

# 4.0

# Bajemos la temperatura

Cómo hacer frente a la nueva realidad climática



Public Disclosure Authorized

Public Disclosure Authorized

Public Disclosure Authorized

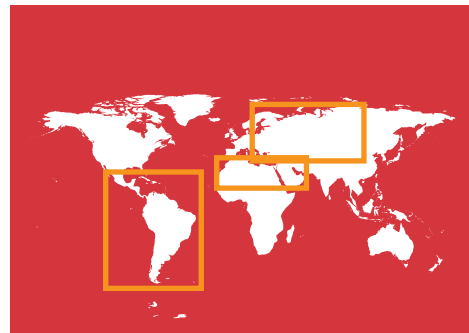
Public Disclosure Authorized

4°

# la Bajemos temperatura

Bajemos

Cómo hacer frente a la  
nueva realidad climática



© 2014 International Bank for Reconstruction and Development / The World Bank  
1818 H Street NW, Washington DC 20433  
Telephone: 202-473-1000; Internet: [www.worldbank.org](http://www.worldbank.org)

Some rights reserved

1 2 3 4 17 16 15 14

This work was prepared for The World Bank by the Potsdam Institute for Climate Impact Research and Climate Analytics. The findings, interpretations, and conclusions expressed in this work do not necessarily reflect the views of The World Bank, its Board of Executive Directors, or the governments they represent. The World Bank does not guarantee the accuracy of the data included in this commissioned work. The boundaries, colors, denominations, and other information shown on any map in this work do not imply any judgment on the part of The World Bank concerning the legal status of any territory or the endorsement or acceptance of such boundaries.

Nothing herein shall constitute or be considered to be a limitation upon or waiver of the privileges and immunities of The World Bank, all of which are specifically reserved.

## Rights and Permissions



This work is available under the Creative Commons Attribution—NonCommercial—NoDerivatives 3.0 IGO license (CC BY-NC-ND 3.0 IGO) <http://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/3.0/igo>. Under the Creative Commons—NonCommercial—NoDerivatives license, you are free to copy, distribute, and transmit this work, for noncommercial purposes only, under the following conditions:

**Attribution**—Please cite the work as follows: World Bank. 2014. *Turn Down the Heat: Confronting the New Climate Normal*. Washington, DC: World Bank. License: Creative Commons Attribution—NonCommercial—NoDerivatives 3.0 IGO (CC BY-NC-ND 3.0 IGO).

**Noncommercial**—You may not use this work for commercial purposes.

**No Derivative Works**—You may not alter, transform, or build upon this work.

**Third-party content**—The World Bank does not necessarily own each component of the content contained within the work. The World Bank therefore does not warrant that the use of any third-party-owned individual component or part contained in the work will not infringe on the rights of those third parties. The risk of claims resulting from such infringement rests solely with you. If you wish to re-use a component of the work, it is your responsibility to determine whether permission is needed for that re-use and to obtain permission from the copyright owner. Examples of components can include, but are not limited to, tables, figures, or images.

All queries on rights and licenses should be addressed to the Publishing and Knowledge Division, The World Bank, 1818 H Street NW, Washington, DC 20433, USA; fax: 202-522-2625; e-mail: [pubrights@worldbank.org](mailto:pubrights@worldbank.org).

The following items are used with permission and require further permission for reuse. Please refer to the caption or note corresponding to each item:

Figures 2.2, 2.4, 2.9, 3.10, 3.14, 3.15, 3.21, 4.13, 4.14, 4.19, 4.21, 4.22, 5.11, 5.12, 5.13, 5.14, 5.15, 5.16, 5.17, 5.18, 5.19, 5.20, 5.21.

ISBN: 978-1-4648-0437-3

**Cover photos:** photos 1, 2, 3, 5, and 7 © The World Bank Group; photo 4 (forestry), © istockphoto, used with permission, further permission for reuse; photos 6 and 8, © Erick Fernandes (floating houses in Peru and jaguar in Amazon)/The World Bank Group.

**Cover design:** Gregory Wlosinski/General Services Department—Printing and Multimedia, The World Bank Group.

# Índice

<b>Agradecimientos</b>	<b>v</b>
<b>Prólogo</b>	<b>vii</b>
<b>Resumen Ejecutivo</b>	<b>1</b>
<b>Abreviaturas</b>	<b>21</b>
<b>Glosario</b>	<b>23</b>
<b>Gráficos</b>	
Gráfico 1. Recursos hídricos: Variación relativa en las descargas anuales con un calentamiento de 2 °C y 4 °C en la década de 2080	5
Gráfico 2. Media (de múltiples modelos) del porcentaje de los meses de verano austral (diciembre, enero y febrero [DEF]), con temperaturas sumamente inusuales (que no suelen registrarse más de una vez cada varios siglos) en un mundo 2 °C más cálido (izquierda) y en un mundo 4 °C más cálido (derecha) en el período 2071-99, en comparación con el período de referencia (1951-80)	7
Gráfico 3. Media (de múltiples modelos) del porcentaje de los meses de verano boreal (junio, julio y agosto [JJA]), con temperaturas sumamente inusuales (que no suelen registrarse más de una vez cada varios siglos) en un mundo 2 °C más cálido (izquierda) y en un mundo 4 °C más cálido (derecha), en el período 2071-99, en comparación con el período de referencia (1951-80)	10
Gráfico 4. Media (de múltiples modelos) del porcentaje de los meses de verano boreal (JJA), con temperaturas sumamente inusuales (que no suelen registrarse más de una vez cada varios siglos) en un mundo 2 °C más cálido (izquierda) y en un mundo 4 °C más cálido (derecha), en el período 2071-99, en comparación con el período de referencia (1951-80)	13
<b>Recuadros</b>	
Recuadro 1. Justificación de la acción inmediata	2
Recuadro 2. Impactos del cambio climático en la vulnerabilidad climática	6
Recuadro 3. Riesgos climáticos seleccionados en la región de América Latina y el Caribe	8
Recuadro 4. El Niño-Oscilación del Sur	9
Recuadro 5. Riesgos climáticos seleccionados en la región de Oriente Medio y Norte de África	11
Recuadro 6. Riesgos climáticos seleccionados en la región de Europa y Asia central	14
Recuadro 7. Impactos previstos del cambio climático en sectores clave de la región de América Latina y el Caribe	17
Recuadro 8. Impactos previstos del cambio climático en sectores clave de la región de Oriente Medio y Norte de África	18
Recuadro 9. Impactos previstos del cambio climático en sectores clave de la región de Europa y Asia central	19



## Agradecimientos

---

El informe *Bajemos la temperatura: Cómo hacer frente a la nueva realidad climática* es el resultado de contribuciones de una amplia gama de expertos de todo el mundo. Este documento es la continuación de *Bajemos la temperatura: Fenómenos climáticos extremos, impactos regionales y posibilidades de adaptación*, publicado en junio de 2013, y de *Bajemos la temperatura: Por qué se debe evitar un planeta 4 °C más cálido*, presentado en noviembre de 2012. Agradecemos a todos los que contribuyeron a enriquecerlo y a darle una perspectiva multidisciplinaria.

El informe fue redactado por un equipo del Potsdam Institute for Climate Impact Research y Climate Analytics, integrado por Hans Joachim Schellnhuber, Christopher Reyer, Bill Hare, Katharina Waha, Ilona M. Otto, Olivia Serdeczny, Michiel Schaeffer, Carl-Friedrich Schleußner, Diana Reckien, Rachel Marcus, Oleksandr Kit, Alexander Eden, Sophie Adams, Valentin Aich, Torsten Albrecht, Florent Baarsch, Alice Boit, Nella Canales Trujillo, Matti Carlsburg, Dim Coumou, Marianela Fader, Holger Hoff, Guy Jobbins, Lindsey Jones, Linda Krummenauer, Fanny Langerwisch, Virginie Le Masson, Eva Ludi, Matthias Mengel, Jacob Möhring, Beatrice Mosello, Andrew Norton, Mahé Perette, Paola Perezniето, Anja Rammig, Julia Reinhardt, Alex Robinson, Marcia Rocha, Boris Sakschewski, Sibyll Schaphoff, Jacob Schewe, Judith Stagl y Kirsten Thonicke. También deseamos reconocer las contribuciones del Overseas Development Institute (ODI) al análisis de vulnerabilidad social.

El informe fue encargado por la Vicepresidencia de Cambio Climático del Grupo Banco Mundial. El equipo del Banco, dirigido por Kanta Kumari Rigaud y Erick Fernandes bajo la supervisión de Jane Ebinger, trabajó en estrecha colaboración con el Potsdam Institute for Climate Impact Research y Climate Analytics. El grupo estuvo integrado por Philippe Ambrosi, Margaret Arnold, Robert Bisset, Charles Joseph Cormier, Stéphane Hallegatte, Gabriella Izzi, Daniel Mira Salama, Maria Sarraf, Jitendra Shah y Meerim Shakirova. La supervisión por parte de la Administración estuvo en manos de Rachel Kyte, Junaid Ahmad, James Close, Fionna Douglas, Marianne Fay, Ede Ijjasz-Vasquez, Karin Kemper y Laszlo Lovei. Robert Bisset, Stacy Morford, Annika Ostman y Venkat Gopalakrishnan encabezaron las tareas de difusión a socios y medios de comunicación. Samrawit Beyene, Patricia Braxton, Perpetual Boateng y Maria Cristina Sy proporcionaron valioso respaldo al equipo.

La supervisión científica de toda la labor estuvo a cargo de Rosina Bierbaum (Universidad de Michigan) y Michael MacCracken (Climate Institute, Washington, DC). El informe se benefició ampliamente con la intervención de expertos evaluadores en cuestiones científicas. Expresamos nuestra gratitud a Pramod Aggarwal, Lisa Alexander, Jens Hesselbjerg Christensen, Carolina Dubeux, Seita Emori, Andrew Friend, Jean-Christophe Gaillard, Jonathan Gregory, Richard Houghton, José Marengo, Anand Patwardhan, Scott Power, Venkatachalam Ramaswamy, Tan Rong, Oliver Ruppel, Anatoly Shvidenko, Thomas Stocker, Kevin Trenberth, Carol Turley, Riccardo Valentini, Katharine Vincent y Justus Wesseler.

Agradecemos los aportes de los siguientes colegas del Banco Mundial en etapas clave del proceso: Bachir Abdaym, Gayatri Acharya, Hanane Ahmed, Sue Aimee Aguilar, Kazi Fateha Ahmed, Kulsum Ahmed, Angela Armstrong, Rustam Arstanov, Oscar Avalor, Mary Barton-Dock, Livia Benavides, Patricia Bliss-Guest, Raymond Bourdeaux, Carter Brandon, Adam Broadfoot, Joelle Dehasse Businger, Ludmilla Butenko, Alonso Zarzar Casis, Tuukka Castren, T rence C reri, Diji Chandrasekharan, Adriana Damianova, Laurent Debroux, Gerhard Dieterle, Svetlana Edmeades, Ahmed Eiweida, Nathan Lee Engle, Eduardo Ferreira, Homa-Zahra Fotouhi, Luis García, Carolina Díaz Giraldo, Ellen Goldstein, Christophe de Gouvello, Marianne Grosclaude, Stéphane Hallegatte, Nagaraja Rao Harshadeep, Leonard Hessling, Tomoko Hirata, Carlos Felipe Jaramillo, Saroj Kumar Jha, Erika Jorgensen, Rahit Khanna, Steen Lau Jorgensen, Angela Khaminwa, Srilata Kam-mila, Melanie Kappes, Sunil Khosla, Markus Kostner, Andrea Kutter, Jeffrey Lecksell, Hervé L vite, Andrea Liverani, Kseniya Lvovsky, Pilar Maisterra, Eugenia Marinova, Benjamin McDonald, Craig Meisner, Nancy Chaarani Meza, Alan Miller, Andrew Mitchell, Nadir Mohammed, Rawlestone Moore, Laurent Msellati, Far-zona Mukhitdinova, Maja Murisic, John Nash, Kayly Ober, M. Yaa Pokua Afriyie Oppong, Alexandra Ortiz, Nicolas Perrin, Grzegorz Peszko, Elisa Portale, Irina Ramniceanu, Rama Reddy, Nina Rinnerberger, Sandra Lorena Rojas, Alaa Ahmed Sarhan, Daniel Sellen, Bekzod Shamsiev, Sophie Sirtaine, Marina Smetanina, Jitendra Srivastava, Vladimir Stenek, Lada Strelkova, Amal Talbi, Raul Tolmos, Xiaoping Wang, Monika Weber-Fahr, Deborah Wetzell, Gregory Wlosinski, Mei Xie, Emmy Yokoyama, Fabrizio Zarcione y Wael Zakout. También damos las gracias a las siguientes personas por su apoyo: William Avis, Daniel Farinotti, Gabriel Jord , Lara Langston, Tom Mitchell, Lena Marie Scheiffele, Xiaoxi Wang y Emily Wilkinson. Extendemos también nuestro agradecimiento a la Unidad de Traducción e Interpretación por haberse encargado de las versiones en otros idiomas.

Deseamos agradecer a Gurbangeldi Allaberdiyev, Zoubeida Bargaoui, Eglantina Bruci, Shamil Iliasov, Hussien Kisswani, Artem Konstantinov, Patrick Linhe, Aleksandr Merkushkin, Nasimjon Rajabov, Yelena Smirnova y Evgeny Utkin por su participación y sus valiosas contribuciones en el Taller de Fortalecimiento de Capacidades, celebrado en la primavera boreal de 2014, que ayudó a la redacción del informe.

Reconocemos con gratitud la contribución a la producción de este informe y los materiales de difusión conexos proporcionados por los fondos de inversión en el clima (CIF), el Programa de Asistencia para la Gestión del Sector de la Energía (ESMAP), la Comisión Europea, el Gobierno de Italia y el Programa sobre los Bosques (PROFOR).

## Prólogo

---

Cambios climáticos drásticos y fenómenos extremos ya están afectando a millones de personas en todo el mundo, dañando cultivos y zonas costeras, y poniendo en riesgo la seguridad hídrica.

En las tres regiones estudiadas en este informe, las temperaturas que superan los registros históricos son cada vez más frecuentes, la intensidad de lluvia ha aumentado en algunos lugares y las zonas propensas a la sequía —como el Mediterráneo— se están volviendo más secas. Por otra parte, el incremento considerable de la actividad ciclónica en el Atlántico norte afecta al Caribe y a América Central.

Cada vez hay más pruebas de que el sistema atmosférico de la Tierra sufrirá un calentamiento cercano a los 1,5 °C por encima de los niveles preindustriales debido a las emisiones pasadas y previstas de gases de efecto invernadero, y es probable que los impactos del cambio climático, como las olas de calor, sean ya inevitables.

A medida que aumente la temperatura del planeta, las condiciones climáticas, las olas de calor y otros fenómenos extremos que se producen cada 100 años o más y que, hoy en día, se consideran sumamente inusuales o sin precedentes se convertirán en la “nueva realidad climática”. Conforme nos acercamos a un calentamiento de 4 °C, se vuelve realidad la amenaza de un mundo con mayores riesgos e inestabilidad generalizada.

Las consecuencias para el desarrollo son graves, ya que se reducirían las cosechas, cambiaría la disponibilidad de recursos hídricos, las enfermedades alcanzarían nuevas proporciones y subiría el nivel del mar. Con 2 °C de calentamiento, será mucho más difícil erradicar la pobreza, aumentar la prosperidad mundial y reducir la desigualdad, metas de por sí complicadas. Con un incremento de 4 °C, la posibilidad de alcanzar dichas metas se pone seriamente en duda.

Para este informe, el tercero de la serie *Bajemos la temperatura*, recurrimos nuevamente a los científicos del Postdam Institute for Climate Impact Research y Climate Analytics. Les pedimos que analizaran los posibles impactos del calentamiento actual (0,8 °C) y las proyecciones de 2 °C y 4 °C en producción agrícola, recursos hídricos, centros urbanos y ecosistemas de América Latina y el Caribe, Oriente Medio y Norte de África y partes de Europa y Asia central.

Los resultados de su análisis son alarmantes.

En América Latina y el Caribe, las olas de calor y el cambio en los patrones de precipitación tendrán efectos adversos en la productividad agrícola, el régimen hidrológico y la biodiversidad. En Brasil, con un calentamiento de 2 °C, las cosechas podrían reducirse hasta un 70 % en el caso de la soja y hasta un 50 % en el del maíz. La acidificación de los océanos, el aumento del nivel del mar, los ciclones tropicales y los cambios de temperatura incidirán negativamente en los medios de vida costeros, el turismo, la salud y la seguridad alimentaria e hídrica, especialmente en el Caribe. El derretimiento de los glaciares constituirá un riesgo adicional para las ciudades andinas.

