

Centro de Estudios Sociales y de Opinión Pública

Evaluación de riesgos frente al cambio climático: prevención y acción

Carpeta informativa núm. 182



Septiembre 2021

www.diputados.gob.mx/cesop



C Á M A R A D E
DIPUTADOS

LXV LEGISLATURA

CESOP

Centro de Estudios Sociales y de Opinión Pública

Información que fortalece el quehacer legislativo

Evaluación de riesgos frente al cambio climático: prevención y acción

Gabriel Fernández Espejel*

numeración	contenido	página
-	Nota introductoria	2
1	Pronósticos adversos	2
2	Representación del calentamiento global: ejemplos	6
3	Efectos en la infancia por el cambio climático	13
4	Incidencia del calentamiento global en los fenómenos meteorológicos	18
5	Riesgos en zonas costeras y océanos	20
6	Economía e impacto climático	24
	Nota conclusiva	27

* Maestro en economía por la UNAM. Investigador del área de Estudios Sociales del CESOP. Líneas de trabajo: gobierno, mercado, energía y medio ambiente. Correo electrónico: gabriel.fernandez@diputados.gob.mx

Nota introductoria

Los últimos reportes sobre el calentamiento global y la evolución de los modelos atmosféricos revelan que estamos lejos de ir en camino al cumplimiento de los Acuerdos de París de limitar el alza en la temperatura global en 1.5 °C para 2050 o al menos no rebasar la marca de 2 °C, debido a que las emisiones de CO₂ al medio ambiente (principal causa de los incrementos) sigue sin contención. Esta situación lleva a los gobiernos y a la sociedad a tener presente la inminente sucesión de eventos de riesgo climático de mayor frecuencia y dimensión en las próximas décadas.

La presente carpeta retoma algunas previsiones sobre el comportamiento de los fenómenos meteorológicos asociados al calentamiento global; asimismo contiene ciertos esfuerzos globales en mapeo de riesgos ambientales que incorporan temas como el de la infancia o la economía, que sirven como modelos y fuente de información para que nuestro país profundice e incorpore temáticas en sus atlas de previsión existentes.

México (por mandato de la Ley General de Cambio Climático) cuenta con un sistema integral de mapas que contiene el Atlas Nacional de Riesgos, que también concentra otros temas que no se relacionan directamente al calentamiento global como epidemias (incluido el de la Covid) y actividad volcánica.

Una posible acción es desarrollar mapas propios de riesgo climático que incorporen el comportamiento futuro de los peligros a partir de los cambios que se anticipan por el calentamiento global para que se adicionen y se disponga de una mayor precisión en la información de las zonas geográficas del país a fin de anticipar catástrofes, dotar con mejores herramientas las áreas que viven bajo peligro y restringir asentamientos o urbanizaciones en tierras que no presentan un futuro alentador bajo este hecho.

1. Pronósticos adversos

El Panel Intergubernamental sobre Cambio Climático (IPCC, por sus siglas en inglés) dio a conocer en los primeros días de agosto el Sexto Informe de Evaluación sobre el Cambio Climático. Los titulares más recurrentes que se publicaron en el orbe, que se muestran

en el Cuadro 1, sintetizan el amplio mensaje de emergencia que emite este grupo de especialistas de la Organización de las Naciones Unidas (ONU).

Cuadro 1. Temática de los principales titulares en los medios alrededor del mundo en relación con el Sexto Informe de Evaluación sobre el Cambio Climático del IPCC

1	Los países más contaminantes en el mundo deben actuar de inmediato a fin de reducir las emisiones de CO ₂ .
2	La mayor advertencia en el Sexto Informe es que la gravedad de los cambios climáticos es inevitable e irreversible.
3	La meta que se determinó en los acuerdos de París de contener el calentamiento en menos de 1.5 °C está fuera de nuestro alcance.
4	El veredicto es que el hombre es el único responsable de esta realidad climática.
5	Es una realidad que tendremos un futuro más caliente en la Tierra, los puntos de inflexión fueron rebasados.
6	Nadie está a salvo frente al calentamiento global, se vive bajo una especie de Código Rojo.
7	Lo que se experimenta actualmente con relación a desastres naturales (inundaciones e incendios, entre otros) es sólo una muestra de lo que viene y cada vez será más grave.
8	Los niveles de las emisiones de CO ₂ en su punto más alto en 2 millones de años.
9	Se requiere “descarbonizar” de manera urgente a las sociedades y a la economía mundial, de las pocas ventanas abiertas para frenar una catástrofe ambiental.

Fuente: diarios y sitios de internet de medios en América Latina, Estados Unidos de América y Europa occidental.

La sexta evaluación del IPCC manda el mensaje conclusivo a partir de la revisión de la evidencia científica con la que se cuenta, señala inequívocamente que la actividad del ser humano es la responsable del calentamiento de la atmósfera, los océanos y la Tierra

por medio de las emisiones de gases de efecto invernadero que realiza al menos desde 1750,¹ sin lugar a duda para los detractores del cambio climático.

La evidencia: las primeras dos décadas del siglo XXI presentaban temperaturas en la Tierra superiores en un rango de entre 0.9 y 1.59 °C frente al periodo de 1750-1800. Asimismo, se tuvo un alza en relación con los últimos datos que registró la Quinta Evaluación del IPCC para el periodo 2003-2012 con un incremento de 0.22 °C frente al lapso de 2011-2020. Estos saltos han ocasionado la aceleración en la concentración de contaminantes, en el deshielo de glaciares, en océanos más acidificados, incremento en el nivel de los mares y en la pérdida de bosques y tierras cultivables.²

Aunque el calentamiento global es un proceso que se ha presentado de manera gradual a lo largo de décadas, milenios e inclusive millones de años, los episodios extremos de calor son cada vez más frecuentes, mientras que las ondas intensas frías se presentan con menor periodicidad al menos desde 1950. Este escenario significa –por igual– lluvias más devastadoras, ciclones tropicales más recurrentes, incendios de mayor dimensión, y sequías más agudas y prolongadas en ecosistemas y en tierras agrícolas en todo el planeta.³

En una entrevista para el diario londinense *The Guardian*, un ejecutivo de la compañía de seguros “Aviva General Insurance” afirma que es muy tarde para frenar los efectos del cambio climático, aunque considera que se pueden reducir sus percances en las vidas de las personas, para ello se requiere de acciones en los marcos regulatorios en términos de cómo y dónde se edifican las propiedades, haciendo un llamado a la utilización de materiales resistentes a los fenómenos climáticos y considerando soluciones naturales y creativas para enfrentar el calentamiento global.⁴

¹ En IPCC, 2021: “Summary for Policymakers. In: Climate Change 2021: The Physical Science Basis”, *Contribution of Working Group I to the Sixth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change*, Cambridge University Press, 2021 (en imprenta), disponible en: https://www.ipcc.ch/report/ar6/wg1/downloads/report/IPCC_AR6_WGI_SPM.pdf (consulta: agosto de 2021).

² Disponible en: https://www.ipcc.ch/report/ar6/wg1/downloads/report/IPCC_AR6_WGI_SPM.pdf (consulta: agosto de 2021).

³ Los niveles de confianza en torno a estas afirmaciones van de media a alta. *Ibid.*

⁴ En Fiona Harvey, “Flash floods will be more common as climate crisis worsens, say scientists”, *The Guardian*, nota publicada el 26 de julio de 2021 (previa a la sexta evaluación del IPCC), disponible en:

La revista científica, *Nature Climate Change*, que retoma el diario británico *The Independent*, señala que los eventos climáticos recientes han impuesto nuevas marcas negativas por un amplio margen en áreas que llevaban un periodo largo sin ser trastocados.⁵ Estos nuevos extremos no serían posibles sin la influencia del nivel actual de emisión de gases de efecto invernadero en la Tierra, situación que se agravará al menos hasta 2050 y que podría extenderse unas décadas más si no se impulsan acciones para reducir los contaminantes.

Los modelos que utilizaron para determinar el comportamiento futuro en la temperatura global afirman que una de las herramientas para reducir los riesgos latentes en el planeta es revertir de manera expedita la forma como se genera la energía y como la consumimos, ya que los eventos venideros podrían ser hasta 21 veces más frecuentes y con duración de más de una semana. Las zonas con la mayor probabilidad para que esto ocurra son áreas pobladas del este de Estados Unidos, Europa central, el Este asiático, y partes de Sudamérica y África.

Estas advertencias por parte de los científicos hacen evidente la necesidad de contar o de actualizar mapas de riesgo a causa del cambio climático alrededor del mundo, ya que estas anomalías suponen graves consecuencias para los ecosistemas y para las poblaciones (más allá de su capacidad de resiliencia), tal como sucedió el verano pasado en el noroeste de la Unión Americana y en la zona colindante de Canadá, donde se registraron temperaturas de alrededor de 45 y 50 °C, respectivamente, hecho sin precedentes en los registros modernos.⁶

Noticias similares vienen principalmente de América del Norte y Europa; sin embargo, las catástrofes climáticas se dan en todo el mundo. El servicio de monitoreo atmosférico

<https://www.theguardian.com/environment/2021/jul/26/flash-floods-will-be-more-common-as-climate-crisis-worsens-say-scientists-london-floods> (consulta: agosto de 2021).

