las líneas en negro relacionan impactos; las flechas con líneas de trazos indican impactos que prosiguen con el aumento de la temperatura. La información se ha dispuesto de manera que el texto de la parte inferior indique el nivel aproximado de calentamiento asociado a la aparición de un impacto dado. La información cuantitativa sobre escasez de agua e inundaciones representa los impactos adicionales del cambio climático respecto de las condiciones proyectadas para la totalidad de escenarios A1FI, A2, B1 y B2 del IEEE. **Gráfica inferior:** los puntos y las barras indican la estimación óptima y los intervalos probables de calentamiento evaluados para los seis escenarios IEEE en el período 2090-2099 tomando como referencia la temperatura del período 1980-1999.

Consecuencias para Venezuela

En Venezuela el conocimiento público que se tiene del cambio climático y sus consecuencias es limitado, pues no ha habido una difusión bien organizada del tema. Es probable que otros problemas urgentes que enfrenta la sociedad venezolana, tales como la inseguridad y el elevado costo de la vida han hecho que el cambio climático sea ignorado o subestimado, tanto pública como oficialmente. Ello, es un error, pues las amenazas climáticas que deberán enfrentarse y sus consecuencias no se circunscriben a la alteración de algunos ecosistemas: los incrementos de temperatura estimados para Venezuela en las próximas décadas, conforme a los resultados que arrojan los modelos de simulación del clima, en el orden de 2 a 3 °C, tendrán serias consecuencias sobre el bienestar económico y social de buena parte de los venezolanos, porque la salud humana, así como los recursos de agua, la producción de alimentos, los ecosistemas costeros y los asentamientos humanos son muy sensibles a las variaciones del clima, y se van a ver afectados. El cambio climático representa una carga adicional sobre todos estos elementos que actualmente ya se ven intervenidos adversamente tanto por la demanda creciente de recursos naturales, como por el uso de prácticas inadecuadas de manejo y por la contaminación ambiental.

El consenso científico, expuesto en el informe del IPCC, es que efectivamente nuestro planeta se está calentando, que tal calentamiento se está acelerando, y que ello se debe en gran medida a actividades humanas, siendo la más importante es el uso de combustibles fósiles, es decir, del carbón y de los hidrocarburos líquidos y gaseosos, desde el inicio de la revolución industrial. Estos combustibles generan gases de invernadero (dióxido de carbono y el metano) que se acumulan en la atmósfera y retienen el calor, tal como se señala en el informe. Asimismo, la deforestación, ciertos procesos industriales y prácticas agrícolas, y el manejo de los desechos orgánicos también contribuyen a aumentar las emisiones de gases.

Este es un asunto de particular importancia para Venezuela por tratarse de un país muy vulnerable ante el cambio del clima. Algunos de los factores que determinan esta vulnerabilidad son: el hecho que 60% de la población se asienta en el arco montañoso andino-costero de clima semiárido y subhúmedo-seco, y es dependiente de embalses para el abastecimiento de agua, cuya recarga depende del régimen de lluvias. Por otra parte, la producción agrícola nacional es principalmente de secano y muy susceptible a las variaciones de la distribución estacional de las lluvias, adicionalmente los cultivos pueden verse expuestos a otros efectos secundarios del cambio climático como son la mayor incidencia de incendios por la sequía y la proliferación de plagas por el aumento de la temperatura. Mientras, la producción animal, que se realiza en zonas que ya son bastante calurosas, es susceptible de mortandades ante ligeras olas de calor adicional. A su vez, los eventos extremos de precipitación han demostrado ser particularmente graves en zonas montañosas proclives a deslaves, derrumbes y deslizamientos de tierra, con la particularidad de que en general son los más pobres, quienes viven en frágiles construcciones improvisadas en estas zonas, los más vulnerables a tales situaciones. Asimismo, la reducción de las precipitaciones en la cuenca del río Caroní pudiera convertirse en un problema a escala nacional debido a que ello puede ocasionar una caída del nivel de agua de los embalses allí construidos, reduciendo la capacidad de las

centrales hidroeléctricas que suministran el 70% de la energía eléctrica del país. No menos importante será el efecto del calor sobre la salud de las personas, que afectara a las comunidades no solo por la morbi-mortalidad de las olas de calor, sino por la extensión geográfica de enfermedades infecciosas y transmitidas por vectores (mosquitos, garrapatas), tales como el dengue (cuyo número de casos se ha incrementado durante los últimos años) malaria, cólera y giardiasis, así como el asma y las alergias. El impacto de este efecto es difícil de cuantificar, por cuanto estos problemas de salud también dependen de muchos otros factores tales como las condiciones sanitarias, de nutrición y disponibilidad de asistencia medica entre otros. Las infraestructuras localizadas en algunas de nuestras costas también pueden verse afectadas por el incremento del nivel del mar con el avance del deshielo de los polos: si tal aumento llega a ser del orden de 0,5 metros, este sería el caso de la costa oriental del Estado Falcón, la costa entre Cabo Codera y la Laguna de Tacarigua y, en menor medida, las inmediaciones de Barcelona, Puerto la Cruz y Guanta, y la Bahía de Juan Griego en Nueva Esparta, donde ya se observa un retroceso de la línea de costa. Otras regiones, como el Delta del Orinoco no han sido suficientemente estudiadas, pero es bien conocido que la ciudad de Tucupita esta apenas a un metro sobre el nivel de las aguas. La afectación de ecosistemas costeros, tales como los manglares, corales y humedales puede representar pérdidas de biodiversidad, de producción pesquera y de oportunidades para el desarrollo del turismo.

Ante estas perspectivas, es importante que oportunamente se adopten medidas que permitan anticiparse a los problemas. Entre estas medidas están aquellas que previenen el mal uso y despilfarro de recursos naturales, principalmente del agua, evitar que se sigan asentando comunidades en áreas susceptibles de inundación, deslaves y terrenos inestables e ir desalojándolas de aquellas áreas vulnerables que actualmente están ocupadas, fortalecer los establecimientos de salud, mejorar los planes de contingencia ante las emergencias, mejorar las infraestructuras de suministro de agua, propiciar el reciclaje del agua, desarrollar nuevas variedades de cultivos, adaptar los periodos de siembra a los cambios en las precipitaciones, incorporar biotecnologías que mejoren la productividad en el sector agrícola, mejorar los sistemas de riego, re-localización o protección mediante diques y barreras de las infraestructuras costeras importantes bajo riesgo, entre muchas otras. Se trata de decisiones que requieren de un orden de prioridad, por su demanda de recursos financieros y tecnológicos, y cuyo establecimiento requiere de un conocimiento más preciso de los impactos del cambio climático en cuanto a su ocurrencia temporal y localización geográfica, lo cual resalta la importancia de reforzar las mediciones del clima en todo el territorio nacional, implantar sistemas de alertas tempranas de manifestaciones climáticas extremas y estimular al sector ciencia y tecnología para impulsar la investigación y desarrollo relativa al cambio del clima, vulnerabilidades regionales y formas de contrarrestarla. La puesta en práctica oportuna de estas acciones ayudará a aminorar las consecuencias sociales, económicas, de salud y las migraciones de poblaciones rurales y costeras por los efectos del cambio climático. Se requerirán esfuerzos de corto y largo plazo, a ser respaldados por una política nacional de cambio climático que aun no tenemos, pero que mas temprano que tarde debe ser adoptada y que deberá estar sustentada mediante la difusión del tema, la educación, creación de conciencia y promoción de la participación pública, tal como ya lo están haciendo numerosos otros países.