En Oriente Medio y Norte de África, un aumento importante de las olas de calor, combinado con temperaturas promedio más cálidas, ejercerá una intensa presión en los ya escasos recursos hídricos, con consecuencias graves para la seguridad alimentaria regional. Las cosechas podrían reducirse hasta un 30 % con un aumento de la temperatura de entre 1,5 °C y 2 °C, y hasta un 60 % si el aumento va de 3 °C a 4 °C. Al mismo tiempo, las presiones sobre los recursos derivadas de la migración y el clima podrían incrementar el riesgo de conflicto.



En los Balcanes occidentales y Asia central, la menor disponibilidad de agua en algunos lugares se convierte en una amenaza, a medida que las temperaturas suben hasta 4 °C. El derretimiento de glaciares en Asia central y las alteraciones en los períodos de alta y baja de los cursos de agua llevarán a tener menos recursos hídricos en los meses de verano y un alto riesgo de inundaciones torrenciales. En los Balcanes, un mayor riesgo de sequía podría generar reducciones de las cosechas y mayores problemas para la salud urbana y la generación de energía. En la ex República Yugoslava de Macedonia, se pronostica que las pérdidas de cultivos llegarán al 50 % en el caso del maíz, el trigo, las hortalizas y las uvas con un calentamiento de 2 °C. En el norte de la Federación de Rusia, la desaparición paulatina de los bosques y el deshielo del permafrost amenazan con amplificar el calentamiento global, ya que el carbono y el metano allí almacenados se liberarían a la atmósfera y se generaría un círculo vicioso de retroalimentación.

*Bajemos la temperatura: Cómo hacer frente a la nueva realidad climática* se basa en el informe de 2012, en el que se llegó a la conclusión de que el mundo experimentará un calentamiento de 4 °C para fines de este siglo, con consecuencias devastadoras, a menos que se adopten medidas concertadas inmediatamente. Esta publicación complementa el informe de 2013, en el que se analizaban los posibles riesgos para el desarrollo que plantean distintas hipótesis de calentamiento en África subsahariana, Asia sudoriental y Asia meridional, y se advertía que podríamos llegar a experimentar un calentamiento de 2 °C en el transcurso de nuestras vidas.

Muchos de los peores impactos climáticos previstos que se mencionan en este último informe podrían evitarse si se logra mantener el calentamiento por debajo de los 2 °C, pero esto requeriría un cambio tecnológico, económico, institucional y de conducta considerable. Hará falta liderazgo en cada nivel de la sociedad si se quiere alcanzar esa meta.

La evidencia científica a día de hoy es abrumadora y dejan claro que no podemos seguir el trayecto actual de emisiones no controladas y en aumento. Afortunadamente, existe un creciente consenso sobre lo que hace falta para cambiar ese trayecto insostenible en el que nos encontramos.

Más y más voces afirman que es posible un crecimiento más respetuoso del medio ambiente sin desacelerar el ritmo de desarrollo global. En este momento, sabemos que se necesitan medidas urgentes contra el cambio climático y que estas no deben ir en contra del crecimiento económico. Necesitamos decisiones de política inteligentes que estimulen una transformación hacia el transporte público no contaminante y la eficiencia energética en fábricas, edificios y equipos, y que generen tanto crecimiento como beneficios climáticos.

Este nuevo informe de la serie *Bajemos la temperatura* llega en un momento crucial. Hace unos meses, la Cumbre sobre el Clima convocada por el secretario general de las Naciones Unidas despertó una nueva ola de optimismo. Pero nuestros informes dejan en claro que el tiempo es esencial.

Los Gobiernos se reunirán primero en Lima y después en París para afrontar negociaciones clave sobre un nuevo tratado climático. Dentro y fuera de las salas de conferencias, los líderes mundiales deberán adoptar decisiones difíciles, que requieren, en algunos casos, sacrificios a corto plazo, pero que conducirán a beneficios duraderos para todos.

En el Grupo Banco Mundial, utilizaremos nuestra capacidad financiera para ayudar a abordar el reto que plantea el cambio climático. Aportaremos innovación y nuevos instrumentos financieros. Aplicaremos nuestros conocimientos y nuestro poder de convocatoria. Usaremos las pruebas y datos necesarios para fomentar ideas y convencer. En síntesis, haremos todo lo que podamos para ayudar a los países y las comunidades a crear resiliencia y a adaptarse a los impactos climáticos que ya se sienten hoy, y para garantizar que el financiamiento se dirija a donde más se necesita.

La forma en que respondamos al desafío del cambio climático definirá el legado de nuestra generación. Nunca ha habido tanto en juego.

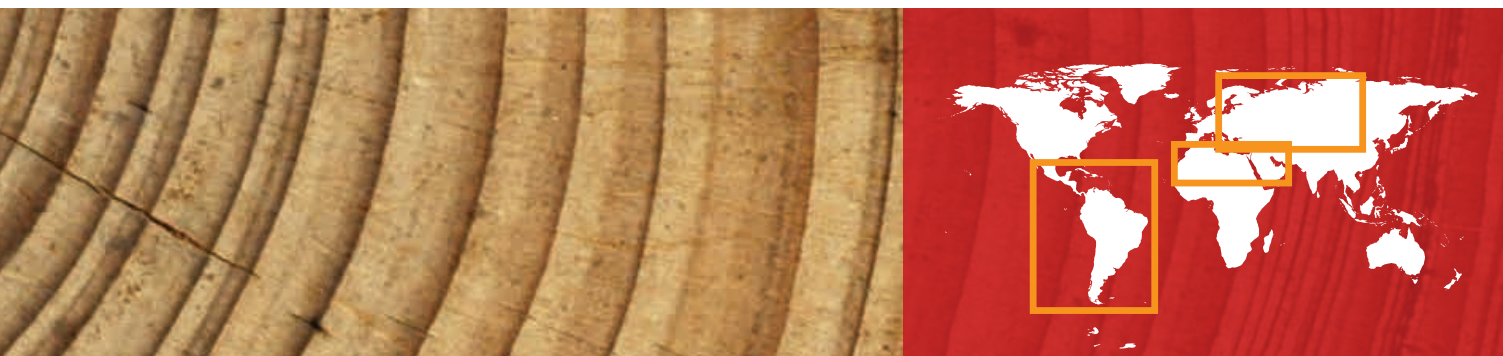


Dr. Jim Yong Kim  
Presidente del Grupo Banco Mundial



The image features a background of wood grain. A circular cutout on the left side reveals a darker, more textured wood grain, while the rest of the image shows a lighter, smoother wood grain with concentric growth rings.

# Resumen Ejecutivo



## Resumen Ejecutivo

La evidencia empírica muestra que cambios climáticos drásticos, olas de calor y condiciones extremas ya están afectando a las personas, dañando cultivos y zonas costeras, y poniendo en riesgo la seguridad alimentaria, hídrica y energética. En las tres regiones estudiadas en este informe, las temperaturas que superan los registros históricos son cada vez más frecuentes, la intensidad de lluvia ha aumentado en algunos lugares y las zonas propensas a la sequía se están volviendo más secas. Si se analiza la vulnerabilidad social, los pobres, los menos privilegiados, los mayores y los niños suelen ser quienes sufren las peores consecuencias. Cada vez hay más pruebas de que, incluso con las ambiciosas medidas de mitigación que están previstas, el sistema atmosférico de la Tierra llegará, a mediados de siglo, a un calentamiento cercano a los 1,5 °C por encima de los niveles preindustriales, y es probable que los impactos del cambio climático, como las olas de calor, ya sean inevitables<sup>1</sup>. Si el planeta continúa calentándose hasta los 4 °C, las condiciones climáticas, el calor y otros fenómenos extremos que hoy se consideran sumamente inusuales o sin precedentes se convertirán en la nueva realidad climática, un mundo de mayores riesgos e inestabilidad. Las consecuencias para el desarrollo son graves, ya que se reducirían las cosechas, cambiaría la disponibilidad de los recursos hídricos, las enfermedades alcanzarían nuevas proporciones y subiría el nivel del mar. Con 2 °C de calentamiento, será mucho más difícil promover el desarrollo humano, erradicar la pobreza, aumentar la prosperidad mundial y reducir la desigualdad en el mundo. Con un incremento de 4 °C, la posibilidad de alcanzar dichas metas se pone seriamente en duda. Se necesitan medidas inmediatas para ayudar a los países a adaptarse a los impactos climáticos que ya se sienten en la actualidad, y las consecuencias inevitables de un mundo con temperaturas en rápido ascenso. Los beneficios de aplicar medidas firmes y en el corto plazo —medidas para evitar la contaminación, las altas emisiones de carbono y las estrategias de crecimiento insostenibles— superan ampliamente los costos. Muchos de los peores impactos climáticos previstos todavía podrían evitarse si el calentamiento se mantiene por debajo de los 2 °C. Pero el momento de actuar es ahora.

Este informe se centra en los riesgos del cambio climático para el desarrollo en América Latina y el Caribe, Oriente Medio y Norte de África y partes de Europa y Asia central. En este nuevo análisis científico, basado en los informes anteriores de *Bajemos la temperatura*, se examinan los probables impactos del calentamiento actual (0,8 °C) y las proyecciones de 2 °C y de 4 °C por encima de las temperaturas preindustriales, en la producción agrícola, recursos hídricos, servicios ecosistémicos y vulnerabilidad costera para las poblaciones afectadas.

### Alcance del informe

Este tercer informe de la serie *Bajemos la temperatura*<sup>2</sup> abarca tres de las regiones de trabajo del Banco Mundial: América Latina y el Caribe, Oriente Medio y Norte de África y partes de Europa y Asia central<sup>3</sup>. La atención se enfoca en los riesgos del cambio climático para el desarrollo. Aunque se cubre una variedad de sectores, se

hace hincapié en los impactos previstos en sistemas alimentarios y energéticos, recursos hídricos y servicios ecosistémicos. En el informe también se considera la vulnerabilidad social que podría magnificar o moderar las repercusiones del cambio climático en el bienestar humano. El informe complementa el primer informe *Bajemos la temperatura* (2012), donde se ofrecía una visión general del cambio climático y sus impactos en un mundo 4 °C más cálido<sup>4</sup>, y en el que se llegaba

<sup>1</sup> Mantener el calentamiento por debajo de los 2 °C y reducirlo a 1,5 °C para 2100 es técnica y económicamente posible, pero implica una estricta mitigación a corto plazo. Si bien el Grupo de Trabajo III para el AR5 del IPCC identificó varias alternativas que podrían hacer posible mantener este umbral, y con estimaciones centrales de 1,5 °C a 1,7 °C para 2100, solo “en un número reducido de estudios se han analizado hipótesis que tienen probabilidades de reducir el aumento de temperatura a menos de 1,5 °C para 2100”. Las hipótesis de estos estudios “se caracterizan por 1) medidas de mitigación inmediatas, 2) la rápida ampliación de toda la cartera de tecnologías de mitigación, y 3) desarrollo a lo largo de una trayectoria de baja demanda de energía”.

<sup>2</sup> *Bajemos la temperatura: Por qué se debe evitar un planeta 4 °C más cálido*, publicado por el Banco Mundial en noviembre de 2012, y *Bajemos la temperatura: Fenómenos climáticos extremos, impactos regionales y posibilidades de adaptación*, presentado por el Banco Mundial en junio de 2013, son los dos primeros informes.

<sup>3</sup> A efectos de este informe, la región de trabajo del Banco Mundial denominada “Europa y Asia central” incluye solo los siguientes países: Albania, Bosnia y Herzegovina, ex República Yugoslava de Macedonia, Federación de Rusia, Kazajistán, Kosovo, Montenegro, República Kirguisa, Serbia, Tayikistán, Turkmenistán y Uzbekistán.

a la conclusión de que los impactos se sentirían desproporcionadamente en los países en desarrollo en zonas ecuatoriales. Además, amplía el análisis del segundo informe (2013), que se centraba en las consecuencias del cambio climático presente y con un calentamiento de 2 °C y 4 °C por encima de los niveles preindustriales en África subsahariana, Asia meridional y Asia sudoriental, y que probaba la posibilidad de que los impactos aparezcan tempranamente, incluso a niveles bajos de calentamiento.

Este análisis se basa en los informes de los Grupos de Trabajo del Quinto Informe de Evaluación (AR5) del Panel Intergubernamental de Cambio Climático (IPCC), publicados en 2013 y 2014, así como en otros trabajos revisados por pares que han sido publicados después de la fecha límite establecida por el AR5 para la aceptación de trabajos. Los pocos casos donde existen diferencias considerables en la interpretación de los impactos previstos con respecto a las evaluaciones del IPCC (como con el aumento del nivel del mar y el fenómeno de El Niño) están destacados y explicados.

## El panorama mundial

En este informe se confirma lo indicado en evaluaciones previas, incluido el AR5 del IPCC y las versiones anteriores de *Bajemos la temperatura*, de que, en ausencia de medidas de mitigación a corto plazo y mayores compromisos de reducción de emisiones, se incrementa la posibilidad de alcanzar o superar un calentamiento de 4 °C en este siglo. En virtud de las políticas vigentes, existe un 40 % de posibilidades de superar los 4 °C para el 2100 y un 10 % de posibilidades de superar los 5 °C<sup>4</sup>. Sin embargo, muchos de los peores impactos climáticos previstos en este informe aún se podrían evitar si el calentamiento se mantiene por debajo de los 2 °C.

## Principales conclusiones de las distintas regiones

Con el nivel actual de calentamiento de 0,8 °C por encima de los valores preindustriales, ya se han observado impactos adversos del cambio climático. Estos son algunos ejemplos:

- Las olas de calor se producen con más frecuencia. El hecho de que las temperaturas medias mensuales se ubiquen por encima de los límites históricos se ha atribuido, con un 80 % de probabilidad, al cambio climático.

<sup>4</sup> En este informe, como en los dos anteriores, “un mundo 4 °C más cálido” y “un mundo 2 °C más cálido” se utilizan para hacer referencia a un calentamiento que alcanza los 4 °C o los 2 °C por encima de los niveles preindustriales antes del final de siglo. Es importante señalar que el calentamiento de 4 °C no implica una estabilización de las temperaturas ni que la magnitud de los impactos llega a su límite en este punto. Debido a la lenta respuesta del sistema climático, las emisiones y las concentraciones de gases de efecto invernadero que conducirían a un calentamiento de 4 °C para 2100, y los mayores riesgos de pasar los límites del sistema climático, llevarían al mundo a un calentamiento mucho mayor, que superaría los 6 °C a largo plazo, así como un aumento del nivel del mar de varios metros. Un mundo 2 °C más cálido implica una estabilización en este nivel después de 2100.

<sup>5</sup> Organismo Internacional de Energía (2012), *World Energy Outlook 2012*. Esto se incluyó en el segundo informe *Bajemos la temperatura*.

## Recuadro 1. Justificación de la acción inmediata

### Las emisiones de dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>) no han disminuido.

El calentamiento actual es de 0,8 °C por encima de los niveles preindustriales. Las emisiones de CO<sub>2</sub> son un 60 % más elevadas que las de 1990 y aumentan a un ritmo de 2,5 % al año. Si continúa este avance, en tan solo tres décadas se excederían las concentraciones atmosféricas de CO<sub>2</sub> consideradas aceptables con el fin de limitar el calentamiento a 2 °C.

**Impactos y daños observados.** Los amplios impactos observados recientemente en sistemas naturales y humanos confirman la elevada sensibilidad de muchos de estos sistemas ante el aumento de temperatura y la posibilidad de que se produzcan daños considerables, incluso con bajos niveles de calentamiento. Algunos ejemplos son los impactos negativos en las cosechas, el aceleramiento del deshielo de Antártida y Groenlandia, y el blanqueamiento generalizado de los arrecifes de coral. Los efectos físicos de un calentamiento de 1,5 °C, como por ejemplo olas de calor, pueden ser inevitables.

**Impactos previstos para el siglo XXI.** Los impactos previstos para el siglo XXI confirman la magnitud del riesgo para el desarrollo de un calentamiento de 2 °C, y las graves consecuencias de superar este nivel. Incluso con un calentamiento de 1,5 °C a 2 °C, se prevén riesgos adversos considerables en distintas regiones y sistemas, como la posibilidad de que se pierdan completamente los arrecifes de coral, la biodiversidad marina asociada y los medios de subsistencia provenientes del turismo y la pesca.