⁵ La publicación *Nature Climate Change* menciona las ondas de calor que azotaron este verano el noroeste de Estados Unidos y el suroeste de Canadá, en Daisy Dunne, "Record shattering heatwaves to become far more likely without urgent climate action, research warns", *The Independent*, nota publicada el 26 de julio de 2021, disponible en: <https://www.independent.co.uk/climate-change/news/record-shattering-heatwaves-climate-action-b1890619.html> y en https://www.nature.com/articles/s41558-021-01092-9?utm_medium=affiliate&utm_source=commission_junction&utm_campaign=3_nsn6445_deeplink_PID100062364&utm_content=deeplink (consulta: agosto de 2021).

⁶ Disponible en: <https://www.independent.co.uk/climate-change/news/record-shattering-heatwaves-climate-action-b1890619.html> (consulta: agosto de 2021).

Copernicus en Europa revela que julio fue el mes con más incendios desde 2005,⁷ impactando regiones de Norteamérica, Siberia, el sur de Europa y África, además trajo consigo la emisión de 343 megatoneladas de CO₂ al medio ambiente, la mayor cifra para igual mes desde 2003, año en que la agencia meteorológica comenzó sus registros. Noticias de esta índole están presentes, prácticamente, todo el tiempo y de no ser porque la mayoría involucra catástrofes humanas y ambientales cada vez de mayor dimensión podrían perder interés por su redundancia.

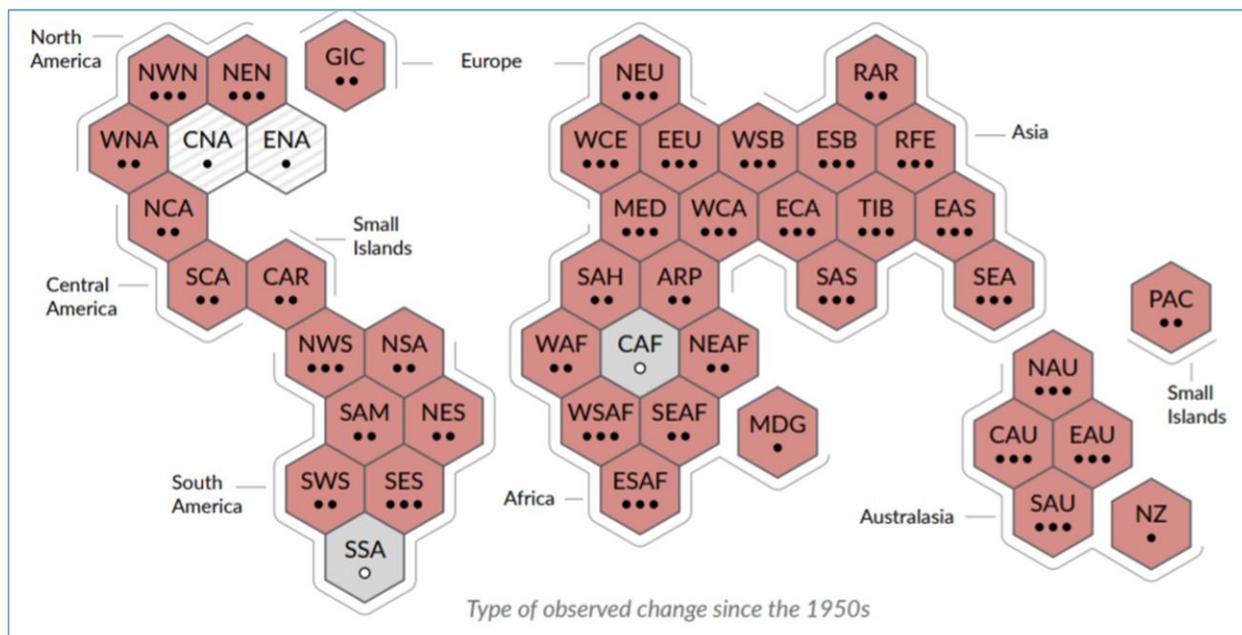
2. Representación del calentamiento global: ejemplos

Los eventos climáticos que se vinculan al calentamiento global son cada vez más frecuentes, más repentinos, más breves, de mayor fuerza y sus afectaciones cubren una parte más amplia del planeta. Los siguientes tres mapas dan cuenta del estado en el que se encuentra el planeta en relación con fenómenos de calor extremo, de precipitaciones inusuales y de sequías intensas que prevalecen actualmente; sin embargo, el panorama podría empeorar bajo escenarios en los que no se logra reducir las emisiones de gases contaminantes a la atmósfera.

Los hexágonos en rojo del Mapa 1 representan regiones con un incremento en calor extremo, se distingue que en todo el mundo no existe región en la que haya una disminución en la temperatura. El hexágono “NCA” con las iniciales (en inglés) para el área norte de Centroamérica y “SCA” para el sur de Centroamérica son las que incluyen a México, ambas en este color. Las figuras en gris significan que no hay suficiente información para llegar a una conclusión, están sobre todo al sur de América del Sur y en el centro de África. Las representaciones para el centro y el este de América del Norte en blanco implican que no existe un consenso sobre si se presenta o no este fenómeno de calentamiento.

⁷ En Jonathan Watts, “Last month was worst July for wildfires on record, say scientists”, *The Guardian*, nota publicada el 6 de agosto de 2021, disponible en: <https://www.theguardian.com/world/2021/aug/06/last-month-worst-july-wildfires-since-2003> (consulta: agosto de 2021).

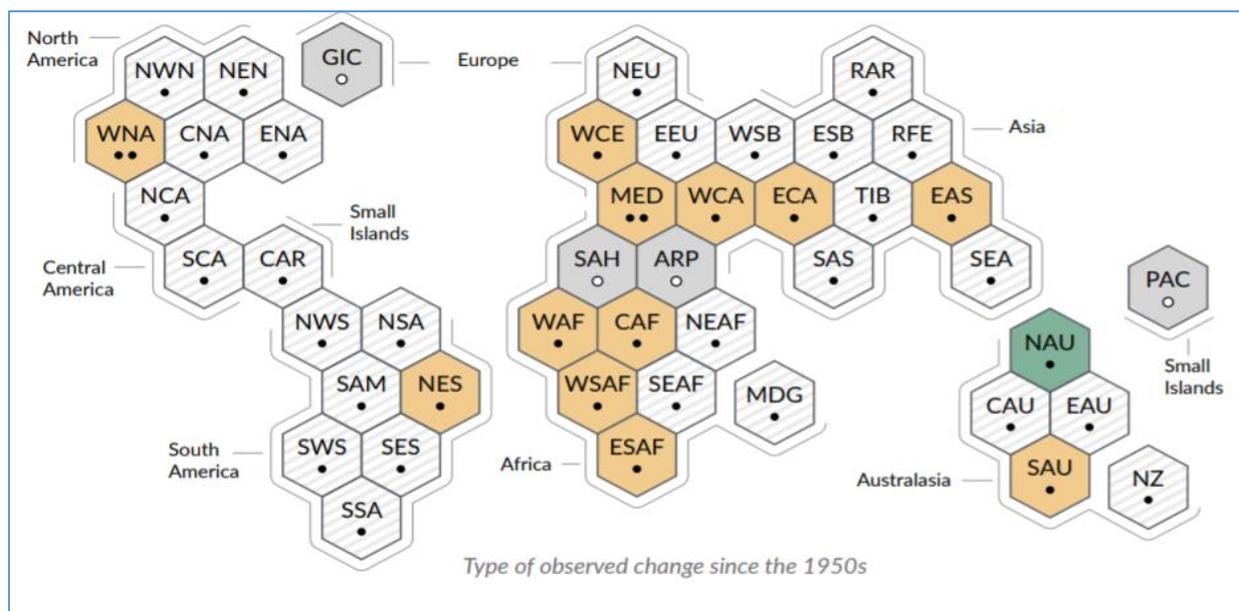
Mapa 1. Regiones que observan un cambio en la temperatura (calor extremo) en el mundo desde 1950 y la incidencia humana en éste



Fuente: imagen tomada de IPCC, 2021: "Summary for Policymakers. In: Climate Change 2021: The Physical Science Basis", *Contribution of Working Group I to the Sixth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change*, Cambridge University Press, 2021 (en imprenta), disponible en: https://www.ipcc.ch/report/ar6/wg1/downloads/report/IPCC_AR6_WGI_SPM.pdf (consulta: agosto de 2021).

En el Mapa 2 el color verde resalta los territorios que experimentan un alza en lluvias intensas. A diferencia de la imagen anterior, este fenómeno no cubre prácticamente toda la Tierra, además se tienen hexágonos donde las precipitaciones reportan un descenso. Las figuras en gris (en donde no se dispone de suficiente información para una determinación) son más numerosas, cubren áreas del norte de América del Norte, del sur de Centroamérica y la mayor parte de las regiones de América del Sur y de África. De esta forma, para la parte centro y norte de México el mapa revela que no existe un consenso en torno a si han aumentado o no las lluvias, en el Sureste no hay información conclusiva.

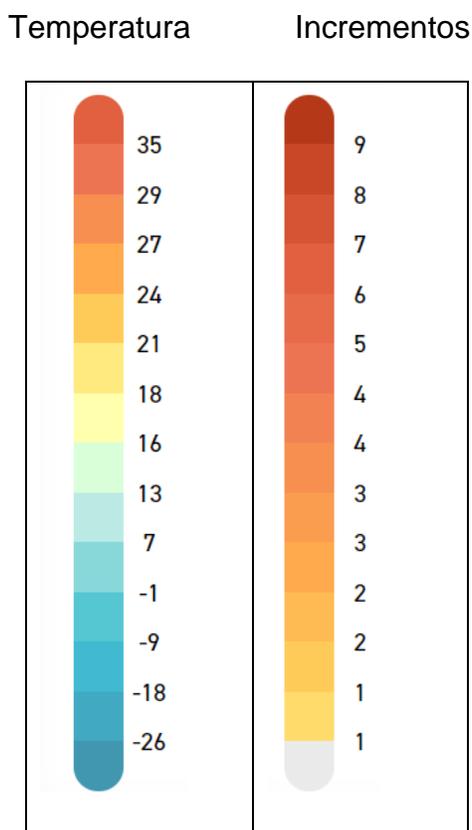
Mapa 3. Regiones que observan un incremento en sequías agrícolas y ecológicas en el mundo desde 1950 y la incidencia humana en éste



Fuente: imagen tomada de https://www.ipcc.ch/report/ar6/wg1/downloads/report/IPCC_AR6_WGI_SPM.pdf (consulta: agosto de 2021).

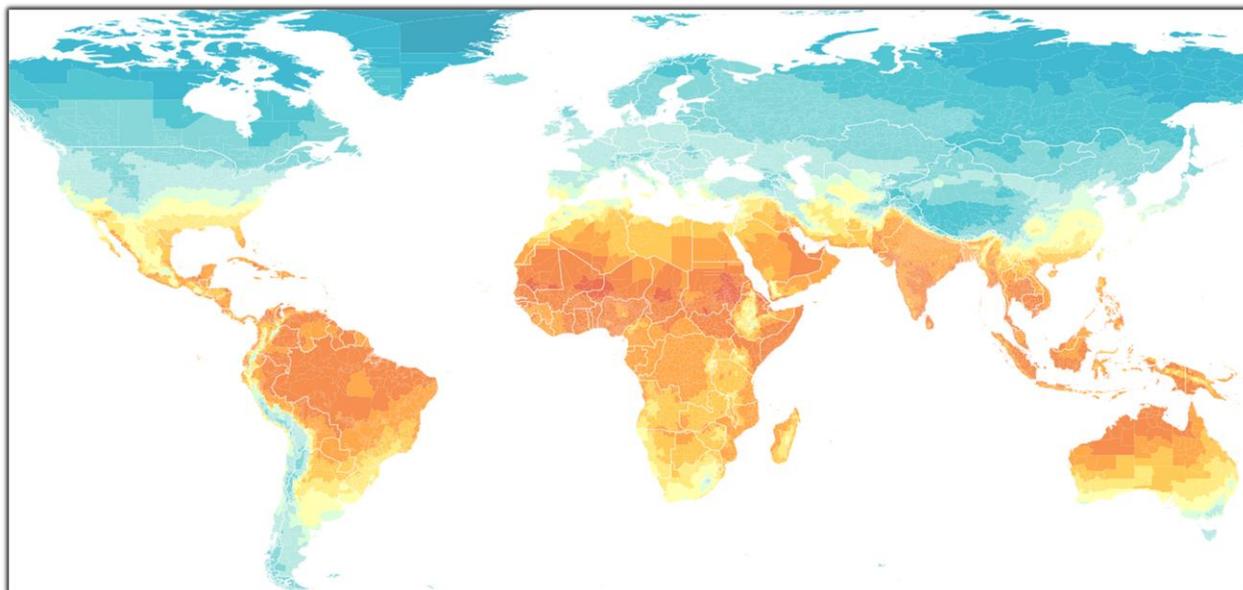
El grupo Laboratorio del Impacto Climático, que lo conforman especialistas en economía, en medio ambiente, ingeniería, matemáticas y actuaría de las universidades de California en Berkeley, de Chicago y Rutgers, tiene como principal objetivo la medición de los costos reales en las comunidades y en los negocios alrededor del mundo a partir del calentamiento global. En ese sentido, una de sus primeras tareas es la de estimar el comportamiento futuro de las temperaturas alrededor del planeta. De esta forma, los mapamundis 4 y 5 contienen el promedio anual histórico para el periodo 1986-2005 y el cambio que experimentaría en su pronóstico para 2040-2059 (la escala de medición se muestra previamente).

Imagen 1. Escalas de temperatura en grados centígrados, en la primera columna para los mapas 4 y 5; la segunda para los mapas subsecuentes 6 y 7



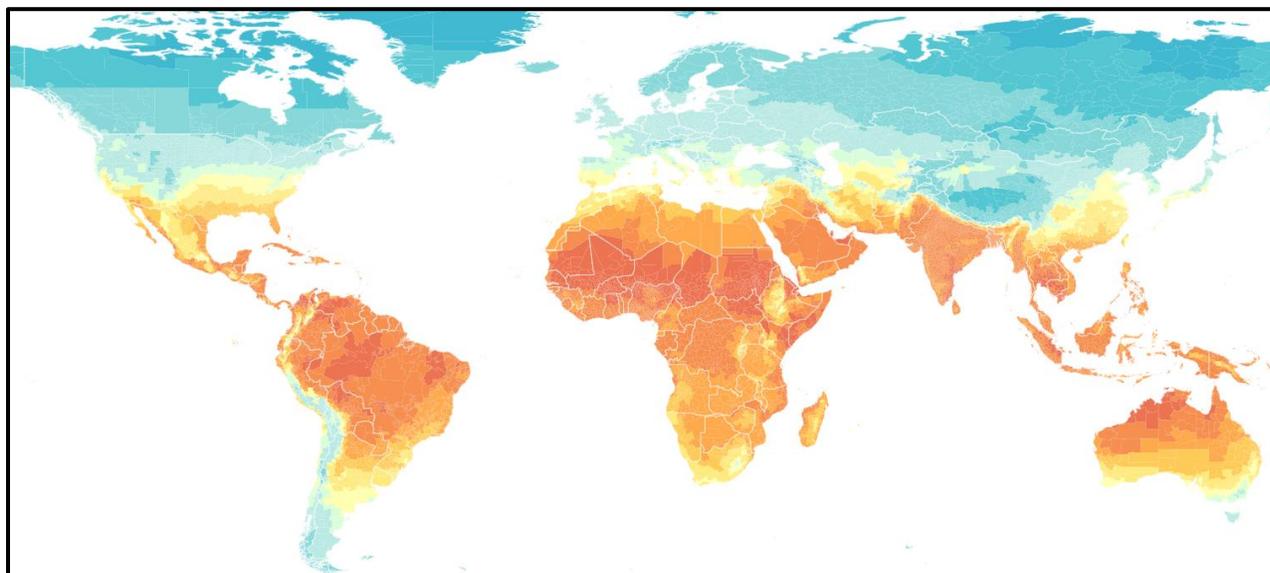
Fuente: imagen tomada de Climate Impact Lab, disponible en: <https://impactlab.org/map/#usmeas=absolute&usyear=1981-2010&gmeas=absolute&gyear=1986-2005&tab=global&qvar=tas-annual> (consulta: agosto de 2021).