### Consecuencias futuras de las emisiones del siglo XXI.

Cada vez existen más pruebas científicas sobre las consecuencias de las emisiones de CO<sub>2</sub> y otros gases de efecto invernadero en siglos posteriores al siglo XXI. Estos son algunos ejemplos: un aumento permanente del nivel del mar a largo plazo, de unos dos metros por cada grado centígrado de calentamiento medio global sostenido, y una acidificación del océano durante varios siglos con amplias consecuencias adversas en los arrecifes de coral, la ecología marina y, en definitiva, todo el planeta.

### Riesgo de cambios irreversibles y de gran escala en los biomas y ecosistemas del planeta.

Los cambios irreversibles y de gran escala en los sistemas del planeta tienen la capacidad de transformar regiones enteras. Algunos ejemplos de riesgos que están aumentando rápidamente con el calentamiento son la degradación de la selva tropical amazónica, con el potencial de emitir grandes cantidades de CO<sub>2</sub> debido al círculo vicioso que se genera; la desaparición de hielo en Groenlandia y Antártida, con el aumento asociado del nivel del mar (varios metros) durante siglos o milenios, y la liberación a gran escala de metano a partir del derretimiento del permafrost, lo que amplificaría el calentamiento considerablemente. Publicaciones científicas recientes demuestran que una parte considerable del manto de hielo de la Antártida occidental, que contiene cerca de un metro de aumento del nivel del mar equivalente en hielo, ya se encuentra en una etapa de retracción inestable e irreversible.

### Una ventana de oportunidad para la acción que se cierra rápidamente.

La acumulación de infraestructura intensiva en carbono y basada en combustibles fósiles nos está empujando hacia un futuro en el que irreversiblemente habrá emisiones de CO<sub>2</sub>. El Organismo Internacional de Energía (OIE) ha advertido —y numerosos ejercicios de modelación de sistemas energéticos lo han confirmado— que, si no se toman medidas urgentes pronto, será extremadamente costoso reducir las emisiones con la suficiente rapidez como para mantener el calentamiento por debajo de los 2 °C.

- Las precipitaciones extremas han aumentado en frecuencia e intensidad en muchos lugares.
- En regiones que ya eran propensas a la sequía, como el Mediterráneo, se ha observado que esa tendencia se acentúa considerablemente.
- Se ha registrado un aumento marcado de la actividad ciclónica tropical en el Atlántico norte, que afecta al Caribe y a América Central.

Algunos de los futuros **impactos previstos** por los escenarios de cambio climático incluyen:

1. **Olas de calor sumamente inusuales y sin precedentes:** Los modelos climáticos más modernos muestran que no solo aumenta la frecuencia de las olas de calor, sino que también impactan en una superficie mayor del planeta. La prevalencia de olas de calor *sumamente inusuales y sin precedentes* aumenta de manera rápida en un contexto de emisiones asociadas con un mundo 4 °C más cálido<sup>6</sup>. Las olas de calor *sumamente inusuales* son similares a las que se experimentaron en la Federación de Rusia y Asia central en 2010 y en los Estados Unidos en 2012, mientras que las olas de calor *sin precedentes* se refieren a fenómenos que prácticamente no se han visto en las condiciones climáticas actuales. Es probable que las olas de calor *sin precedentes* no se observen con un calentamiento de 2 °C, pero en un mundo 4 °C más cálido, podrían afectar al 70 % u 80 % de la superficie terrestre de Oriente Medio y Norte de África y América Latina y el Caribe y a aproximadamente un 55 % de la superficie terrestre de las partes de Europa y Asia central evaluadas en este informe.
2. **Cambios en el régimen de lluvias y disponibilidad de agua:** De continuar el calentamiento, se prevén cambios en las precipitaciones, con consecuencias graves y extensas en la disponibilidad de agua. América Central, el Caribe, los Balcanes occidentales y Oriente Medio y Norte de África se destacan como las zonas más afectadas, donde se prevé que las precipitaciones descenderán entre un 20 % y un 50 % en un mundo 4 °C más cálido. Por otro lado, se estima que, con un aumento de 4 °C de la temperatura mundial, los eventos de precipitaciones severas se intensificarán en Siberia central y oriental y en el noroeste de América del Sur, con un aumento de intensidad de precipitación de cerca del 30 %, y crecientes y significativos riesgos de inundación.
  - En los Balcanes occidentales y Asia central, la disponibilidad de agua se ve amenazada a medida que las temperaturas

<sup>6</sup> En este informe, las olas de calor *sumamente inusuales* hacen referencia a fenómenos de 3 sigma y las olas de calor *sin precedentes* se refieren a fenómenos de 5 sigma. En general, la desviación estándar (sigma) muestra cuánto tiende a desviarse una variable respecto de su valor medio, lo que en este informe se refiere a los posibles cambios de un año a otro en la temperatura mensual local debido a la variabilidad natural. En el caso de una distribución normal, los fenómenos de 3 sigma tienen un período de retorno de 740 años. Los datos de temperatura mensual no siguen necesariamente una distribución normal (por ejemplo, la distribución puede tener colas “largas”, que hagan más probables las olas de calor) y los períodos de retorno pueden ser diferentes pero tendrán, como mínimo, 100 años. No obstante, los fenómenos de 3 sigma son extremadamente improbables y es casi seguro que nunca hayan ocurrido casos de 4 sigma durante la existencia de la infraestructura clave. Un calentamiento de 5 sigma significa que el cambio promedio del clima es cinco veces mayor que la variación normal de un año a otro que se experimenta en la actualidad y tiene un período de retorno de varios millones de años. La ocurrencia de esos fenómenos, que casi con certeza nunca se han dado hasta la fecha, está prevista para las próximas décadas.

ascienden hacia los 4 °C. El derretimiento observado en los glaciares en Asia central, que cambia la periodicidad de los flujos de agua, así como el mayor riesgo de sequía en los Balcanes, tienen consecuencias en los rendimientos de las cosechas, la salud en zonas urbanas y la generación de energía. En Macedonia, por ejemplo, se podrían producir pérdidas de hasta el 50 % de rendimiento en los cultivos de maíz, trigo, hortalizas y uva con un calentamiento de 2 °C. Se calcula que el riesgo de inundaciones aumentará ligeramente en las costas de los ríos Danubio, Sava y Tisza.

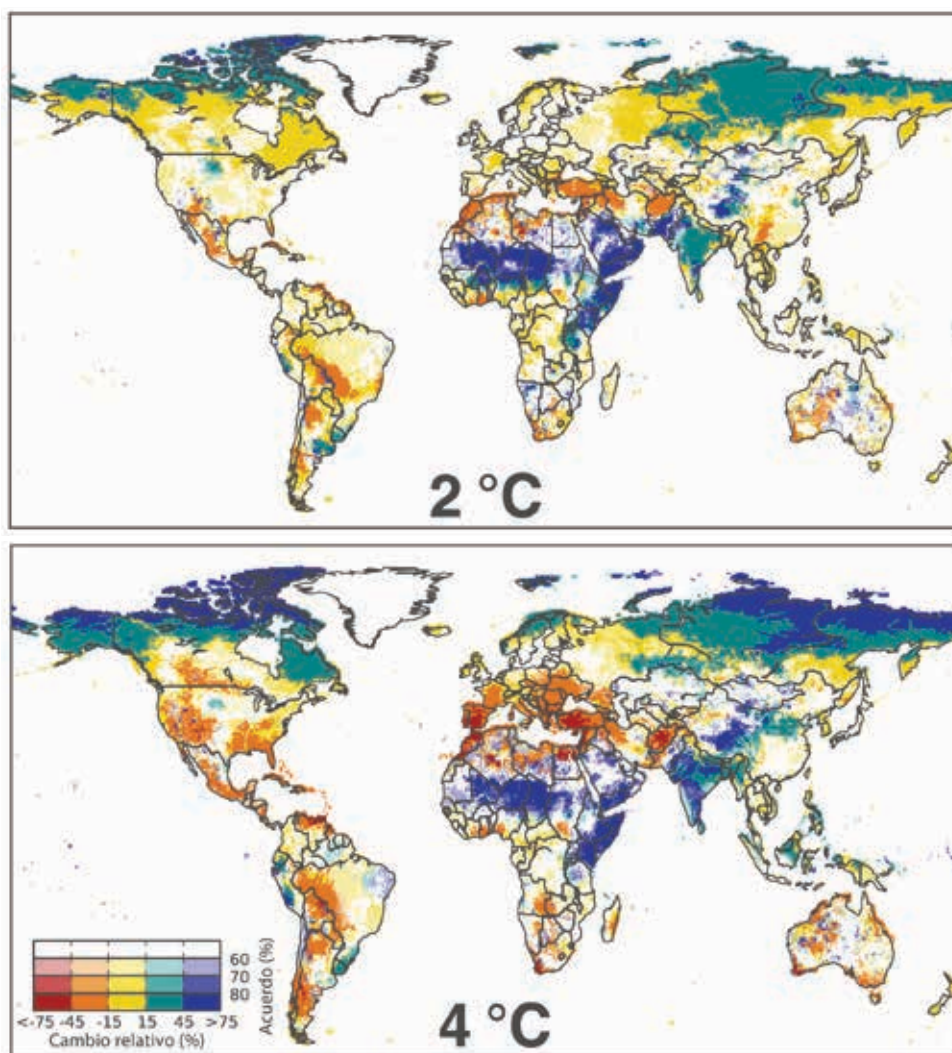
3. **Rendimiento agrícola y seguridad alimentaria:** Con un calentamiento de 0,8 °C, ya se sienten impactos considerables en los rendimientos de las cosechas, y a medida que las temperaturas aumenten entre 2 °C y 4 °C, el cambio climático añadirá más presión a los sistemas agrícolas.
  - El riesgo de que baje el rendimiento de las cosechas y aumenten las pérdidas de producción se incrementa rápidamente con un calentamiento por encima de los 1,5 °C-2 °C. De no aplicarse mayores medidas de adaptación, en las regiones de Oriente Medio y Norte de África y América Latina y el Caribe se prevén fuertes reducciones de rendimientos con un calentamiento cercano a los 2 °C. Como ejemplos, se puede mencionar una reducción de entre 30 % y 70 % en el rendimiento de la cosecha de soja y hasta un 50 % en la del trigo en Brasil, un 50 % de disminución en el caso del trigo en América Central y el Caribe, y una reducción de entre el 10 % y el 50 % para el trigo de Túnez. Los cambios previstos en el rendimiento de los cultivos en Asia central son inciertos con un calentamiento de 2 °C. El aumento de los casos de sequías e inundaciones representan un riesgo importante para la agricultura de los Balcanes occidentales.
  - Mientras que las medidas de adaptación y la fertilización por CO<sub>2</sub> podrían compensar parte de los efectos adversos del cambio climático con un calentamiento inferior a los 2 °C, en este informe se reafirman los resultados del AR5 del IPCC de que se pueden esperar importantes impactos negativos en la productividad agrícola con un calentamiento de entre 3 °C y 4 °C. Existen ciertas pruebas empíricas de que, a pesar de los posibles efectos positivos de un aumento de productividad derivados de la fertilización por CO<sub>2</sub>, el aumento de las concentraciones atmosféricas de dióxido de carbono podría dar lugar a niveles más bajos de proteínas y micronutrientes (hierro y zinc) en algunos de los principales cultivos de granos (por ejemplo, trigo y arroz).
  - Los impactos previstos en los sistemas de producción de cultivos de subsistencia y de exportación (por ejemplo, soja, maíz, trigo y arroz) se sentirían en los ámbitos local, nacional y mundial. Si bien el comercio a nivel mundial puede mejorar la seguridad alimentaria y brindar protección contra eventos negativos locales, es posible que algunas regiones pasen a depender desmedidamente de las importaciones de alimentos y se vuelvan por tanto más vulnerables a fenómenos climáticos de otras partes del mundo, así como a la interrupción de las importaciones debido a prohibiciones de exportar en esas regiones.

- 4. Ecosistemas terrestres:** Con el incremento de temperaturas y cambios en los patrones de precipitación, se prevén cambios en los ecosistemas, lo que traerá como consecuencia una reducción considerable en los servicios ecosistémicos asociados. Esto tendría serias repercusiones en el ciclo del carbono en todo el planeta, entre otras cosas. Por ejemplo:
- Los aumentos previstos de calor y sequías, junto con el continuo proceso de deforestación, aumentan considerablemente el riesgo de degradación forestal en gran escala (reducción de la superficie y la biomasa forestal) en la selva tropical amazónica. Esto podría transformar este sumidero de carbono de importancia mundial en una fuente de carbono; este fenómeno ya se ha observado como consecuencia de las graves sequías de 2005 y 2010, cuando los científicos calcularon que el Amazonas se enfrentaba a una reducción de su capacidad de retención de carbono de aproximadamente 1,6 PgC (2005) y 2,2 PgC (2010) en comparación con los años en que no hubo sequía<sup>7</sup>.
  - Las regiones de permafrost y bosques boreales de la Federación de Rusia son sensibles a cambios de temperatura, que podrían llevar a aumentos de la productividad. Pero existe un riesgo de mayores perturbaciones, como incendios y plagas, que llevarían a la muerte generalizada de los árboles. La desaparición paulatina de los bosques y el derretimiento del permafrost amenazan con amplificar el calentamiento global, ya que el carbono y el metano almacenados se liberarían a la atmósfera y se generaría un círculo vicioso de retroalimentación. Con un calentamiento de 2 °C, las emisiones de metano del derretimiento del permafrost podrían aumentar entre un 20 % y un 30 % en la zona boreal del país.
- 5. Ecosistemas marinos:** Se prevén considerables efectos adversos en los ecosistemas marinos y su productividad debido al aumento de las temperaturas y la acidez de los océanos, y una posible reducción del oxígeno disponible como consecuencia de sus efectos combinados. Las tasas de acidificación de los océanos que se han observado son ya las más elevadas de los últimos 300 millones de años y las tasas de aumento del nivel del mar son las más altas en 6000 años.
- Las proyecciones de blanqueamiento de arrecifes de coral indican que, para poder preservar más del 10 % de estos ecosistemas únicos, sería necesario limitar el calentamiento global a 1,5 °C. Los corales que forman arrecifes son fundamentales para la formación de playas, la protección costera, la pesca y el turismo.
- Se han observado cambios fisiológicos en los peces y las larvas, y se anticipan más fenómenos de este tipo debido a la acidificación que sufrirán los océanos. Con un calentamiento inferior a los 2 °C y sin tener en cuenta los cambios en la acidez de los océanos, se calcula que la pesca en varios lugares disminuirá marcadamente para 2050, ya que las poblaciones de peces migrarán a aguas más frías.
- 6. Aumento del nivel del mar:** En un mundo 1,5 °C más cálido, se estima que el aumento del nivel del mar en el período 2081-2100 será de 0,36 m (rango entre 0,20 m y 0,60 m), y de 0,58 m (rango entre 0,40 m y 1,01 m) en un mundo 4 °C más cálido, en comparación con el período de referencia, 1986-2005<sup>8</sup>. Debido al diferencial de tiempo en la respuesta de los océanos, y el prolongado tiempo de respuesta del manto de hielo de Groenlandia y la Antártida a las temperaturas atmosféricas (inercia térmica), los niveles del mar continuarán subiendo durante muchos siglos después de 2100.
- El aumento del nivel del mar constituye una amenaza específica para las aglomeraciones urbanas de Oriente Medio y Norte de África y América Latina y el Caribe, donde hay grandes asentamientos urbanos e importantes obras de infraestructura en las zonas costeras. El impacto del aumento del nivel del mar será especialmente grave para las comunidades de las islas del Caribe, ya que las posibilidades de alejamiento de las costas son extremadamente limitadas. El aumento del nivel del mar incrementará de manera considerable el riesgo que presentan las marejadas ciclónicas y los ciclones tropicales, en especial en los pequeños Estados insulares altamente expuestos y las zonas costeras bajas. Además, el aumento del nivel del mar podría contribuir a aumentar la intrusión salina en acuíferos de agua dulce (especialmente en Oriente Medio y Norte de África), proceso que se ve empeorado por otros impactos climáticos (por ejemplo, la reducción de la disponibilidad de agua) y factores inducidos por el ser humano (como el uso excesivo de los recursos).
- 7. Glaciares:** Se ha observado que los glaciares han perdido gran parte de su volumen y superficie con los niveles actuales de calentamiento de los Andes y Asia central. El derretimiento acelerado de los glaciares genera un alto riesgo de inundaciones y reduce drásticamente los recursos de agua dulce durante las temporadas de cultivo. También puede tener impactos negativos en la generación de energía hidroeléctrica.
- Los glaciares tropicales de los Andes centrales han perdido gran cantidad de su volumen de hielo durante el siglo XX y, en un mundo 4 °C más cálido, se prevé una desglaciación completa. Se estima que, en Perú, una reducción del 50 % de la escorrentía proveniente de glaciares daría lugar a una disminución de la potencia energética anual de aproximadamente un 10 %, de 1540 gigavatios por hora (GWh) a 1250 GWh.
  - Desde la década de 1960, y dependiendo de su ubicación, los glaciares de Asia central se han reducido en superficie entre un 3 % y un 14 %. Se prevén nuevas pérdidas considerables de

<sup>8</sup> Las proyecciones sobre el nivel del mar que se presentan aquí siguen la metodología adoptada por el Grupo de Trabajo I (GTI) para el AR5 del IPCC, con una importante actualización: se incluyen contribuciones más realistas para el caso de Antártida, basadas en bibliografía posterior al estudio del IPCC. Las publicaciones recientes indican que las estimaciones del IPCC son conservadoras, dada la desestabilización observada en partes del manto de hielo de la Antártida occidental. Se debe tener en cuenta que las proyecciones regionales de este informe también se basan en este ajuste a la metodología del GTI para el AR5 y no incluyen fenómenos de subsidencia. Las proyecciones sobre el aumento del nivel del mar presentadas en este informe se basan en un mayor conjunto de modelos con un calentamiento medio, para el conjunto, de menos de 1,75 °C; como resultado, el aumento del nivel del mar al final del siglo para el RCP2,6 se clasifica como un calentamiento de 1,5 °C. Véanse el recuadro 2.1 y la sección 6.2, "Proyecciones del aumento del nivel del mar", para obtener una explicación más amplia.

<sup>7</sup> El cambio en la capacidad de retención de carbono está causado por los efectos combinados de la menor absorción de carbono resultante del crecimiento limitado de los árboles debido a la sequía, y la pérdida de carbono derivada de la muerte y descomposición de los árboles a lo largo de varios años, generada por la sequía.

**Gráfico 1:** Recursos hídricos: Variación relativa en las descargas anuales con un calentamiento de 2 °C y 4 °C en la década de 2080 en relación con el período 1986-2005, a partir de una intercomparación ISI-MIP de modelos.



Los colores indican el cambio en la media multimodelo; la saturación de colores indica el grado de coincidencia en el conjunto de modelos. Los colores más saturados indican mayor coincidencia de modelos. Fuente: Versión modificada de Schewe et al. (2013).

aproximadamente el 50 % y de hasta el 80 % para un mundo 2 °C y 4 °C más cálido, respectivamente. En consecuencia, se estima que el caudal de los ríos se reducirá un 25 % con un calentamiento de cerca de 3 °C durante los meses de verano, cuando es mayor la demanda de agua para la agricultura.

- En Asia central, la generación de energía hidroeléctrica puede llegar a tener un papel fundamental en la matriz energética utilizada en el futuro; sin embargo, los cambios previstos en la distribución de la escorrentía implican que habrá menos agua disponible para la generación de energía

en los meses de verano, cuando existe mayor competencia con las demandas provenientes de la agricultura.

8. **Vulnerabilidad social al cambio climático.** Los impactos sociales del cambio climático son difíciles de predecir con certeza porque dependen de factores climáticos y su interacción con tendencias de desarrollo más amplias. Sin embargo, existen claras muestras de que el cambio climático ya está afectando a los medios de subsistencia y el bienestar de las personas en partes de las tres regiones, y es probable que esta influencia sea mucho mayor si se producen



## Recuadro 2. Impactos del cambio climático en la vulnerabilidad social

**Las perturbaciones y presiones relacionadas con el cambio climático pueden socavar la reducción de la pobreza y forzar nuevos grupos a condiciones de pobreza.** Los asentamientos informales en llanuras aluviales y laderas de pendientes pronunciadas de muchas ciudades latinoamericanas y los Balcanes occidentales, por ejemplo, se han visto gravemente afectados por inundaciones y deslizamientos de tierra en los últimos años. Aunque muchas personas pobres seguirán viviendo en zonas rurales aisladas, la continua expansión urbana hacia zonas propensas a peligros implica que una creciente proporción de poblaciones urbanas estará en riesgo de sufrir fenómenos extremos relacionados con el clima y el aumento del precio de los alimentos, lo que podría contribuir a mayores niveles de pobreza entre los grupos urbanos pobres.

**Los impactos del cambio climático afectarán más gravemente y con más frecuencia a los pobres y a los grupos socialmente excluidos, cuya capacidad para adaptarse a los fenómenos del cambio climático a corto o largo plazo es más limitada.** En esta categoría se incluyen los pueblos indígenas y las minorías étnicas, los trabajadores migrantes, las mujeres, las niñas, los ancianos y los niños en general. Si bien estos grupos —al igual que sus contrapartes más privilegiadas— ya se están adaptando a los cambios climáticos y de otro tipo, estos esfuerzos se suelen ver menoscabados por sus limitados activos, falta de representación y normas sociales discriminatorias. Por ejemplo, el aumento del estrés hídrico previsto para partes de América Latina y los países de ingreso bajo de Oriente Medio y Norte de África puede incrementar drásticamente la carga de obtener agua en entornos rurales y urbanos pobres, y la malnutrición infantil vinculada con el hecho de que el cambio climático reduce los contenidos de proteínas y micronutrientes en los alimentos básicos (trigo, arroz) puede tener consecuencias negativas irreversibles y de por vida para los niños afectados.

**El cambio climático puede conducir a desplazamientos e incidir en los patrones y las tasas de migración.** La mayoría de los desplazamientos relacionados con fenómenos climáticos extremos hasta ahora han sido temporales. Sin embargo, si el cambio climático convierte algunas zonas en no habitables (por ejemplo, se vuelven demasiado cálidas, demasiado secas o muy afectadas por condiciones climáticas extremas o el aumento del nivel del mar), esa migración puede aumentar y conducir, con más frecuencia, a reasentamientos permanentes (como ya se ve en algunas partes de Oriente Medio y Norte de África con escasez de agua). La migración a gran escala puede plantear desafíos considerables para las relaciones familiares, la salud y la seguridad humana. Existe el riesgo de que grupos desfavorecidos queden atrapados en zonas rurales afectadas, ya que carecen de los fondos o las conexiones sociales para reubicarse.

otros cambios climáticos generalizados a corto plazo (recuadro 2). Donde la gestión de gobierno es débil, o la infraestructura está desactualizada o es insuficiente (como en partes de las tres regiones), es probable que esto amplifique los desafíos sociales relacionados con la adaptación a un cambio climático más acentuado.

## América Latina y el Caribe

La región de América Latina y el Caribe es muy heterogénea en cuanto a desarrollo económico y social e historia indígena; tiene una población de 588 millones de habitantes (2013), de los cuales casi el 80 % vive en zonas urbanas. Se calcula que el producto interno bruto (PIB) de la región es de US\$5655 billones (2013), con un ingreso nacional bruto (INB) per cápita de US\$9314 en 2013. En 2012, aproximadamente el 25 % de la población vivía en condiciones de pobreza y un 12 % en pobreza extrema, lo que representa una clara disminución respecto de años anteriores. La desnutrición en la región, por ejemplo, bajó del 14,6 % en 1990 al 8,3 % en 2012. A pesar de los considerables avances de las últimas décadas en desarrollo económico y social, la desigualdad de ingresos de la región continúa siendo elevada.

Con el calentamiento actual de 0,8 °C, se perciben importantes impactos del cambio climático en los distintos biomas terrestres (por ejemplo, los bosques tropicales y las montañas de los Andes) y marinos (especialmente, los arrecifes de coral) de la región. A medida que las temperaturas medias mundiales aumenten hacia los 2 °C o más, la intensidad y gravedad previstas de los impactos aumentarán en toda la región (a continuación se describen tres impactos significativos).

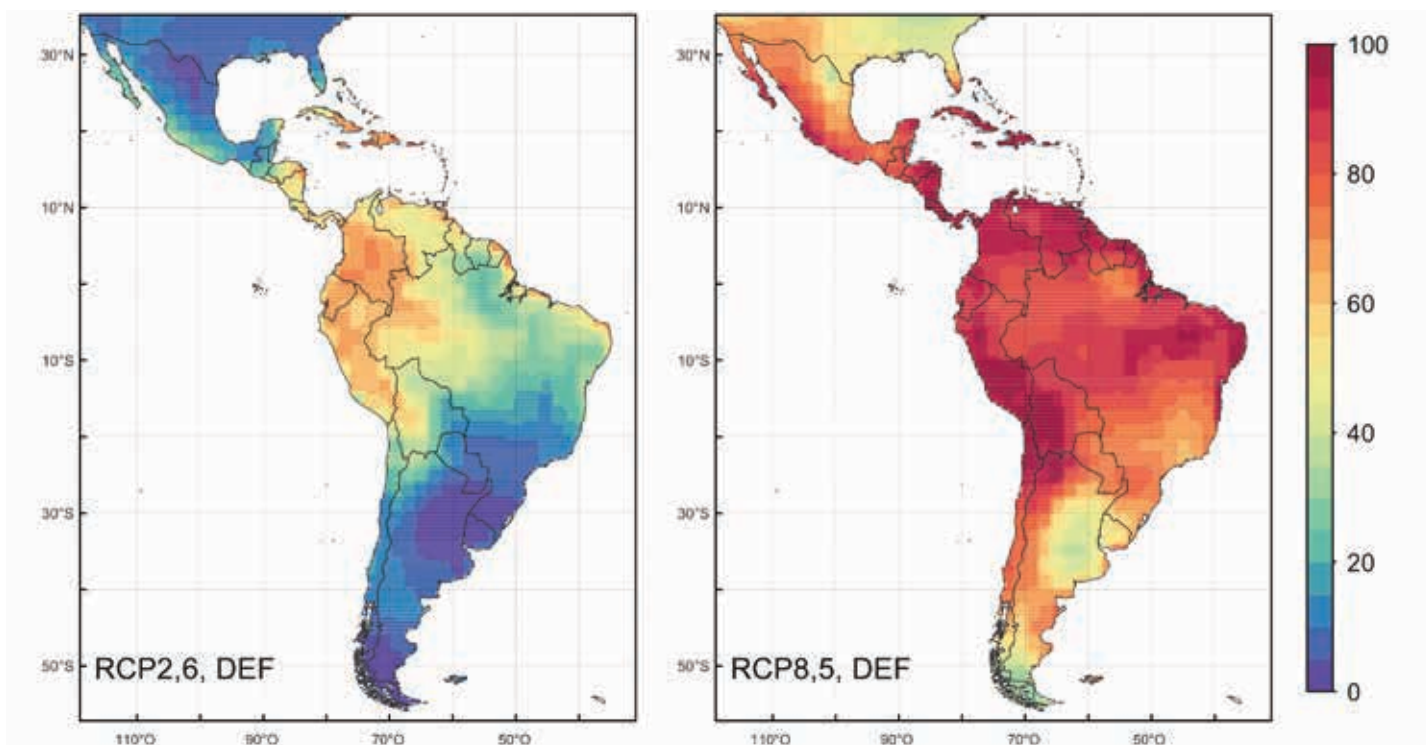
En el gráfico 2 se muestra que en el verano se alcanzan temperaturas sumamente inusuales en un mundo 2 °C y 4 °C más cálido. En el recuadro 3 se presenta un panorama general de los riesgos climáticos en la región.

### **Los cambios en el ciclo hidrológico podrían poner en peligro la estabilidad de las fuentes de agua dulce y los servicios ecosistémicos.**

La alteración de los ciclos de precipitación, con lluvias más intensas seguidas de sequías más prolongadas, la pérdida de glaciares, degradación de ecosistemas clave y pérdida de servicios ecosistémicos de importancia crítica (por ejemplo, fuentes de agua, almacenamiento de agua, retención, regulación y protección del suelo), impactarán en las fuentes de agua dulce a nivel regional y pueden llegar a generar la necesidad de establecer soluciones de compromiso y sinergias entre las zonas aguas arriba y aguas abajo. Se espera que varios impactos aumenten en intensidad y gravedad a medida que las temperaturas medias suban de 2 °C a 4 °C.

- **Las proyecciones indican que la mayor parte de las regiones secas se volverán más secas y las regiones húmedas, más húmedas.** En un mundo 4 °C más cálido, la reducción de precipitaciones será elevada en el Caribe, América Central, la zona central de Brasil y la Patagonia, de entre un 20 % y un 40 %. Se prevé que las condiciones de sequía aumentarán más del 20 %. Se estima que limitar el calentamiento a 2 °C reducirá el riesgo de sequía considerablemente, a un 1 % de aumento de los días con condiciones de sequía en el Caribe y un 9 % en América del Sur. Al mismo tiempo, se prevé un aumento de la frecuencia y la intensidad de los eventos de precipitaciones extremas especialmente en la zona costera tropical y subtropical del Pacífico y en el sur de Brasil.
- **Se anticipa una pérdida masiva de glaciares en los Andes con un calentamiento de 2 °C (hasta el 90 %) y casi completa si se superan los 4 °C.** Los cambios en el derretimiento de los glaciares, en respuesta al calentamiento de la superficie terrestre, alteran los períodos y la intensidad del caudal de los

**Gráfico 2:** Media (de múltiples modelos) del porcentaje de los meses de verano austral (diciembre, enero y febrero [DEF]), con temperaturas sumamente inusuales (que no suelen registrarse más de una vez cada varios siglos) en un mundo 2 °C más cálido (izquierda) y en un mundo 4 °C más cálido (derecha), en el período 2071-99, en comparación con el período de referencia (1951-80).



ríos, y dan lugar a un mayor riesgo de inundaciones y escasez de agua dulce, así como daños en la infraestructura.

- **Se calcula que el aumento de las sequías y las temperaturas medias reducirá las fuentes de agua y afectará a la mayoría de los ecosistemas y los agroecosistemas.** El creciente riesgo de sequía aumentará las probabilidades de que se produzcan incendios forestales, degradación de bosques en gran escala inducida por el cambio climático y pérdida de los servicios ecosistémicos asociados.
- **Los glaciares se derretirán a un ritmo aún más acelerado que el observado, con un pico en la escorrentía esperado para dentro de 20 a 50 años, aunque podría darse antes en algunas cuencas.** Los desbordes de los lagos glaciales y las inundaciones asociadas constituyen un riesgo para las ciudades andinas. La pérdida de glaciares probablemente impactará en los *páramos* (ecosistemas andinos capaces de acumular grandes cantidades de carbono), que son la fuente de agua para muchas de las ciudades andinas. Además, la degradación de ecosistemas de altura hace que estos tengan menor capacidad para retener agua, y las mayores lluvias aumentarán la erosión y darán lugar a una mayor sedimentación y daño en las presas hidroeléctricas, las obras de riego y la infraestructura de defensa en los ríos.
- **La tendencia prevista de precipitaciones más intensas puede aumentar significativamente el riesgo de deslizamientos de tierra, especialmente en los terrenos en pendiente que a menudo ocupan las comunidades rurales y urbanas más pobres.** Los

grandes deslizamientos de tierra ocurridos en 2011 en el estado de Río de Janeiro luego de fuertes lluvias anticipan la posible gravedad de los impactos previstos para casos de lluvia más severos. Los episodios de lluvia intensa pueden saturar rápidamente las vías de drenaje naturales, así como los sistemas de drenaje urbanos que, probablemente, no hayan sido diseñados para el caudal y la intensidad de los casos pronosticados para el futuro.