Mapa 4. Temperatura anual promedio, 1986-2005



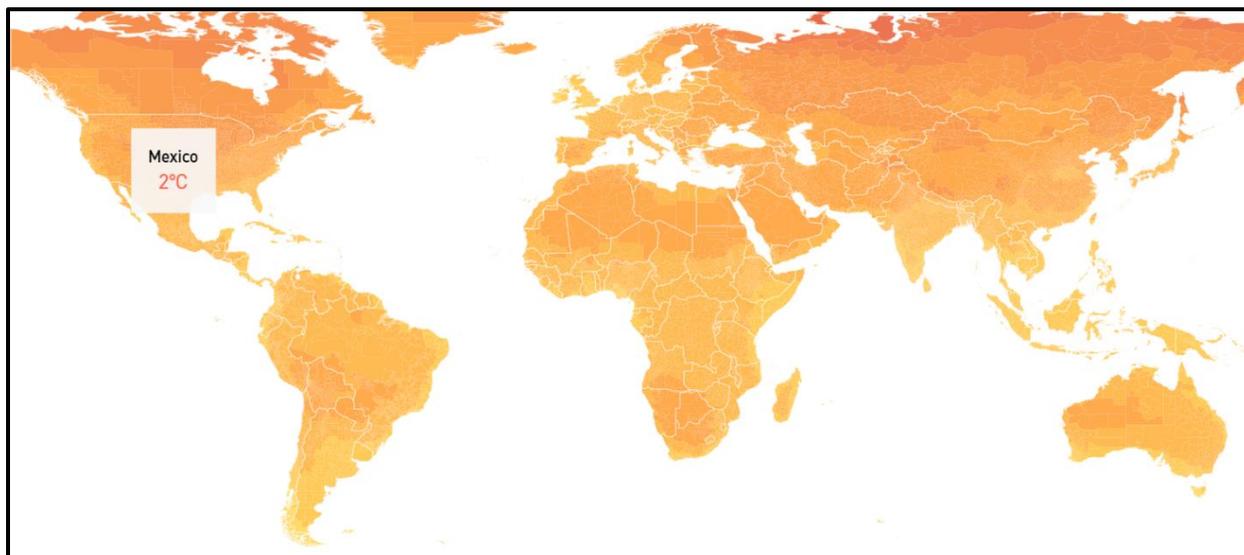
Fuente: imagen tomada de Climate Impact Lab, disponible en: <https://impactlab.org/map/#usmeas=absolute&usyear=1981-2010&gmeas=absolute&gyear=1986-2005&tab=global&qvar=tas-annual> (consulta: agosto de 2021).

Mapa 5. Temperatura anual promedio en el mundo, previsión para 2040-2059



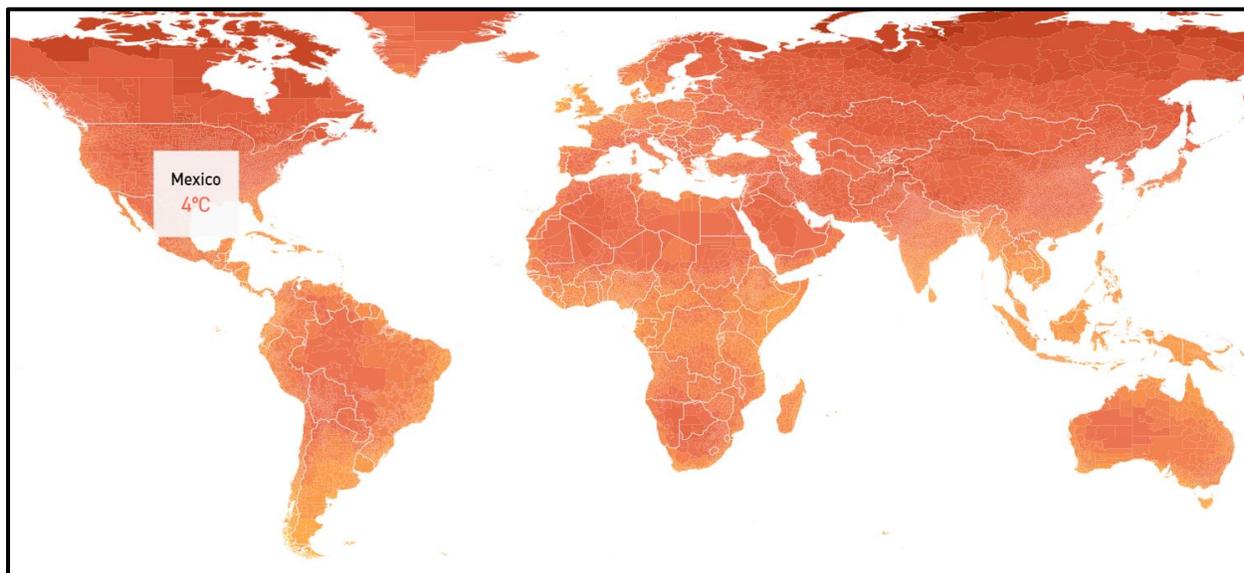
Fuente: imagen tomada de Climate Impact Lab, disponible en: <https://impactlab.org/map/#usmeas=absolute&usyear=1981-2010&gmeas=absolute&gyear=2040-2059&tab=global&qvar=tas-annual> (consulta: agosto de 2021).

Mapa 6. Cambio previsto en la temperatura anual promedio para 2040-2059 en relación con el histórico (Mapa 4)



Fuente: imagen tomada de Climate Impact Lab, disponible en: <https://impactlab.org/map/#usmeas=absolute&usyear=1981-2010&gmeas=change-from-hist&gyear=2040-2059&tab=global&gvar=tas-annual> (consulta: agosto de 2021).

Mapa 7. Cambio previsto en la temperatura anual promedio para 2080-2099 en relación con el histórico (Mapa 4)



Fuente: imagen tomada de Climate Impact Lab, disponible en: <https://impactlab.org/map/#usmeas=absolute&usyear=1981-2010&gmeas=change-from-hist&gyear=2080-2099&tab=global&gvar=tas-annual> (consulta: agosto de 2021).

A fin de tener mayor puntualidad en torno al calentamiento que experimentará el planeta a mediados y al cierre del siglo XXI se suman los mapamundis 6 y 7 con los incrementos en grados centígrados para ambos casos. Asimismo, en la Imagen 1 se muestran las escalas que se utilizan en los cuatro mapas. En los últimos dos se puede ver que en México el incremento será de entre 2 y 4 °C hacia 2050 y 2099, respectivamente. De igual forma, se puede apreciar que la intensidad en el rojo en el hemisferio norte denota un mayor calentamiento.

3. Cambio climático, efectos en la infancia

El Fondo de las Naciones Unidas para la Infancia (UNICEF, por sus siglas en inglés) revela que prácticamente toda la niñez en el mundo está en riesgo ante al menos uno de los peligros que genera el cambio climático, además precisa que uno de cada tres vive en alguna zona geográfica donde coinciden cuatro o algún número inferior de las alarmas que se asocian al calentamiento global.⁸ La Tabla 1 desmenuza estas alertas y la cantidad de niñas y niños que las padecen, que se incorporan en el Índice de Riesgo Climático de la Infancia, que se aborda a continuación.

Tabla 1. Riesgos asociados al cambio climático y población infantil vulnerable en el mundo

Riesgo climático	Población infantil altamente expuesta
Inundaciones costeras	240 millones
Inundaciones fluviales	330 millones
Ciclones	400 millones
Enfermedades transmitidas por vectores	600 millones
Contaminación por plomo	815 millones
Ondas de calor	820 millones
Escasez de agua	920 millones
Niveles cada vez más elevados de contaminación atmosférica	1000 millones

Fuente: UNICEF, *La crisis climática es una crisis de los derechos del niño: Presentación del Índice de Riesgo Climático de la Infancia*, disponible en: <https://www.unicef.org/es/comunicados-prensa/1000-millones-ninos-gravemente-expuestos-efectos-tesis-del-clima> (consulta: agosto de 2021).

⁸ En UNICEF, *La crisis climática es una crisis de los derechos del niño: Presentación del Índice de Riesgo Climático de la Infancia*, disponible en: <https://www.unicef.org/es/comunicados-prensa/1000-millones-ninos-gravemente-expuestos-efectos-tesis-del-clima> (consulta: agosto de 2021).

El UNICEF construye el Índice de Riesgo Climático de la Infancia (IRCI) a partir de 67 variables para hacer una evaluación en 163 naciones, combina la exposición a los peligros ambientales y la vulnerabilidad de la población infantil. En el primer componente integra la escasez hidrológica, inundaciones pluviales y costeras, ciclones tropicales, enfermedades contagiosas, ondas de calor, y contaminación de aire, agua y tierra. El segundo pilar enmarca nutrición y salud infantil, educación, sanidad e higiene, protección social y pobreza;⁹ dichos componentes se incluyen en las columnas 3 y 4 de la Tabla 2, respectivamente. En la columna de la derecha se muestra el valor del IRCI.