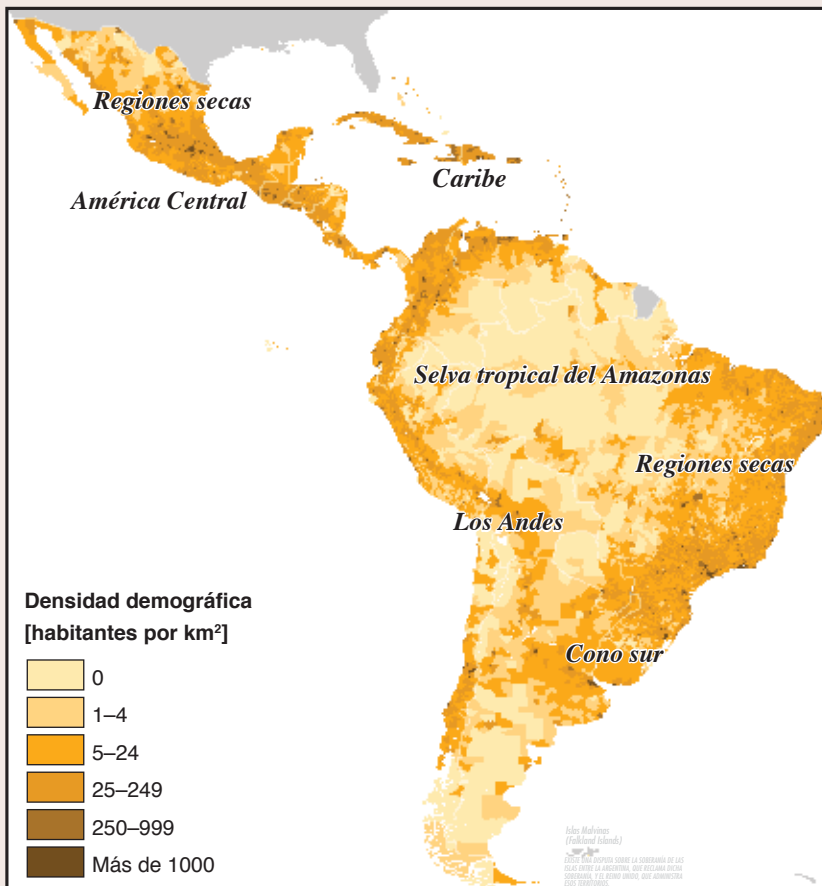
***El cambio climático pondrá en riesgo la agricultura de subsistencia de pequeña escala y la producción agrícola a gran escala para exportación.***

La agricultura en la región de América Latina y el Caribe depende, en gran medida, de los sistemas de secano, tanto para la subsistencia como para los cultivos de exportación; por eso, es vulnerable a las variaciones climáticas tales como las sequías, los cambios en los patrones de precipitaciones y el aumento de la temperatura.

- **Mayores riesgos para la agricultura cuando el calentamiento supera los 2 °C.** Existe una clara señal negativa climática con un calentamiento de 2 °C para una gran variedad de cultivos como la soja (hasta un 70 % de reducción del rendimiento de cosecha en algunas zonas de Brasil) y el maíz (hasta un 60 % de reducción en Brasil y Ecuador) para 2050, respecto de los valores de referencia de 1989-2009. Simulaciones de intervenciones de adaptación (por ejemplo, variedades de cultivos mejoradas, suelos mejorados y gestión de los cultivos, y riego complementario) demostraron capacidad para reducir, pero no revertir, las reducciones de rendimiento

### Recuadro 3. Riesgos climáticos seleccionados en la región de América Latina y el Caribe

Se estima que, en un mundo 4 °C más cálido, las olas de calor, los cambios en los ciclos hidrológicos, los ciclones tropicales y los cambios del fenómeno El Niño-Oscilación del Sur (ENOS) plantearán graves problemas con riesgos en cascada hacia el sector agrícola, la salud humana, los grandes centros urbanos y el funcionamiento de los servicios ecosistémicos de importancia crítica. Con niveles de calentamiento bajos, el derretimiento de glaciares en los Andes reducirá la cantidad de agua dulce y la energía hidroeléctrica para comunidades y grandes ciudades andinas durante la estación seca, al tiempo que aumentará los riesgos de inundación a corto plazo e impactará en la agricultura y los servicios ambientales río abajo. Se esperan amenazas severas derivadas del aumento del nivel del mar, así como daños en las zonas bajas y en la infraestructura costera. La degradación de los arrecifes de coral pondrá en peligro los ingresos provenientes del turismo y afectará a la biodiversidad, la pesca y la protección de zonas costeras, por lo que tendrá un impacto negativo en los medios de subsistencia. Para la comunidad mundial, tiene gran importancia el posible impacto del cambio climático en la selva amazónica. Con el aumento del calentamiento, la degradación —o, incluso, la desaparición— de la selva tropical del Amazonas tiene cada vez más posibilidades de transformar la selva en una enorme fuente de carbono durante los años secos y de desatar mayores cambios climáticos.



Fuentes de datos: Mapa Population Count Grid del sistema Gridded Population of the World, Version 3 (GPWv3), preparado por el Centro para la Red Internacional de Información sobre las Ciencias de la Tierra (Universidad de Columbia), la Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO) y el Centro Internacional de Agricultura Tropical (2005), Palisades, Nueva York: NASA Socioeconomic Data and Applications Center (SEDAC). Mapa preparado por la Unidad de Diseño Cartográfico del Banco Mundial. Las fronteras, los colores, las denominaciones y cualquier otra información que se incluya en este mapa no suponen juicio alguno por parte del Grupo Banco Mundial acerca de la situación jurídica de ningún territorio, ni el respaldo o la aceptación de esas fronteras.

#### América Central y el Caribe

Mayor frecuencia del ENOS y los ciclones tropicales, valores extremos de precipitaciones, sequías y olas de calor. Riesgos de reducción de la disponibilidad de agua, rendimiento de los cultivos, seguridad alimentaria y seguridad costera.

*Exposición de las personas pobres a los deslizamientos de tierra; erosión costera, con riesgo de mayores tasas de mortalidad y migración; impactos negativos en el PIB en los casos en que los aportes del turismo costero son elevados.*

#### Selva tropical del Amazonas

Aumento del calor extremo y la aridez, riesgo de incendios forestales, degradación y pérdida de la biodiversidad.

*Riesgo de que la selva tropical se transforme en una fuente de carbono. La modificación de las zonas agrícolas puede generar conflictos sobre el uso de la tierra. Los riesgos de extinción de especies ponen en peligro los medios de subsistencia tradicionales y generan pérdidas culturales.*

#### Los Andes

Derretimiento de glaciares, cambios en el manto de nieve, riesgos de inundaciones y escasez de agua dulce.

*En las grandes altitudes, las mujeres, los niños y los pueblos indígenas son especialmente vulnerables, y la agricultura está en riesgo. En las zonas urbanas, los pobres que viven en pendientes pronunciadas están más expuestos a las inundaciones.*

#### Regiones secas

El aumento de las sequías y los casos de calor extremo conducen a la muerte del ganado, la reducción de las cosechas y dificultades para obtener agua dulce.

*Riesgos de hambrunas localizadas en comunidades indígenas remotas, problemas de salud relacionados con el agua. El agotamiento de los recursos puede llevar a conflictos y migraciones urbanas.*

#### Cono sur

Disminución del rendimiento agrícola y la productividad de las pasturas, migración de las agroecozonas hacia el norte.

*Riesgo nutricional para los pobres. Riesgo de aumento del precio de los alimentos y de que los impactos trasciendan la región, debido al alto porcentaje de agricultura dedicado a la exportación.*

atribuidas al cambio climático. Otros estudios indican que, en un mundo 3 °C más cálido, los impactos negativos previstos para cada cultivo serán más severos. Por ejemplo, se habla de hasta casi un 70 % de reducción en el caso del trigo en América Latina y el Caribe. Esto implica que el cambio climático amenaza no solo a los pequeños agricultores y a las comunidades rurales e indígenas, sino también a los productores de productos básicos de gran escala (soja, maíz), a los ganaderos y a las agroindustrias, con posibles repercusiones negativas en la seguridad alimentaria y en los precios de los alimentos de la región y zonas más amplias.

- **La seguridad alimentaria local se ve seriamente amenazada por la disminución prevista del potencial de pesca.** Se estima que las costas del Caribe, los estuarios del Amazonas y el Río de la Plata se verán especialmente afectados por una reducción del potencial de pesca de más del 50 %, a medida que los peces migren en respuesta al calentamiento de las aguas. Las aguas del Caribe podrían experimentar reducciones de entre 5 % y 50 %. Estas estimaciones corresponden a un calentamiento de 2 °C para 2050, fecha en que muchos arrecifes de coral —importantes criaderos y hábitats de peces— sufrirían episodios de blanqueamiento anuales, lo que reduciría aún más la base de recursos marinos. La acidificación de los océanos podría afectar directamente a las poblaciones de peces, incluso a través de daños fisiológicos en las primeras etapas de su vida. Sin embargo, los efectos en la cadena alimentaria no están todavía claros.
- **El cono sur (Chile, Argentina, Uruguay, Paraguay y el sur de Brasil), como principal región productora de granos y ganado, es susceptible a eventos climáticos intensos,** principalmente los relacionados con el cambio en los patrones de precipitaciones y el aumento de eventos extremos de calor. Se espera que esto impactará gravemente en las cosechas de maíz y soja, que son importantes productos básicos de exportación. Por ejemplo, se estima que la productividad del maíz descenderá entre un 15 % y un 30 % en comparación con los niveles de 1971-2000 con un calentamiento de 2 °C para 2050, y entre un 30 % y un 45 % si el aumento alcanza los 3 °C. Fenómenos de El Niño intensos o extremos, que generan inundaciones o sequías en la temporada de cosecha, plantean considerables riesgos adicionales para la agricultura de la región.

**Se prevé una mayor prevalencia de fenómenos extremos que afectarán tanto a las comunidades rurales como a las urbanas, en particular en las tierras en pendiente y las regiones costeras.**

La región está fuertemente expuesta a los efectos de fenómenos extremos más frecuentes e intensos, tales como los que ocurren durante casos fuertes de El Niño y ciclones tropicales.

- **Se prevé un aumento de aproximadamente un 40 % en la frecuencia de ciclones tropicales del Atlántico norte más fuertes con un aumento de la temperatura de 2 °C, y de 80 % en un mundo 4 °C más cálido, en comparación con el presente.** En América Latina y el Caribe, cerca de 8,5 millones de personas viven en zonas expuestas a huracanes y unos 29 millones viven en zonas costeras bajas. El Caribe es especialmente vulnerable, ya que más del 50 % de su población vive a lo largo de las costas y cerca del 70 % vive en ciudades costeras. Los ciclones tropicales más intensos interactuarían negativamente con el aumento del nivel del mar, lo que exacerbaría

## Recuadro 4. El Niño-Oscilación del Sur

**La región de América Latina y el Caribe está particularmente expuesta a los efectos de fuertes\* eventos de El Niño y La Niña,** que están relacionados con el fenómeno El Niño-Oscilación del Sur (ENOS). En América Central, El Niño suele dar lugar a lluvias excesivas en las costas del Caribe, mientras que las costas del Pacífico se mantienen secas. El aumento de las precipitaciones y las inundaciones suele producirse en la costa de Ecuador, la parte norte de Perú y la parte sur de Brasil, Argentina, Paraguay y Uruguay, mientras que las sequías se suelen dar en las zonas andinas de Ecuador, Perú y Bolivia, y en el noreste de Brasil. Todos estos cambios pueden restringir marcadamente los medios de subsistencia mediante impactos en la productividad agrícola, ecosistemas de importancia crítica, producción de energía, abastecimiento de agua, infraestructura y salud pública en los países afectados. Por ejemplo, el fenómeno extremo de El Niño de 1997-98 causó pérdidas económicas por miles de millones de dólares y decenas de miles de muertes en todo el mundo, incluidas graves pérdidas en América Latina. Aún existen incertidumbres sustanciales sobre las proyecciones del impacto del cambio climático en la intensidad y frecuencia de fenómenos extremos de El Niño. Sin embargo, recientemente se han identificado pruebas de cambios en la variabilidad de las precipitaciones impulsadas por el ENOS como respuesta al calentamiento global; esto constituye una actualización a la evaluación de las proyecciones sobre el ENOS del AR5 del IPCC. Los estudios recientes de intercomparación de modelos climáticos indican la probabilidad de que el calentamiento global conduzca a casos más frecuentes de fenómenos **extremos** de El Niño durante el siglo XXI.

\* “El Índice Oceánico El Niño (ONI) es el estándar que utiliza la Administración Nacional Oceánica y Atmosférica de Estados Unidos (NOAA) para identificar los fenómenos de El Niño (cálido) y La Niña (frío) en la zona tropical del Pacífico. Se calcula como la media móvil de tres meses de las anomalías de temperatura superficial del mar para la región El Niño 3.4 (es decir, la franja comprendida entre 5°N-5°S, 120°-170°O). Estos fenómenos se definen como cinco períodos consecutivos de tres meses con anomalía de 0,5° o más para El Niño (cálido) y de -0,5 ° o menos para La Niña (frío). El umbral se especifica aún más definiendo el fenómeno como débil (una anomalía de 0,5 a 0,9 en la temperatura superficial del mar), moderado (1 a 1,4) y fuerte (≥ 1,5)” [Fuente: <http://ggweather.com/enso/oni.htm>].

el riesgo de inundaciones costeras y marejadas ciclónicas y pondría en peligro sistemas económicos completos, así como medios de subsistencia (especialmente en el caso de los Estados insulares).

- **Los riesgos asociados con los fenómenos de El Niño y los ciclones tropicales se producirían al mismo tiempo que un aumento del nivel del mar de 38 cm a 114 cm, lo que incrementaría considerablemente los riesgos de marejadas ciclónicas.** Se prevé que el aumento del nivel del mar será mayor en la costa del Atlántico que en la del Pacífico. Por ejemplo, en Valparaíso, está previsto un aumento de 0,35 m con un calentamiento de 2 °C y de 0,55 m con un calentamiento de 4 °C (estimación media). Recife tiene proyecciones de aproximadamente 0,39 m y 0,63 m, respectivamente, con estimaciones máximas que llegan a 1,14 m en un mundo 4 °C más cálido, el valor más alto de la región.
- **Los fenómenos extremos afectarán en gran medida a los pobres de zonas rurales y urbanas que con frecuencia viven asentamientos informales en zonas de alto riesgo (por ejemplo,**

**llanuras aluviales y pendientes pronunciadas).** En 2005, el porcentaje más alto de personas que vivía en asentamientos informales en América Latina se encontraba en Bolivia (50 %), mientras que en el Caribe correspondía a Haití (70 %). Los efectos negativos de los fenómenos extremos también afectan a las comunidades rurales, ya que estas dependen significativamente de su medio ambiente y los recursos naturales asociados.

- **En el Caribe, se pueden esperar impactos adversos considerables en los ecosistemas locales de importancia crítica, la agricultura, la infraestructura y el sector del turismo si el calentamiento llega a 2 °C.**

Esto se debe a la pérdida o degradación de recursos importantes debido a los efectos combinados del aumento del nivel del mar y los impactos asociados de intrusión salina y marejadas ciclónicas, la acidificación de los océanos, el blanqueamiento de los arrecifes de coral y la pérdida de protección física de las costas debido a la muerte y la degradación de los arrecifes. Es de esperar que los impactos de estos y otros cambios climáticos se incrementen en forma considerable con el calentamiento progresivo, especialmente por la mayor posibilidad de que se produzcan ciclones tropicales más frecuentes.

## Oriente Medio y Norte de África

La región de Oriente Medio y Norte de África es una de las más diversas del mundo en términos económicos, con un PIB anual per cápita que va desde US\$1000 en Yemen hasta más de US\$20 000 en los Estados del Golfo Árabe. Qatar, Kuwait, los Emiratos Árabes Unidos, Marruecos, la República Árabe de Egipto y Yemen ocupan los puestos 4, 12, 27, 130, 132 y 151, respectivamente, en una lista de 189 países ordenados según el PIB per cápita. En consecuencia, la capacidad de adaptación y la vulnerabilidad a los riesgos climáticos varían enormemente dentro de la región.

Se prevé que la población se duplicará para 2050, lo que, junto con los impactos climáticos previstos, genera una presión considerable sobre el agua y otros recursos de la región. Esta depende, en gran medida, de las importaciones de alimentos. Aproximadamente el 50 % del consumo regional de trigo y centeno, el 40 % del consumo de arroz y cerca del 70 % del consumo de maíz se satisface a través de importaciones. Para afrontar la escasez de agua, la región ha utilizado diversos medios: extracción de aguas subterráneas, desalinización y estrategias comunitarias locales. A pesar de la escasez extrema de agua

que los afecta, los países del Golfo Árabe utilizan más agua per cápita que el promedio mundial, y los mercados de agua y energía para los sectores residenciales se encuentran entre los más subsidiados del mundo. La región presenta una gran diversidad en lo que se refiere a condiciones políticas y socioeconómicas. Así, la capacidad de adaptación y la vulnerabilidad a los riesgos climáticos varían enormemente, sobre todo entre los Estados del Golfo Árabe y los demás países.

Esta región se perfila como una de las zonas críticas en lo que respecta al empeoramiento de las condiciones de calor extremo, sequía y aridez. La agricultura, que en un 70 % depende de las lluvias, está muy expuesta a las cambiantes condiciones climáticas. Durante el período 1961-1990, la temperatura en la región aumentó a razón de 0,2 °C por década, y desde entonces este ritmo se ha ido incluso acelerando. Las proyecciones indican que, en un mundo 4 °C más cálido, más del 90 % de los veranos registrarán olas de calor sumamente inusuales, mientras que, en un mundo 2 °C más cálido, esa cifra se reduce al 20 %-40 % (gráfico 3).

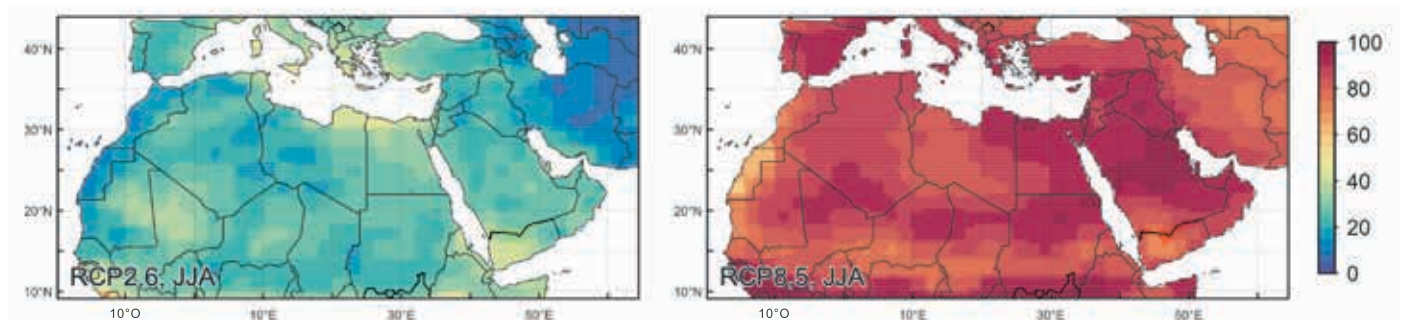
Dada su alta dependencia de las importaciones, la región es vulnerable a los efectos que se producen más allá de sus fronteras. Si bien las respuestas sociales a dichos cambios siguen siendo difíciles de predecir, está claro que los impactos extremos, como la disminución de más del 45 % en la descarga anual de agua prevista para un mundo 4 °C más cálido en partes de la región, presentarían desafíos sin precedentes para los sistemas sociales afectados. El cambio climático podría multiplicar las amenazas relacionadas con la seguridad en la región imponiendo presiones adicionales sobre recursos que ya son de por sí escasos, y reforzando las amenazas preexistentes vinculadas a la migración producto de desplazamientos forzados. En el recuadro 5 se muestra un panorama general de los riesgos climáticos clave de la región.

### **Los cambios en los patrones de lluvia y el aumento de las olas de calor suponen riesgos considerables para la producción agrícola y la seguridad alimentaria regional.**

La mayor parte de la agricultura de la región se concentra en la zona climática semiárida, ya sea cerca de la costa o en las tierras altas, y es muy vulnerable a los efectos del cambio climático.

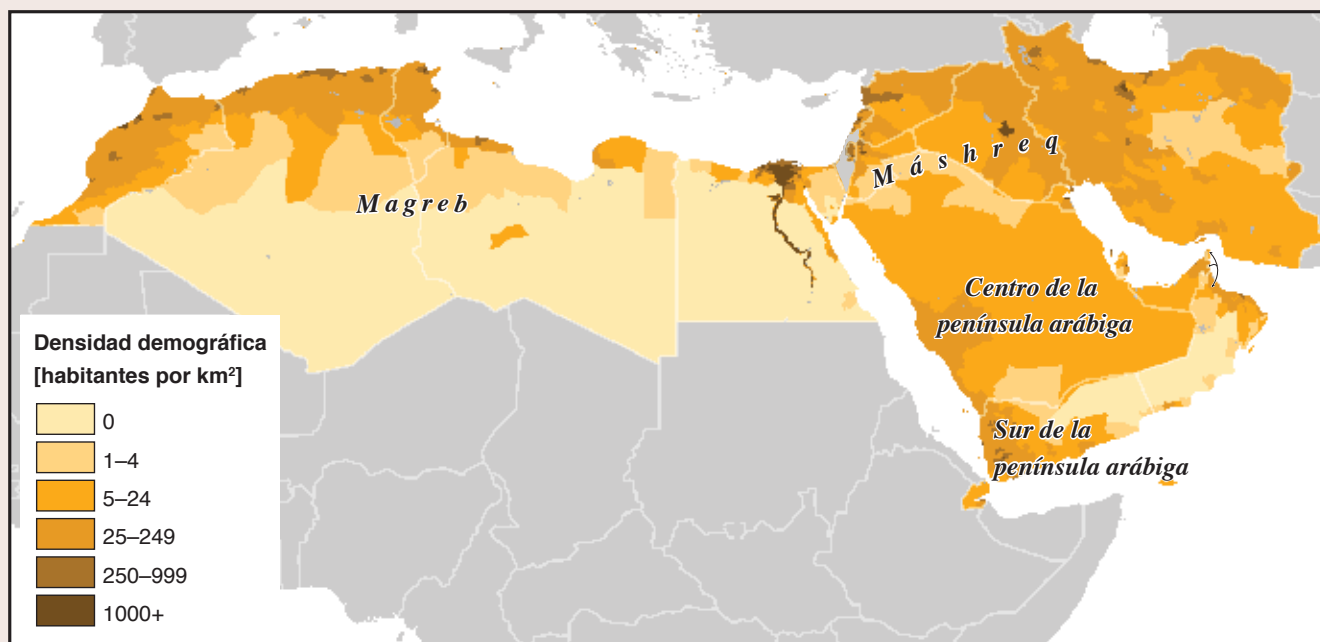
- **Se prevé que en algunas partes de la región la lluvia disminuirá entre un 20 % y un 40 % si la temperatura del planeta aumenta 2 °C y hasta un 60 % si aumenta 4 °C.** La productividad agrícola se reducirá en algunas partes de la región, debido a la creciente

**Gráfico 3:** Media (de múltiples modelos) del porcentaje de los meses de verano boreal (junio, julio y agosto [JJA]), con temperaturas sumamente inusuales (que no suelen registrarse más de una vez cada varios siglos) en un mundo 2 °C más cálido (izquierda) y en un mundo 4 °C más cálido (derecha), en el período 2071-99, en comparación con el período de referencia (1951-80).



## Recuadro 5. Riesgos climáticos seleccionados en la región de Oriente Medio y Norte de África

La región se verá severamente afectada ante aumentos de temperatura de 2 °C y 4 °C, sobre todo debido al gran aumento de las olas de calor pronosticadas, la reducción considerable de la disponibilidad de agua y las consecuencias previstas para la seguridad alimentaria regional. Se prevé que en las próximas décadas la elevada exposición al aumento del nivel del mar afectará a las grandes poblaciones y a los activos de las zonas costeras. En un mundo 2 °C más cálido, los niveles de descarga anual de los ríos, que ya son bajos, se reducirán en más de un 15 % y las olas de calor sumamente inusuales afectarán a alrededor de un tercio de la superficie. La reducción de los rendimientos de las cosechas, sumada a los impactos en otras regiones productoras de granos, podría contribuir a incrementar los precios de los alimentos en la región. Dichos riesgos se ven aún más exacerbados por la creciente dependencia de las importaciones de alimentos. El deterioro de los medios de subsistencia en las zonas rurales puede contribuir a la migración interna e internacional, lo que incrementa particularmente la presión sobre la infraestructura urbana, con los consiguientes riesgos para los inmigrantes pobres. Las migraciones y las presiones sobre los recursos (como el agua) relacionadas con el clima podrían incrementar el riesgo de conflicto.



### Magreb

Calentamiento intenso, reducción de las precipitaciones anuales, aumento del estrés hídrico y reducción de la productividad agrícola. Las ciudades costeras se verán expuestas al aumento del nivel del mar.

*El cambio climático tendrá importantes consecuencias en los medios de subsistencia de los agricultores, la economía de los países y la seguridad alimentaria. La exposición de los activos costeros de importancia crítica repercutirá en la economía, especialmente en el turismo. Existe el riesgo de que se aceleren los flujos migratorios a las zonas urbanas y se intensifiquen los disturbios sociales.*

### El Máchreq y partes orientales

Debido a los niveles de calor sumamente inusuales y la disminución de las precipitaciones anuales, aumentará la aridez y se reducirán los volúmenes de agua de deshielo y las escorrentías, por ejemplo, en los ríos Jordán, Éufrates y Tigris. Se prevén consecuencias adversas para la producción agrícola y de alimentos que depende mayormente del agua de lluvia.

*Los riesgos que supone el cambio climático afectarán seriamente los medios de subsistencia de los agricultores, la economía de los países y la seguridad alimentaria. Se acelerarán los flujos migratorios a las zonas urbanas, los disturbios sociales y conflictos violentos.*

### Península arábiga

Picos de calor sumamente inusuales en el centro de la península arábiga. Aumento relativo de las precipitaciones anuales en partes de la zona sur y tendencia incierta en la zona central. Es probable que mar Árabe registre un aumento mayor que el Mediterráneo y la costa atlántica, lo que podría generar marejadas ciclónicas y repercutir negativamente en la infraestructura.

*Se prevé que, a raíz de los picos de calor, aumentará el malestar térmico, lo que podría afectar la productividad laboral y la salud.*

Fuentes de datos: Mapa Population Count Grid del sistema Gridded Population of the World, Version 3 (GPWv3), preparado por el Centro para la Red Internacional de Información sobre las Ciencias de la Tierra (Universidad de Columbia), la FAO y el Centro Internacional de Agricultura Tropical (2005), Palisades, Nueva York; NASA Socioeconomic Data and Applications Center (SEDAC). Mapa preparado por la Unidad de Diseño Cartográfico del Banco Mundial. Las fronteras, los colores, las denominaciones y cualquier otra información que se incluya en este mapa no suponen juicio alguno por parte del Grupo Banco Mundial acerca de la situación jurídica de ningún territorio, ni el respaldo o la aceptación de esas fronteras.

escasez de agua y al aumento de las temperaturas, que, según los pronósticos, se desviarán cada vez más de la temperatura óptima para varios cultivos (tal vez incluso superando los niveles de tolerancia de estos al calor).

- **Los rendimientos de las cosechas en la región podrían disminuir** hasta un 30 % en Jordania, Egipto y Libia si la temperatura aumenta entre 1,5 °C y 2 °C, y hasta casi un 60 % (en el caso del trigo) en la República Árabe Siria si aumenta entre 3 °C y 4 °C. Se espera que las legumbres y el maíz registren las reducciones más significativas, dado que se cultivan durante el verano.
- **Dado que el 70 % de la producción agrícola depende del agua de lluvia, el sector es sumamente vulnerable a los cambios de temperatura y precipitación, así como a las posibles consecuencias que estos pueden tener para los alimentos, la seguridad social y los medios de subsistencia de la población rural.** El 43 % de la población vive en zonas rurales, y los agricultores son especialmente vulnerables al hambre y la malnutrición como consecuencia directa de la pérdida de cosechas y el aumento de los precios de los alimentos. Combinada con presiones no climáticas, la reducción de los medios de subsistencia de la población rural podría incrementar aún más la migración urbana, lo que exacerbaría la vulnerabilidad de las zonas urbanas e intensificaría la posibilidad de conflictos.
- **El aumento de la demanda de agua para riego será difícil de satisfacer, debido a la disminución simultánea de la disponibilidad de agua** en los países de Oriente Medio y Norte de África, que tradicionalmente invirtieron en agricultura para mejorar el desempeño del sector agrícola: alrededor del 30 % de las tierras agrícolas cuenta con sistemas de riego, mientras que la agricultura consume entre un 60 % y un 90 % de toda el agua que se utiliza en la región.
- **El aumento del precio de los alimentos que suele resultar de las crisis de producción y las disminuciones a largo plazo hacen que el número creciente de pobres de las zonas urbanas sea vulnerable a la malnutrición,** especialmente en un contexto de creciente inseguridad alimentaria a nivel local. Las evidencias sugieren que la malnutrición infantil podría agravarse si el precio de los alimentos aumentara considerablemente o los rendimientos cayeran en forma abrupta. La malnutrición infantil ya es elevada en algunas partes de Oriente Medio y el Norte de África, donde el 18 % de los niños menores de 5 años, en promedio, presenta retrasos de crecimiento. Estos retrasos pueden traer consecuencias adversas para toda la vida, incluida una menor productividad económica en la edad adulta.
- **Debido a su elevada y creciente dependencia de las importaciones, la región es especialmente vulnerable a los impactos en la agricultura a nivel nacional y mundial y las consiguientes subidas abruptas del precio de los alimentos.** Por ejemplo, los fenómenos climáticos e hidrológicos (sequías e inundaciones), junto con fuerzas del mercado mundial, fueron factores que contribuyeron al aumento del precio del trigo en Egipto y afectaron el precio del pan en 2008.

### **Las olas de calor representarán un desafío importante para la salud humana.**

Los habitantes de la región enfrentan diversos riesgos de salud, muchos de los cuales se ven exacerbados por las condiciones de calor y aridez y la escasez relativa de agua que caracteriza a la región.

- **Se prevé que en las próximas décadas aumentarán en forma significativa las olas de calor sumamente inusuales.** En un mundo 2 °C más cálido, las olas de calor *sumamente inusuales* se producirían, en promedio, en uno de los meses de verano cada año a partir de 2040. En un mundo 4 °C más cálido, esta frecuencia ya se registraría en la década de 2030, y aumentaría a dos meses para la década de 2060 y a prácticamente todos los meses para finales de siglo. En un mundo 2 °C más cálido, no se registrarían olas de calor sin precedentes; en un mundo 4 °C más cálido, en cambio, estas se producirían en alrededor de la mitad de los meses de verano para finales de siglo.
- **Según los pronósticos, se extenderá el período de días cálidos consecutivos, especialmente en las ciudades, debido al efecto de islas de calor urbanas.** Por ejemplo, se prevé que en un mundo 2 °C más cálido el número de días cálidos consecutivos aumentará anualmente de cuatro días a alrededor de dos meses en Ammán, de ocho días a alrededor de tres meses en Bagdad y de un día a dos meses en Damasco. El número de días cálidos en Riad aumentará aún más, al pasar de alrededor de tres días a más de cuatro meses. En un mundo 4 °C más cálido, el número de días cálidos sobrepasará el equivalente a cuatros meses en la mayoría de las ciudades capitales.
- **Los niveles de estrés por calor pueden aproximarse a los límites fisiológicos de las personas que trabajan al aire libre y menoscabar gravemente la productividad laboral regional, generando una carga para la infraestructura de salud.** Las altas temperaturas pueden causar trastornos relacionadas con el calor (por ejemplo, el estrés y el agotamiento, y los golpes de calor), especialmente en el caso de las personas mayores, las personas obesas o que padecen enfermedades crónicas, y las mujeres embarazadas, los niños y las personas que trabajan al aire libre. Se prevé que el cambio climático también perjudicará la salud humana de otras maneras. Por ejemplo, el riesgo relativo de enfermedades diarreicas producto de los cambios climáticos y el deterioro de la calidad del agua se incrementará entre un 6 % y un 14 % en el período 2010-39 y entre un 16 % y un 38 % en el período 2070-99 en el Norte de África, y entre un 6 % y un 15 % y entre un 17 % y un 41 %, respectivamente, en Medio Oriente.

### **El aumento del nivel del mar plantea serias dificultades para la población, la infraestructura y los activos económicos de las zonas costeras.**

La alta concentración de personas y activos en las ciudades costeras se traduce en una gran exposición a los efectos del aumento del nivel del mar.

- **Las proyecciones muestran que todas las costas están en riesgo debido al aumento del nivel del mar.** Dependiendo de la ciudad, los niveles aumentarán entre 0,34 m y 0,39 m en un mundo 1,5 °C más cálido y entre 0,56 m y 0,64 m en un mundo 4 °C más cálido (estimación media), y la estimación máxima alcanzará 1,04 m en Mascate.
- **Se considera que Túnez, Marruecos, Libia (países del Magreb) y Egipto se encuentran entre las naciones africanas más**

**expuestas en términos de población total afectada por el aumento del nivel del mar.** En Marruecos, por ejemplo, más del 60 % de la población y más del 90 % de las industrias están ubicadas en ciudades costeras clave. Se ha determinado que Alejandría, Bengasi y Argel serían especialmente vulnerables a un aumento del nivel del mar de tan solo 0,20 m para 2050. Los Emiratos Árabes Unidos también se encuentran entre los 10 países del mundo más vulnerables al aumento del nivel del mar.