El índice –en sí– explica y mide la probabilidad de que los impactos climáticos y ambientales comprometan o erosionen el progreso hacia el desarrollo, así como que las carencias humanitarias afecten o vulneren a la niñez, a sus familias o a sus grupos sociales. El carácter geográfico del IRCI permite identificar a los países y regiones más proclives a experimentar una mayor exposición a los impactos que se originan en el cambio climático, así como entender cuáles son los factores que contribuyen con este comportamiento.¹⁰

Tabla 2. Índice de Riesgo Climático de la Infancia, países seleccionados

Posición	País	Factores climáticos y ambientales	Vulnerabilidad infantil	IRCI
1	República Central Africana	6.7	9.8	8.7
2	Nigeria	8.8	8.1	8.5
15	Afganistán	7.3	7.9	7.6
29	Haití	6.7	7.8	7.3
31	Filipinas	8.9	4.0	7.1
40	China	9.0	2.0	6.7
46	Indonesia	8.1	4.2	6.5
54	Guatemala	6.6	5.1	5.9

⁹ En UNICEF, *La crisis climática es una crisis de los derechos del niño: Presentación del Índice de Riesgo Climático de la Infancia*, Nueva York, 2021, disponible en:

<https://www.unicef.org/media/105376/file/UNICEF-climate-crisis-child-rights-crisis.pdf>

¹⁰ *Idem.*

Posición	País	Factores climáticos y ambientales	Vulnerabilidad infantil	IRCI
54	México	7.7	3.1	5.9
59	Venezuela	6.8	3.9	5.5
61	Colombia	6.9	3.4	5.4
70	Brasil	7.3	2.4	5.3
72	Corea del Sur	7.3	1.8	5.2
72	Sudáfrica	6.7	4.7	5.2
80	Estados Unidos	7.3	1.3	5.0
90	Rusia	6.5	1.8	4.6
94	Japón	6.3	2.1	4.5
102	Francia	6.1	1.2	4.1
121	Australia	5.4	1.2	3.6
128	Grecia	4.7	1.7	3.3
138	Costa Rica	3.5	2.2	2.9
142	Alemania	3.9	1.1	2.6
161	Nueva Zelanda	2.4	0.8	1.6
163	Islandia	1.0	0.9	1.0

Fuente: elaboración propia a partir de información en UNICEF, *La crisis climática es una crisis de los derechos del niño: Presentación del Índice de Riesgo Climático de la Infancia*, Nueva York, 2021, disponible en: <https://www.unicef.org/media/105376/file/UNICEF-climate-crisis-child-rights-crisis.pdf> (consulta: agosto de 2021).

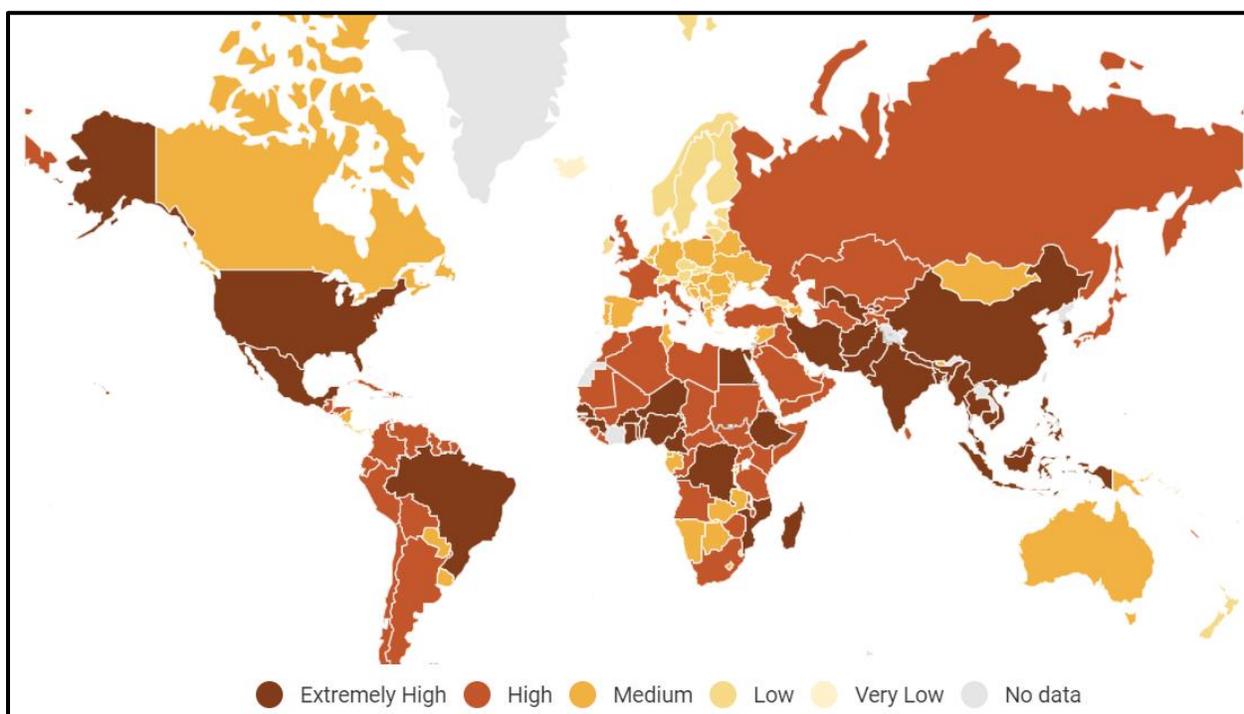
El Fondo para la Infancia hace notar en su publicación que son riesgos actuales aquellos que se consideran en el índice; que nuevas proyecciones alteran estas alarmas en sentido positivo o negativo, pudiéndolos hacer más severos o prácticamente imperceptibles; concede que cambios en el crecimiento económico o demográficos modifican su comportamiento.

Esta precisión explica en parte la selección de algunos países en la Tabla 3. Por ejemplo, Alemania y Grecia, que en semanas pasadas experimentaron fuertes inundaciones y fuegos sin precedente, correspondientemente su posición en el índice no refleja este comportamiento reciente. Sorprenden, por igual naciones como Australia, China y Estados Unidos, que en años anteriores han enfrentado grandes sequías e incendios

descomunales, pero que sus logros en desarrollo social permiten acotar los peligros en la infancia. México manifiesta un índice de mayor riesgo debido a los impactos ambientales que enfrenta frecuentemente, así como por la falta de avances para revertir la vulnerabilidad infantil.

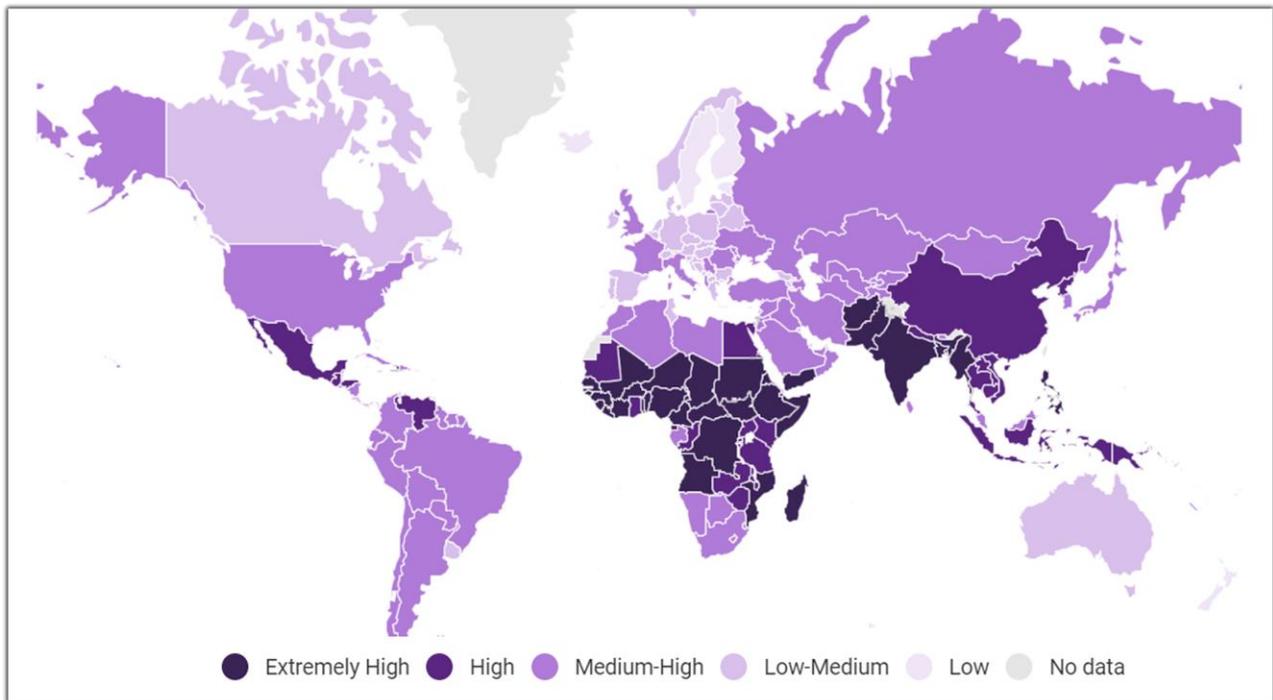
El Mapa 8 del UNICEF pinta a los países en función de los peligros medioambientales y climáticos que enfrenta la niñez, los cuales se enlistaron en la Tabla 2, ya que anota que ellas y ellos habitan zonas geográficas donde coexisten más de dos peligros asociados. El fondo de la ONU advierte de la mayor vulnerabilidad infantil debido a razones físicas y psicológicas, así como por el mayor riesgo de mortandad en este grupo poblacional. Así, este mapa con una escala de color que va de un tono beige claro a café oscuro muestra el mayor número de alarmas para la infancia en las naciones a medida que se intensifica la tonalidad. México se encuentra en el tono más oscuro, es decir, de mayor peligrosidad.

Mapa 8. Riesgos medioambientales y climáticos en la infancia



Fuente: imagen tomada de UNICEF, *La crisis climática es una crisis de los derechos del niño: Presentación del Índice de Riesgo Climático de la Infancia*, disponible en: <https://data.unicef.org/resources/childrens-climate-risk-index-report/> (consulta: agosto de 2021).

Mapa 9. Índice de Riesgo Climático del UNICEF



Fuente: imagen tomada de UNICEF, *La crisis climática es una crisis de los derechos del niño: Presentación del Índice de Riesgo Climático de la Infancia*, disponible en: <https://data.unicef.org/resources/childrens-climate-risk-index-report/> (consulta: agosto de 2021).

El Mapa 9, por su parte, contiene el índice de Riesgo Climático que recién introdujo el UNICEF a los ojos del mundo, ya que la existencia simultánea de riesgos implica la exacerbación de los mismos, tiene efectos perniciosos en la pobreza y en el aumento de la desigualdad económica, variables que incorpora el organismo en el cálculo del índice junto a otros factores sociales, políticos y de salud (recientemente de gran peso ante la pandemia por la Covid-19 que se atraviesa). La imagen evoca una tonalidad de morados que termina en lo más oscuro para la situación de mayor exposición. Al igual que en el mapa anterior, nuestro país se coloca entre las naciones donde el índice de riesgo es mayor.

4. Incidencia del calentamiento global en los fenómenos meteorológicos

El incremento en la temperatura de 1.5 °C al que se dirige la Tierra,¹¹ asevera el IPCC, implicará la reducción del permafrost, caídas de nieve más intensas y esporádicas, reducción de glaciares y capas de hielo, menos lagos congelados y deshielo en el mar Ártico. Este pronóstico se asocia –por igual– a la presencia de precipitaciones e inundaciones más intensas con mayor frecuencia en África y Asia, con menor certeza en Norteamérica y Europa; de igual forma y aunque pareciera contradictorio, trae de la mano sequías más severas en prácticamente todos los continentes con excepción de Asia. La dimensión geográfica e intensidad de estos fenómenos se relaciona directamente a los grados que aumenta el termómetro global.

Todos los escenarios en torno al comportamiento en la emisión de contaminantes que presenta el panel intergubernamental anticipan un incremento en la temperatura al menos hasta que concluya la mitad del siglo, la meta de acotar en 1.5 °C el calentamiento global que fijó el Acuerdo de París de continuar la tendencia actual es prácticamente imposible de conseguir; la única vía para hacerlo sería con la concreción de un cambio drástico en las industrias contaminantes.

Los pronósticos que arrojan diferentes modelos coinciden en que el calentamiento global incide en la interacción de la actividad humana, de los factores naturales meteorológicos y de la variabilidad interna. El IPCC menciona que el conocimiento de la respuesta climática que se produce de esta interacción y de sus posibles resultados climáticos, independientemente de la probabilidad que tengan de presentarse, hace posible una evaluación más certera sobre los riesgos que representan y qué planeación se requiere para afrontarlos.

El calentamiento global que impulsan agentes antropogénicos alienta eventos climáticos más severos en las zonas urbanas y en concentraciones costeras, entre ellos, ondas de calor, sequías, precipitaciones, inundaciones, alza en el nivel del mar y monzones o

¹¹ La sexta evaluación del IPCC maneja cinco escenarios posibles en torno al cambio climático, conforme al comportamiento actual uno de los de mayor probabilidad es el que estima que en 2050 la temperatura se habrá elevado al menos de 1.5 a 2.0 °C, disponible en: https://www.ipcc.ch/report/ar6/wg1/downloads/report/IPCC_AR6_WGI_SPM.pdf (consulta: agosto de 2021).

huracanes. La Tabla 3 cita el número de zonas geográficas en tierra, costa y en los océanos donde aumentarán o disminuirán los fenómenos impulsados por el impacto climático.

Tabla 3. Zonas geográficas en el mundo donde aumentarán o disminuirán los fenómenos que impulsan el impacto climático (cifras redondeadas)

Fenómenos ambientales que alteran el cambio climático	Zonas con probabilidad alta	Zonas con probabilidad media
Temperatura media en la superficie	51	51
Calor extremo	49	51
Onda fría	-50	-50
Puntos de congelación	-39	-48
Precipitación media	18	20
Desborde de ríos	5	25
Precipitación intensa e inundaciones	30	39
Deslaves	0	14
Aridez	5	18
Sequía	2	7
Sequía agrícola y ecológica	5	16
Incendios	14	33
Velocidad media del viento	0	5
Vientos huracanados	0	7
Ciclón tropical	0	10
Tormenta de arena o polvo	0	5
Capas de nieve o hielo	-25	-30
Permafrost	20	0
Congelamiento en lagos, ríos y mar	-24	0
Tormenta de nieve o hielo	0	4
Granizadas	0	0
Avalanchas de nieve	-2	0
Contaminación atmosférica	0	0

Fenómenos ambientales que alteran el cambio climático	Zonas con probabilidad alta	Zonas con probabilidad media
CO ₂ en la superficie	50	0
Radiación en la superficie	0	8
Nivel del mar	40	42
Inundación en zonas costeras	38	44
Erosión en las costas	36	40
Ola de calor marina	45	46
Acidez de los océanos	45	0
Temperatura media de los océanos	12	0
Salinidad de los océanos	0	3
Nivel de oxigenación	0	-10

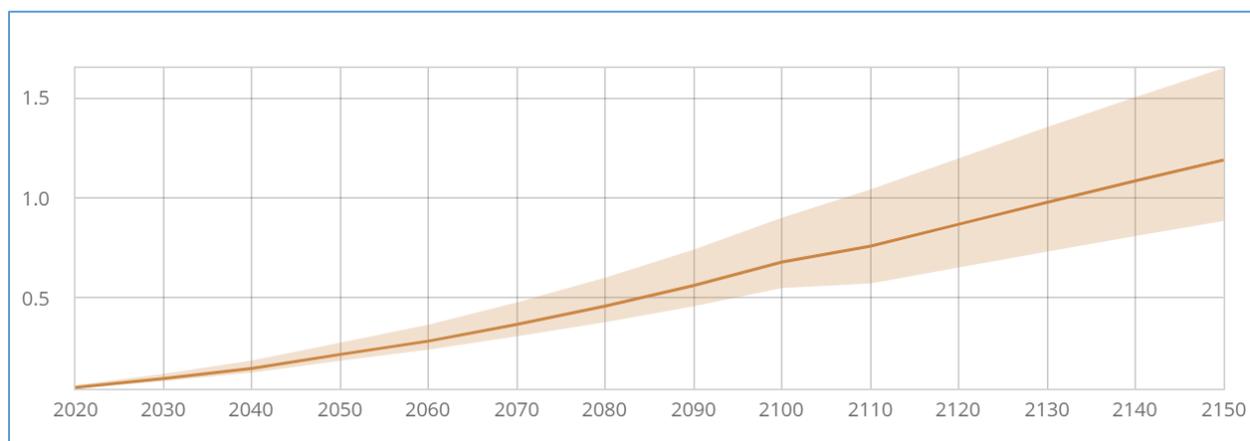
Fuente: elaboración propia con información disponible en: https://www.ipcc.ch/report/ar6/wg1/downloads/report/IPCC_AR6_WGI_SPM.pdf (consulta: agosto de 2021).

Estos fenómenos climatológicos que se relacionan al cambio climático actúan además en sentido adverso, es decir, inciden por sí mismos en el calentamiento del planeta. Las áreas geográficas con probabilidad alta y/o media de verse afectadas por cada uno de los fenómenos que incorpora la tabla, ya sea en superficie o en océanos, es bajo una expectativa para un periodo de 20 a 30 años, es decir, hacia 2050, considerando un incremento en la temperatura media mundial de 2 °C.

5. Riesgos en zonas costeras y océanos

La agencia espacial estadounidense, NASA por sus siglas en inglés, en colaboración con el IPCC, han desarrollado diferentes modelos de comportamiento atmosférico que se proyectan en mapas interactivos. Uno de ellos es el que se refiere a la evolución del nivel del mar, para el cual establece siete escenarios posibles en función del comportamiento de las emisiones de gases de efecto invernadero. La Gráfica 1 representa por medio de una línea roja el devenir del nivel total del mar, la franja en color crema es el rango en el que se mueven las diferentes proyecciones.