- **Entre los principales impactos del cambio climático en las zonas costeras se incluyen las inundaciones producidas por el aumento paulatino del nivel del mar y los daños provocados por fenómenos extremos (como tormentas, marejadas ciclónicas y el aumento de la erosión costera).** La exposición de los activos de importancia crítica puede hacer que otros impactos tengan repercusión en la economía (por ejemplo, en lugares donde la infraestructura turística se vea expuesta). En Egipto, por ejemplo, la acidificación y el calentamiento de los océanos ponen en peligro los arrecifes de coral y, según los pronósticos, generarán una presión considerable para el sector de turismo, que representa una importante fuente de ingresos.
- **Los impactos en los niveles de agua subterránea son significativos y podrían repercutir negativamente en la salud de las poblaciones locales y de migrantes.** El delta del Nilo, que alberga a más de 35 millones de personas y representa el 63 % de la producción agrícola de Egipto, es especialmente vulnerable a la salinización producida por las cambiantes condiciones climáticas. Estos impactos se verán exacerbados por fenómenos de subsidencia, sobre todo en la parte oriental del delta, y por una amplia modificación del paisaje derivada tanto de la modificación de las costas como de los cambios en la hidrogeología del Nilo.

## Europa y Asia central

En este informe, Europa y Asia central abarca 12 países<sup>9</sup> de Asia central, los Balcanes occidentales y la Federación de Rusia. El análisis se

<sup>9</sup> A los fines de este informe, la región de Europa y Asia central incluye solo los siguientes países: Albania, Bosnia y Herzegovina, ex República Yugoslava de Macedonia, Federación de Rusia, Kazajstán, Kosovo, Montenegro, República Kirguisa, Serbia, Tayikistán, Turkmenistán y Uzbekistán.

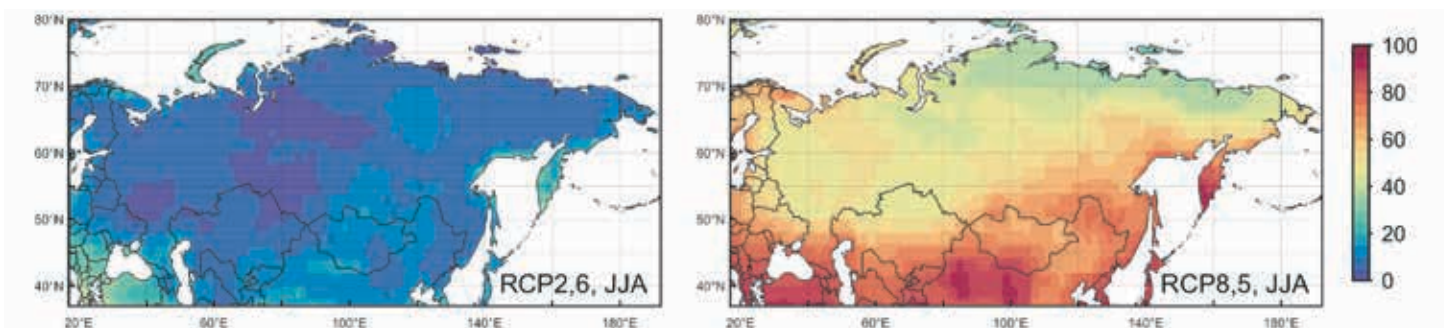
centra en desafíos puntuales del cambio climático relacionados con los vínculos entre la agricultura, el agua y la energía, los fenómenos climáticos extremos en los Balcanes occidentales, y los bosques de Rusia. Si bien los países muestran perfiles económicos y políticos muy distintos, comparten el hecho de que sus economías dejaron de ser cerradas y planificadas para convertirse en sistemas de mercado abiertos. La región se caracteriza por niveles relativamente bajos de PIB per cápita anual, que van desde US\$800 en Tayikistán a US\$14 000 en Rusia. La producción agrícola juega un papel importante en las economías nacionales de la región, especialmente las de Tayikistán, la República Kirguisa, Uzbekistán y Albania. Una gran parte de la población de Asia central (60 %) y los Balcanes occidentales (45 %) vive en zonas rurales, por lo que depende de los recursos naturales para sobrevivir y es especialmente vulnerable al cambio climático.

Se prevé que las partes de la región de Europa y Asia central que abarca este informe registrarán un calentamiento mayor que el promedio mundial. La región muestra un patrón claro, en el que las zonas sudorientales se están volviendo más secas, mientras que las noroccidentales, incluida la mayor parte de Asia central, se están volviendo más húmedas a medida que el mundo se encamina hacia un calentamiento de 4 °C. Los cambios previstos en la temperatura y las precipitaciones se traducen en mayores riesgos para el suministro de agua, lo que no solo pone en peligro la sostenibilidad de la productividad hidroeléctrica y agrícola, sino que también repercute negativamente en los servicios ecosistémicos, como el secuestro de carbono para la mayor parte de la región. En el recuadro 6 se presenta una selección de impactos subregionales.

**Los recursos hídricos de Asia central se incrementarán durante la primera mitad del siglo y disminuirán a partir de entonces, lo que acrecienta la dificultad de atender al mismo tiempo las demandas de agua para la producción agrícola y la generación de energía hidroeléctrica.**

Los sistemas de recursos hídricos de Asia central (en especial los glaciares y las capas de nieve) son sensibles al calentamiento previsto, lo que incide en la disponibilidad de agua para los sectores agrícola y de energía. Es cada vez más probable que, a medida que el calentamiento de la Tierra alcance 2 °C y 4 °C, Asia central se convierta en una zona altamente vulnerable al estrés por calor para la agricultura y los asentamientos humanos, especialmente debido a

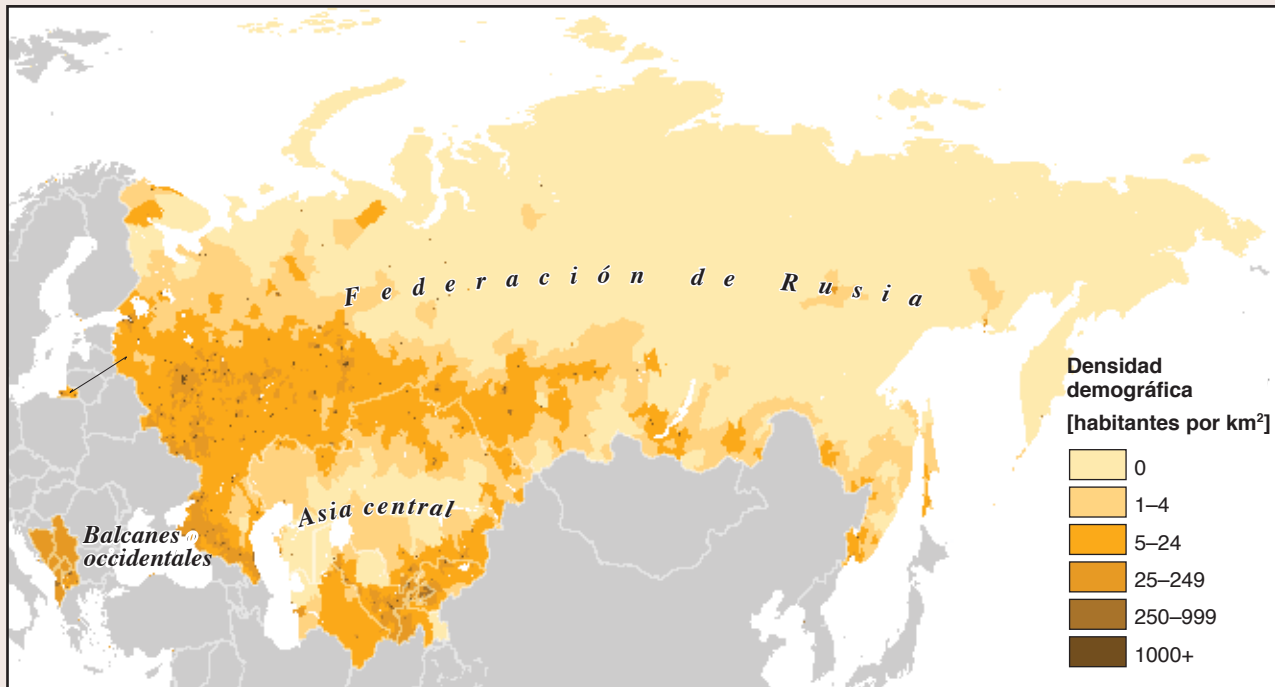
**Gráfico 4:** Media (de múltiples modelos) del porcentaje de los meses de verano boreal (JJA), con temperaturas sumamente inusuales (que no suelen registrarse más de una vez cada varios siglos) en un mundo 2 °C más cálido (izquierda) y en un mundo 4 °C más cálido (derecha), en el período 2071-99, en comparación con el período de referencia (1951-80).





## Recuadro 6. Riesgos climáticos seleccionados en la región de Europa y Asia central

En las próximas décadas, el aumento de las precipitaciones y el derretimiento de los glaciares incrementarán los riesgos de escasez de agua y de inundaciones en Asia central. A partir de mediados de siglo, y especialmente bajo condiciones que conduzcan a un aumento de temperatura de 4 °C, la inestabilidad en el suministro de agua constituirá un riesgo para la agricultura y las distintas demandas de generación de energía hidroeléctrica. Según las previsiones para un mundo 4 °C más cálido, en los Balcanes occidentales, el calor extremo, junto con la disminución de las precipitaciones y la disponibilidad de agua, generarán reducciones considerables en el rendimiento de las cosechas, efectos adversos en la salud humana y crecientes riesgos para la generación de energía eléctrica. No obstante, dichas condiciones ya estarían presentes en un mundo 2 °C más cálido. Los bosques de Rusia albergan enormes cantidades de carbono en su biomasa y sus suelos. Si bien su productividad podría aumentar, en términos generales, con temperaturas más elevadas, es probable que en la segunda mitad del siglo los bosques boreales se vean aún más afectados por la degradación paulatina y en gran escala, y la liberación de carbono producto de la interacción del estrés por calor, la proliferación de insectos y los incendios.



### Balcanes occidentales

Aumento de las sequías, los picos de calor inusuales y las inundaciones. Riesgos elevados para la agricultura, la salud humana y la generación de energía hidroeléctrica estable.

*Riesgos para la salud humana, los alimentos y la seguridad alimentaria.*

### Asia central

El aumento del derretimiento de los glaciares alterará el nivel de escorrentías fluviales. Riesgo de desborde de los lagos glaciares, inundaciones y escasez estacional de agua. Creciente competencia por los recursos hídricos, debido al aumento de la demanda de agua para la agricultura y para la generación de energía.

*Riesgos para los pobres debidos al aumento del precio de los alimentos, que afectará especialmente a las mujeres y los niños de las zonas urbanas. Riesgos para la salud humana, debido a la propagación de enfermedades, las olas de calor y las inundaciones.*

### Bosques boreales de la Federación de Rusia

Picos de calor inusuales y aumento de las precipitaciones anuales, lo que eleva el riesgo de incendios forestales y propagación de plagas, con la consiguiente mortalidad de los árboles y la disminución de la productividad forestal. Posible desplazamiento hacia el norte de la línea de árboles y cambios en la composición de las especies. Riesgos de derretimiento del permafrost y liberación de metano.

*Riesgos para la producción de madera y los servicios de los ecosistemas, incluida la captura de carbono. Riesgos de emisiones considerables de carbono y metano.*

Fuentes de datos: Mapa Population Count Grid del sistema Gridded Population of the World, Version 3 (GPWv3), preparado por el Centro para la Red Internacional de Información sobre las Ciencias de la Tierra (Universidad de Columbia), la FAO y el Centro Internacional de Agricultura Tropical (2005), Palisades, Nueva York: NASA Socioeconomic Data and Applications Center (SEDAC). Mapa preparado por la Unidad de Diseño Cartográfico del Banco Mundial. Las fronteras, los colores, las denominaciones y cualquier otra información que se incluya en este mapa no suponen juicio alguno por parte del Grupo Banco Mundial acerca de la situación jurídica de ningún territorio, ni el respaldo o la aceptación de esas fronteras.

que las temperaturas no se ven moderadas por los vientos oceánicos. Desde el inicio del siglo XX, los glaciares de Asia central han perdido un tercio de su volumen. Según las previsiones, en un mundo 2 °C más cálido, el volumen de los glaciares se reducirá alrededor del 50 % (y se perderá el 25 % de la capa de nieve en el hemisferio occidental), mientras que, en un mundo 4 °C más cálido, dicha reducción alcanzará el 80 %. Se reducirá la disponibilidad de agua al mismo tiempo que aumentará la demanda de agua para riego.

- **La escorrentía fluvial se incrementará en las próximas décadas debido a la aceleración del derretimiento de los glaciares, pero se espera que los caudales disminuyan para la segunda mitad del siglo.** Para fines del siglo XXI, se prevé una disminución pronunciada en el caudal del río Syr Darya y una disminución aún más pronunciada en el caso del Amu Darya, debido al derretimiento de los glaciares que los alimentan. Es importante destacar que también cambia la época en que aumenta el caudal. Por ejemplo, los datos disponibles sobre una cuenca de captación (río Panj) del Amu Darya revelan que, según los pronósticos, la época de mayor caudal coincidirá con la primavera, por lo que, en un mundo 3 °C más cálido, la descarga se reducirá un 25 % a mediados del verano boreal (julio-agosto). Como resultado, se dispondrá de menos agua para la agricultura durante la época de plantación de cultivos, y con el aumento de las temperaturas estivales crecerá la demanda de agua para las plantas.
- **Se prevé que la productividad de los cultivos se verá perjudicada por el aumento de las olas de calor y la variabilidad de la oferta y la demanda de agua, lo que supone importantes riesgos para los sistemas de riego agrícola.** Es probable que la agricultura de secano se vea afectada por la incertidumbre que muestran los patrones y los volúmenes de lluvia, incluso en lugares donde el riego es importante; este panorama, combinado con el aumento de las temperaturas máximas, puede generar riesgo de estrés por calor y pérdida de cosechas.
- **Es probable que las poblaciones rurales que dependen especialmente de la agricultura para obtener alimento se vuelvan cada vez más vulnerables** a la reducción de los rendimientos agrícolas y al deterioro de la calidad nutricional de los cereales que integran su dieta básica.
- **La inestabilidad en el suministro de agua probablemente acentúe la competencia entre las necesidades relacionadas con la generación de energía hidroeléctrica y la producción agrícola** en épocas de aumento de la demanda general, debido al crecimiento económico y demográfico de Asia central. Cabe esperar que el aumento previsto de las olas de calor sumamente inusuales y sin precedentes durante los meses de verano (véase el gráfico 4) genere, al mismo tiempo, una mayor demanda de energía. Dado que la eficiencia de las plantas de energía hidroeléctrica depende de la estabilidad inter- e intraanual de la escorrentía, se prevé, por ejemplo, que para 2050, con un calentamiento global de alrededor del 2 °C, el potencial de las plantas de energía hidroeléctrica instaladas en cuencas de captación pequeñas disminuirá un 13 % en Turkmenistán y un 19 % en la República Kirguisa, y aumentará casi un 7 % en Kazajistán. En general, la demanda de energía aumentará con el crecimiento demográfico y económico.

- En Tayikistán y la República Kirguisa, ubicados aguas arriba del Syr Darya y el Amu Darya, casi el 99 % y el 93 %, respectivamente, del consumo eléctrico total proviene de energía hidroeléctrica. Estos países situados aguas arriba deberán gestionar el impacto del cambio climático en la capacidad de generación de este tipo de energía, que constituye el eje de sus sistemas energéticos; por otra parte, los países ubicados aguas abajo (Kazajistán, Uzbekistán y Turkmenistán) se verán especialmente afectados por las demandas simultáneas de agua para la producción agrícola y la generación de energía.

### **En los Balcanes occidentales, los fenómenos climáticos extremos suponen riesgos importantes para los sistemas agrícolas, la energía y la salud humana.**

Los Balcanes occidentales están particularmente expuestos a los efectos de los fenómenos extremos, como el calor, las sequías y las inundaciones. Cuando la temperatura del planeta aumente 4 °C, las olas de calor pasarán a ser la norma en esta región. En un mundo 2 °C más cálido, se registrarán olas de calor inusualmente altas durante casi un tercio de los meses de verano, mientras que, en un mundo 4 °C más cálido, dichos fenómenos se producirán durante todos esos meses. En el primer escenario, se observarán olas de calor sin precedentes durante el 5 % y el 10 % de los meses de verano, proporción que aumentará a los dos tercios en el segundo escenario.