Gráfica 1. Incremento esperado en el nivel del mar, 2020-2150



Fuente: imagen tomada de IPCC y NASA, disponible en: <https://sealevel.nasa.gov/ipcc-ar6-sea-level-projection-tool> (consulta: agosto de 2021).

El eje de las “Y” se mide en metros y para 2030 anticipa un aumento en el nivel del mar de 10 centímetros, para 2040 llegaría a 15 cm. A partir de ese punto los incrementos se acelerarían. El escenario base que se fijó es el del periodo 1993-2014. Para el año pasado modeló un aumento de 0.05 metros (5 cm). El eje horizontal se mide en años. Por otro lado, se tiene que la elevación en la superficie del mar obedece al deshielo que está latente por el cambio climático.

La Tabla 4 (en la siguiente página) incorpora las contribuciones de los glaciares, lagos, de la expansión térmica, de la Antártica y de Groenlandia en el alza del nivel del mar en el escenario de mayor probabilidad y para los que se ubican en la parte baja y más alta del rango, con sus respectivas tasas de cambio en relación con el periodo base de 1993-2014. El quinto escenario, aunque es considerado de poca probabilidad, implica la pérdida total de las placas de hielo en el Ártico, fenómeno actualmente en proceso, por lo que no debe ser descartado o minimizado. El escenario tres de mayor probabilidad es también el que actúa, prácticamente, como la media.

Tabla 4. Principales participantes en la elevación del nivel del mar en 2100, tasas de cambio y comportamiento del nivel total del mar en años seleccionados

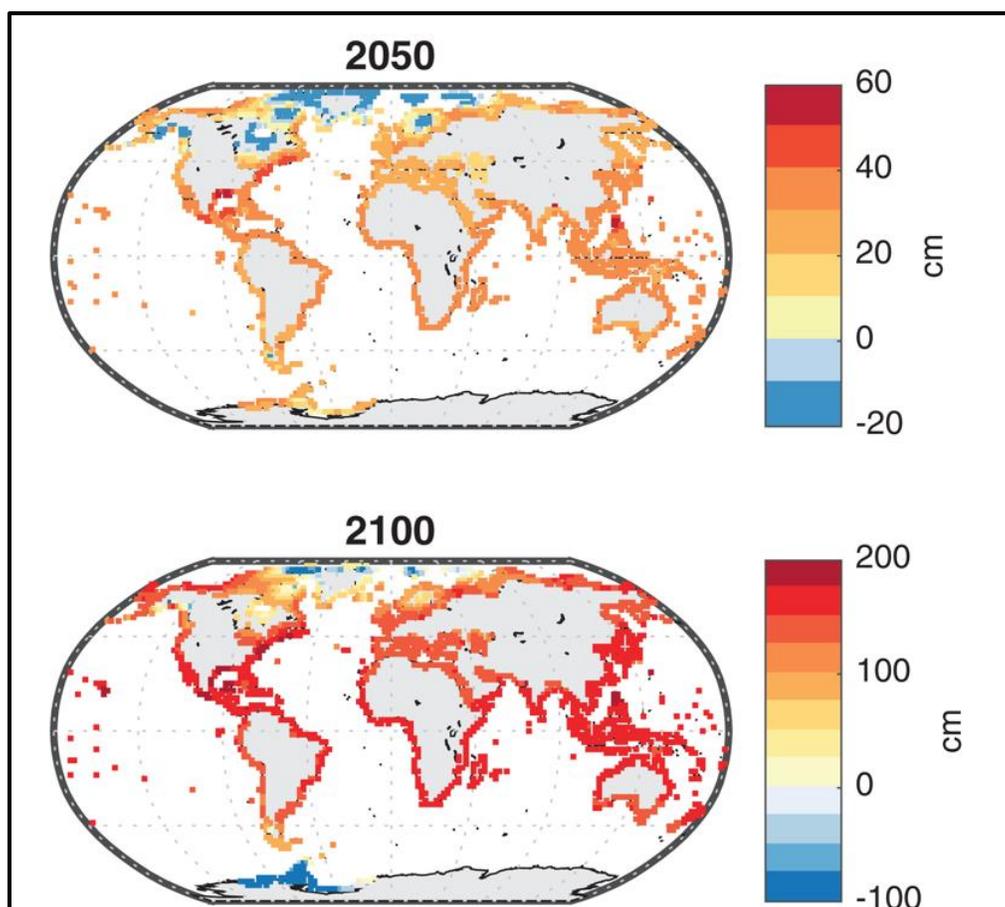
Contribuciones en el alza del nivel del mar en metros, 2100	Escenario 1 (más optimista)	Escenario 3 (mayor probabilidad)	Escenario 5 (más pesimista)
Expansión térmica	0.12	0.25	0.29
Glaciares	0.08	0.16	0.18
Groenlandia	0.04	0.11	0.13
Antártica	0.10	0.11	0.12
Almacenamientos de agua en superficie	0.03	0.04	0.03
Nivel total del mar, 2100	0.38	0.68	0.77
Nivel total del mar, 2030	0.09	0.09	0.10
Nivel total del mar, 2050	0.18	0.21	0.23
Nivel total del mar, 2090	0.35	0.56	0.63
Nivel total del mar, 2150	0.57	1.19	1.32
Tasa de cambio 2040-2060	4.1	6.4	7.2
Tasa de cambio 2080-2100	4.2	10.4	12.1

Fuente: elaboración propia a partir de información de IPCC y NASA, disponible en <https://sealevel.nasa.gov/ipcc-ar6-sea-level-projection-tool> (consulta: agosto de 2021).

El Laboratorio de Impacto Climático, por su parte, actualizó sus proyecciones sobre los cambios que ocasionará el deshielo en el Ártico y su efecto en el nivel del mar promedio en el mundo a partir del ritmo acelerado de las emisiones contaminantes en la atmósfera.¹² Anticipa un incremento de entre 79 y 146 centímetros en 2100; de cumplirse este escenario y de no tomarse medidas preventivas, quedaría bajo el mar la tierra en la que habitan alrededor de 150 millones de personas.

¹² Bajo un escenario en el que se prevé que exista una emisión alta de gases de efecto invernadero. El último pronóstico de Climate Impact Lab se publicó a finales de 2017, disponible en <https://impactlab.org/research/evolving-understanding-antarctic-ice-sheet-physics-ambiguity-probabilistic-sea-level-projections/> (consulta: agosto de 2021).

Mapa 8. Estimaciones para el incremento promedio del nivel del mar en el mundo en 2050 y 2100



Fuente: imagen tomada de Climate Impact Lab, disponible en <https://agupubs.onlinelibrary.wiley.com/doi/full/10.1002/2017EF000663> (consulta: agosto de 2021).

El peligro ambiental que conlleva el deshielo del Polo Norte está en la alteración de las corrientes marítimas, lo que los científicos consideran un punto de no retorno o de inflexión. Estudios recientes muestran que las corrientes en el Atlántico están en su punto más lento desde hace 1,600 años, de frenarse o cambiar el flujo actual se tendrían consecuencias catastróficas en el planeta,¹³ con una posible interrupción en las lluvias en Sudamérica, África occidental y en la India, con alzas en el número de tormentas y

¹³ La desalinización y el vertido de aguas dulces por el deshielo en el Ártico, principalmente, están generando una alta inestabilidad en las corrientes, en Damian Carrington, "Climate crisis: Scientists spot warning signs on Gulf Stream collapse", *The Guardian*, nota publicada el 5 de agosto de 2021, disponible en: <https://www.theguardian.com/environment/2021/aug/05/climate-crisis-scientists-spot-warning-signs-of-gulf-stream-collapse> (consulta: agosto de 2021).

reducción en la temperatura en Europa, así como con un incremento en el nivel del mar en las costas de Norteamérica y riesgos de inundaciones severas en la Amazonia.

Los modelos del Instituto para la Investigación del Impacto Climático en Potsdam, Alemania (que informa *The Guardian*), no pueden fijar una fecha exacta para que esto ocurra, debido a la complejidad en el comportamiento de las corrientes marítimas, aunque los expertos dicen que puede darse en un lapso de una a cinco décadas; sin embargo, advierten que cuando se llegue a un determinado monto en las emisiones de CO₂ al medioambiente esto sucederá.

Los puntos de no retorno ocurren de manera rápida e irreversible y el del cambio en las corrientes del Atlántico no será la excepción. El investigador Niklas Boer del instituto alemán recuerda algunos, como el hecho de que la selva amazónica ahora emite más CO₂ que el que absorbe, que las ondas de calor en Siberia la han convertido en un emisor importante de metano o el que está por ocurrir con el deshielo de la capa que existe en Groenlandia.

6. Economía e impacto climático

La firma Four Twenty Seven alerta que la mayor frecuencia y severidad de los eventos climáticos representan una amenaza significativa para las naciones alrededor del mundo, y entender quién y qué está expuesto a estos peligros resulta esencial para el cálculo financiero de los riesgos y para estar atentos para su impacto.¹⁴

Un reporte de este grupo afiliado a la calificadora Moody's evalúa la propensión de las soberanías a inundaciones, a ondas de calor, huracanes, tifones, incendios forestales y escasez hídrica, por medio del análisis de datos propios que relacionan la exposición de localidades, de población, del producto interno bruto (PIB en paridad de poder de compra) y las zonas agrícolas en los países.

¹⁴ En Four Twenty Seven, "Measuring what matters: A new approach to assessing Sovereign Climate Risk", diciembre de 2020, disponible en: <https://427mt.com/2020/12/03/measuring-what-matters-a-new-approach-to-assessing-sovereign-climate-risk/> (consulta: septiembre de 2021).

Entre los principales hallazgos del reporte se destaca que el número de personas expuestas a una inundación subirá de 2.2 a 3.6 mil millones en 2040, más de 40% del total de la población en el planeta; en términos monetarios significa que 47% del PIB estará en código rojo por desbordamientos. Las zonas costeras de Estados Unidos y China se encuentran en alerta debido a la presencia de huracanes y tifones, lo que podría ocasionar daños económicos de hasta diez billones de dólares. En relación con incendios, precisa que un tercio de la población podría enfrentar este peligro por los incrementos en el calor extremo y las sequías. En la Tabla 6 se aprecia el estado de estos y otros peligros climáticos, así como su huella global para igual año.

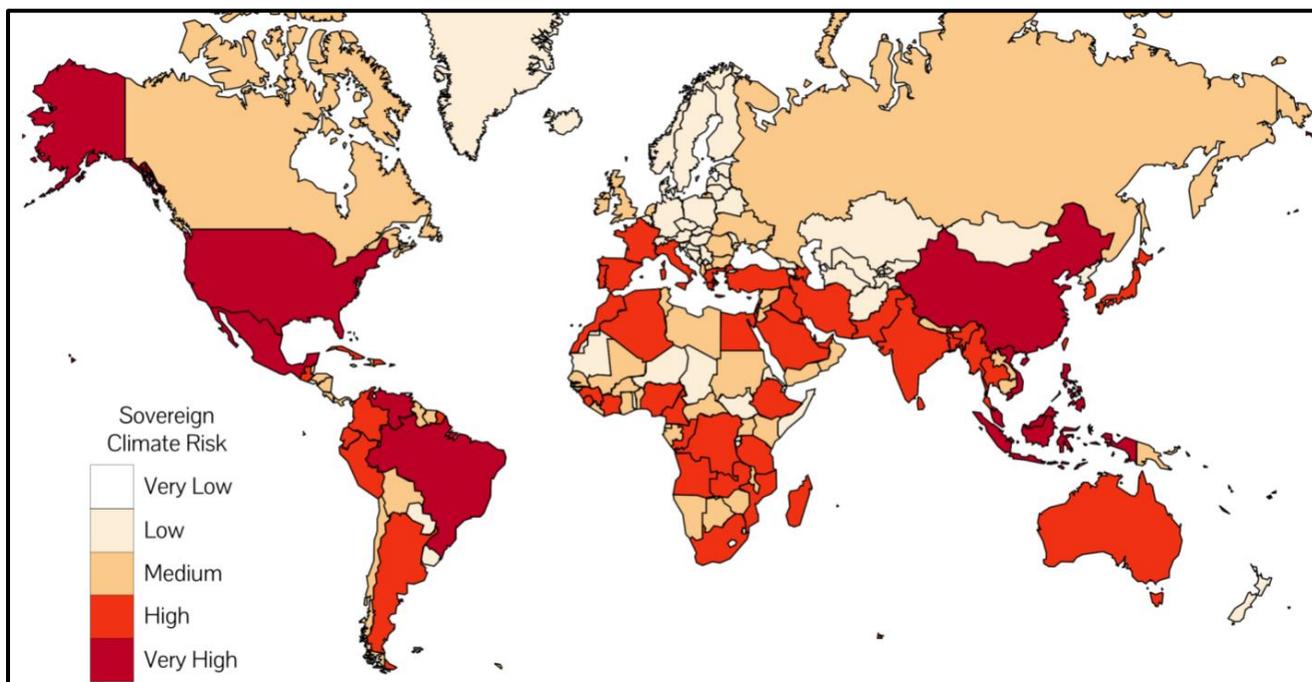
Tabla 5. Sociedad y economía global bajo exposición a un alto riesgo climático, 2040

Peligro climático	Población (miles de millones)	PIB global (billones de dólares)	Área agrícola (cientos de millones de hectáreas)	% de la población global	% del PIB global	% del área agrícola
Inundaciones	3.6	78	7.9	41	43	26
Onda de Calor	2.4	41	9.1	28	23	31
Huracanes y tifones	0.6	20	0.8	7.2	11	3.1
Alza en el nivel del mar	0.3	17	0.1	2.9	9	0.5
Estrés hídrico	3.4	72	10.4	39	40	35
incendios	2.6	41	7.3	30	22	24

Fuente: elaboración propia con información en Four Twenty Seven, "Measuring what matters: A new approach to assessing Sovereign Climate Risk", disponible en: http://427mt.com/wp-content/uploads/2020/12/Measuring-What-Matters-Sovereign-Climate-Risk-427_12.2020.pdf (consulta: septiembre de 2021).

En torno a la agricultura, prevé que Latinoamérica será una de las áreas geográficas más afectadas, ya que más de 80% de sus tierras cultivables se podrían perder como consecuencia del calor extremo. En África estima que un tercio de las zonas agrícolas enfrentarán una severa escasez de agua, poniendo en riesgo la seguridad alimentaria en el continente. El Mapa 9, en una escala de color que va de un tono crema suave a un rojo intenso, representa a los países con mayor riesgo climático para su población y su economía.

Mapa 9. Riesgo climático que enfrentarán las soberanías en 2040



Fuente: imagen tomada de Four Twenty Seven, “Measuring what matters: A new approach to assessing Sovereign Climate Risk”, disponible en: http://427mt.com/wp-content/uploads/2020/12/Measuring-What-Matters-Sovereign-Climate-Risk-427_12.2020.pdf (consulta: septiembre de 2021).

En la versión interactiva del mapa de Four Twenty Seven¹⁵ se puede conocer el desempeño de los países que integran el estudio en los diferentes riesgos que incorpora el informe. La Tabla 6 contiene una selección de países, agrega algunos de la Tabla 5 anterior y añade otros con un riesgo con las etiquetas “muy elevado” o “elevado” que aparecen en el Mapa 9.

¹⁵ Disponible en: <https://427mt.com/2020/12/03/measuring-what-matters-a-new-approach-to-assessing-sovereign-climate-risk/> (consulta: septiembre de 2021).

Tabla 6. Soberanías con riesgo climático “muy elevado” o “elevado”, estimación para 2040

País	Riesgo soberano	Incendios	Inundaciones	Estrés por calor	Huracanes	Nivel del mar	Estrés hídrico
México	Muy alto	Muy alto	Alto	Alto	Medio	Medio	Alto
EUA	Muy alto	Alto	Alto	Alto	Alto	Alto	Alto
Brasil	Muy alto	Alto	Alto	Alto	Sin riesgo	Alto	Medio
China	Muy alto	Medio	Alto	Medio	Alto	Alto	Alto
Colombia	Alto	Alto	Alto	Alto	Sin riesgo	Medio	Bajo
Indonesia	Muy alto	Alto	Muy alto	Medio	Sin riesgo	Alto	Alto
Filipinas	Muy alto	Alto	Muy alto	Medio	Sin riesgo	Alto	Alto
Venezuela	Muy alto	Muy alto	Alto	Alto	Sin riesgo	Medio	Medio

Fuente: elaboración propia con información de Four Twenty Seven, “Measuring what matters: A new approach to assessing Sovereign Climate Risk”, disponible en: <https://427mt.com/2020/12/03/measuring-what-matters-a-new-approach-to-assessing-sovereign-climate-risk/> (consulta: septiembre de 2021).

Nota conclusiva

Esta Carpeta informativa es una muestra de los amplios y variados esfuerzos de recopilación de información alrededor de los riesgos crecientes y cada vez más frecuentes que enfrenta el ser humano en todo el planeta como consecuencia del calentamiento global. En las diferentes aproximaciones que incorpora, nuestro país se ubica, generalmente, entre aquellos con las condiciones más críticas. Realidad preocupante que habría de conducir a las autoridades y a la sociedad a concientizar, actuar, planear y prever.

La Ley General de Cambio Climático ha impulsado la consolidación del Atlas Nacional de Riesgos; sin embargo, los modelos satelitales de análisis numérico evidencian que es igual de importante conocer el entorno de peligros actuales como los cambios y consecuencias medioambientales que se generarán en el futuro por la contaminación y el cambio climático, razones que justificarían la incorporación de estas proyecciones en el atlas mexicano.