- **El riesgo de sequías es elevado. De acuerdo con las proyecciones, en un mundo 4 °C más cálido, el número de días de sequía aumentará entre un 20 % y un 30 %, y las precipitaciones disminuirán alrededor de un 40 %.** Las proyecciones para un mundo 2 °C más cálido son inciertas. Al mismo tiempo, se prevé un aumento del riesgo de inundaciones provocadas por el desborde de los ríos, sobre todo en primavera e invierno, causado por un derretimiento de la nieve más intenso en primavera y lluvias más abundantes en invierno (las proyecciones relativas a las precipitaciones son, sin embargo, particularmente inciertas).
- **La mayoría de las cosechas dependen del agua de lluvia y son muy vulnerables al cambio climático previsto.** Si bien no hay proyecciones que abarquen toda la región, y las proyecciones referidas a países individuales siguen siendo inciertas, se observan riesgos bien definidos. Por ejemplo, según las proyecciones para Macedonia, con un calentamiento global de alrededor de 2 °C, es posible que para 2050 se registren pérdidas de rendimiento de hasta un 50 % en el caso del maíz, el trigo, las verduras y la uva. Los rendimientos de las pasturas y los ecosistemas de pastizales para el pastoreo del ganado pueden verse afectados por sequías y altas temperaturas sostenidas, y disminuir en grandes zonas de los Balcanes occidentales. Los efectos de los fenómenos extremos en la producción agrícola no han sido incluidos en su mayor parte en las evaluaciones, pero las observaciones indican un alto grado de vulnerabilidad.
- **Los sistemas de generación de energía son muy vulnerables a los fenómenos extremos y a la variabilidad de las temperaturas del agua de río; los cambios en la estacionalidad de los caudales pueden repercutir aún más en la producción de energía hidroeléctrica.** La mayoría de los países de los Balcanes occidentales depende de las fuentes de energía hidroeléctrica para generar al menos un quinto de la electricidad. Las reducciones en

la producción de electricidad coincidirían con un aumento en la demanda de refrigeración, que, según las previsiones, aumentará un 49 % en un mundo 4 °C más cálido.

- **Los fenómenos climáticos extremos y la aparición de nuevos vectores de enfermedades entrañan graves riesgos para la salud humana.** Con el aumento de la incidencia y la intensidad de los fenómenos de calor extremo, la estacionalidad de la mortalidad relacionada con la temperatura podría pasar del invierno al verano en toda Europa continental. Albania y la ex República Yugoslava de Macedonia son especialmente vulnerables a las olas de calor. Según las proyecciones, durante el período 2050-2100, el número total neto de muertes relacionadas con la temperatura superará los niveles previstos para un mundo 2 °C más cálido. Es probable que aumenten los riesgos para la salud, dado que el cambio climático generará condiciones favorables para insectos que transmiten enfermedades, como la fiebre chikungunya y el dengue.

**Los impactos del calentamiento global previsto en los bosques boreales de Rusia y en el permafrost pueden acarrear graves consecuencias para la productividad y las reservas mundiales de carbono.**

Es probable que los ecosistemas boreales de la Federación de Rusia, que representan alrededor del 20 % de la cubierta forestal y las regiones de permafrost del mundo (capas de suelo congeladas ricas en carbono y metano), sean bastantes sensibles al calentamiento y a las olas de calor previstos. Las perturbaciones que afectan a los bosques o al permafrost podrían tener graves consecuencias para los servicios ecosistémicos y el balance mundial de carbono. Si bien un ligero aumento de las temperaturas promedio puede incrementar la productividad de los bosques, existe un riesgo de mayores alteraciones, como incendios y plagas, que conducirían a la muerte generalizada de los árboles.

Se prevén aumentos de temperatura superiores al promedio y un incremento general de las precipitaciones. En un mundo 2 °C más cálido, se registrarán olas de calor inusualmente altas durante el 5 % al 10 % de los meses de verano, lo que aumentará al 50 % de esos meses en un mundo 4 °C más cálido. Las precipitaciones se incrementarán entre un 10 % y un 30 % en un mundo 2 °C más cálido, y entre un 20 % y un 60 % en un mundo 4 °C más cálido. El permafrost de la región es sumamente vulnerable al calentamiento, y se prevé que, en un mundo 2 °C más cálido, se derretirá para 2050 entre el 10 % y el 15 % del permafrost de Rusia.

- **Se prevé que, en respuesta al calentamiento global, la línea de árboles se desplazará al norte,** con lo cual los bosques boreales se extenderán a la zona de la tundra del norte, los bosques templados, a la zona boreal actual, y las estepas (llanuras de pastizales), a los bosques templados. En un mundo 4 °C más cálido, la zona de bosques boreales euroasiáticos se reduciría alrededor del 19 % y la zona de bosques templados crecería más del 250 %. Si el calentamiento se limitara a aproximadamente 1,5 °C, los bosques boreales disminuirían alrededor del 2 % y la zona de bosques templados crecería 140 %. En consecuencia, toda la zona de bosques templados y boreales de Eurasia crecería, en términos netos, un 7 % en un mundo 4 °C más cálido, y un 12 % en un mundo 1,5 °C más cálido. Sin embargo, el aumento en el secuestro de carbono producto de la expansión de los bosques boreales en el norte probablemente se vea contrarrestado por pérdidas en el sur.

- **Es probable que en latitudes más bajas los bosques se retiren en detrimento de ecosistemas de estepa.** Si los efectos (en parte, inciertos) de la fertilización por CO<sub>2</sub> no logran mejorar la eficiencia en el uso del agua suficientemente, se agravará el riesgo de incendios, sobre todo en el sur de Siberia y en el centro de Yakutia, lo que podría generar un aumento de las emisiones de carbono. Según las proyecciones para esta zona, el período anual de grave peligro de incendios se extenderá, en promedio, 10 días en un mundo 3 °C más cálido y entre 20 y 30 días en un mundo 4 °C más cálido. Los efectos de las olas de calor, que favorecen los incendios forestales, y la creciente propagación de plagas y enfermedades, así como la interacción de dichos factores, pueden desembocar en una reducción de la productividad y contribuir a la mortalidad de los árboles.
- **Se prevé que, en un mundo 2 °C más cálido, las emisiones de metano se incrementarán entre un 20 % y un 30 % con el deshielo del permafrost.** Las perturbaciones que, según los pronósticos, afectarán a los ecosistemas forestales de Rusia revisten importancia mundial. Si sobrepasan los umbrales críticos y generan una retroalimentación positiva con el cambio climático regional y mundial, pueden liberarse a la atmósfera grandes reservas de carbono en los bosques boreales y metano en las zonas de permafrost, lo que traería importantes consecuencias para el balance mundial de carbono.

## Consecuencias para el desarrollo

**El cambio climático pone en riesgo la posibilidad de alcanzar las metas de desarrollo y reducción de la pobreza para las generaciones actuales y futuras.**

El cambio climático representa un riesgo importante y creciente para los avances en materia de desarrollo que podría menoscabar los esfuerzos mundiales destinados a eliminar la pobreza extrema e impulsar la prosperidad compartida. Si no se toman medidas preliminares enérgicas, el calentamiento global podría superar los 1,5 °C a 2 °C y los consiguientes impactos podrían empeorar significativamente los niveles de pobreza intra- e intergeneracional en numerosas regiones del mundo.

Las severas amenazas al desarrollo que se describen en este informe se están materializando en muchos sectores de las tres regiones. El análisis presentado revela que se están amplificando los riesgos derivados de los impactos multisectoriales, relacionados en particular con la seguridad alimentaria, debido a las importantes y las graves pérdidas de cosechas que se prevén si los niveles de calentamiento global superan los 2 °C.

A medida que el calentamiento se aproxime a los 4 °C, se puede esperar que se produzcan numerosos impactos de suma gravedad, que, a su vez, generarán nuevos impactos en cascada que sobrepasarán los umbrales críticos de los sistemas ambientales y humanos. Las condiciones climáticas, el calor y otros fenómenos climáticos extremos que hoy se considerarían sumamente inusuales o sin precedentes se convertirían en la nueva realidad climática, en un mundo con mayores riesgos e inestabilidad.

Debe hacerse todo lo posible para reducir las emisiones de gases de efecto invernadero que generan nuestras ciudades, el uso de la tierra y los sistemas de generación de energía actuales, y realizar una transición hacia un modelo limpio y con bajas emisiones de carbono. Se necesitan medidas urgentes en materia de cambio climático, que no deben de ir en detrimento del crecimiento económico.

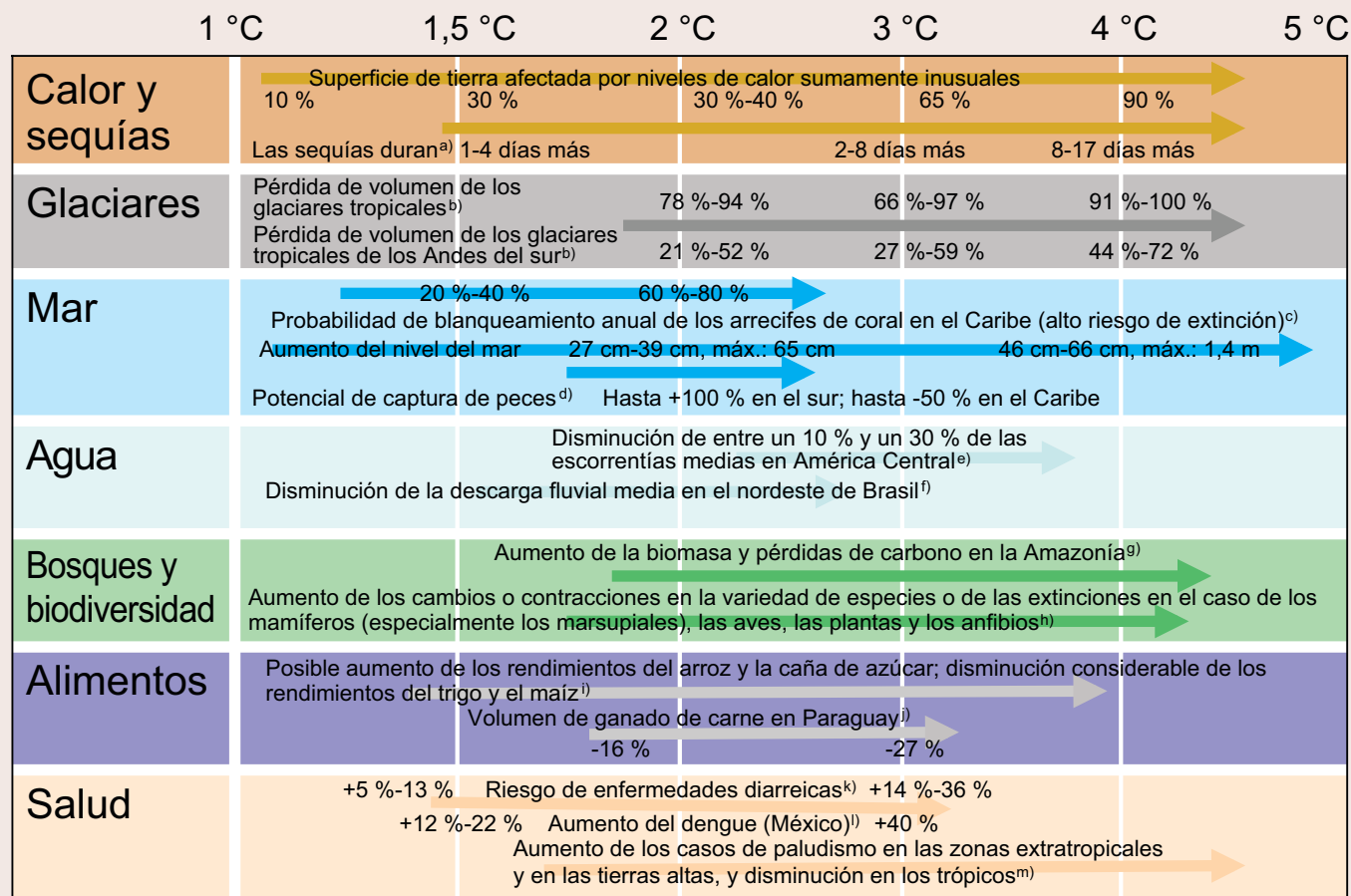
Asimismo, es preciso tomar medidas inmediatas para ayudar a los países a crear resiliencia y adaptarse a los impactos climáticos que se sienten hoy y a las consecuencias inevitables que tendrá el acelerado proceso de calentamiento global en las próximas décadas.

La tarea de promover el desarrollo humano, poner fin a la pobreza, aumentar la prosperidad global y reducir la desigualdad en el mundo constituirá un gran desafío aumenten un mundo 2 °C

más cálido, y se verá seriamente comprometida en un mundo 4 °C más cálido. Muchos de los peores impactos climáticos previstos que se mencionan en este informe podrían evitarse si se logra mantener el calentamiento por debajo de los 2 °C. Esto requerirá un cambio tecnológico, económico, institucional y de conducta considerable. Asimismo, hará falta, principalmente, liderazgo en cada nivel de la sociedad. El momento de actuar es ahora.

## Recuadro 7. Impactos previstos del cambio climático en sectores clave de la región de América Latina y el Caribe

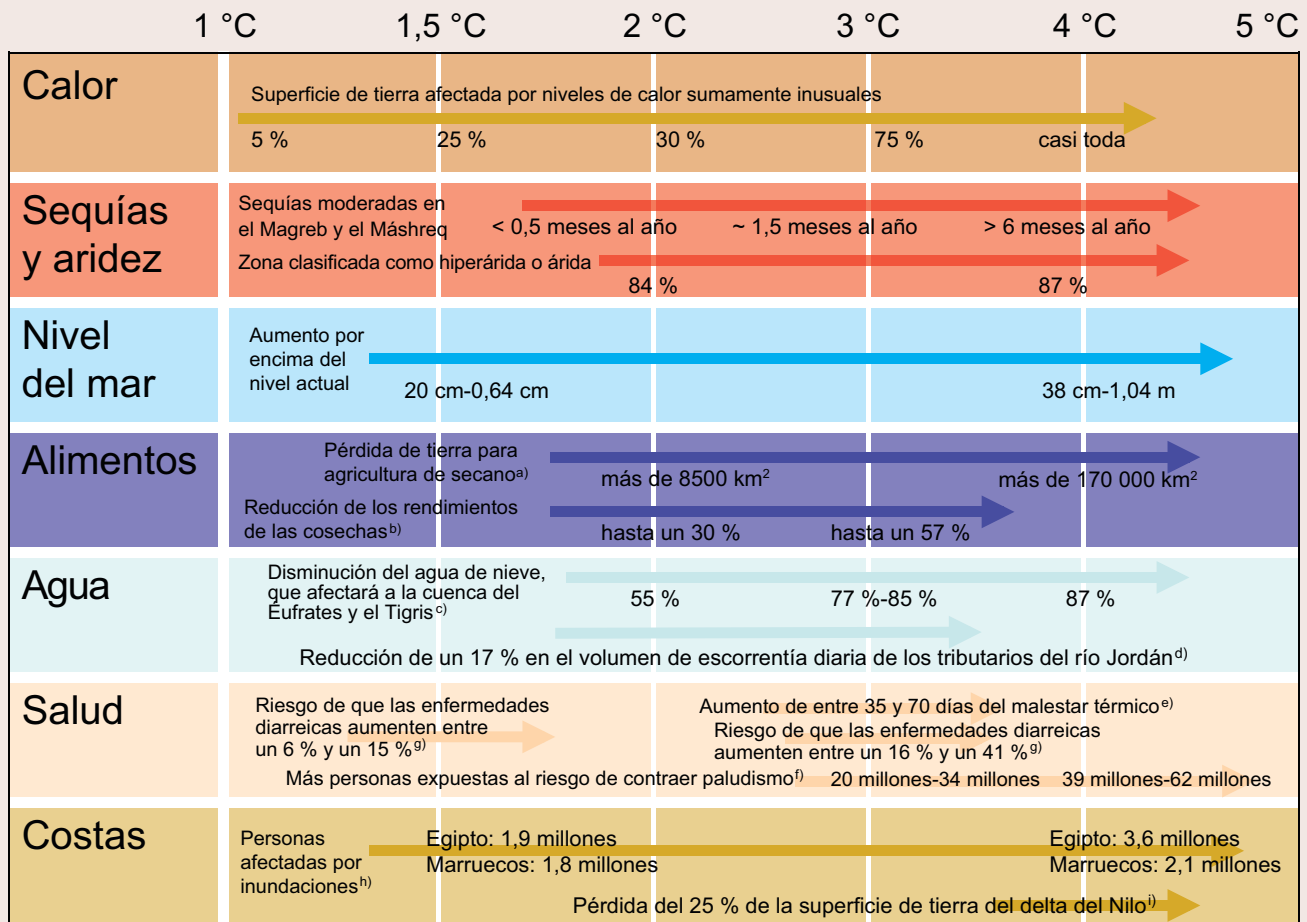
Los niveles de calentamiento se establecen tomando como parámetro las temperaturas de la era preindustrial. Los impactos que se muestran aquí constituyen un subconjunto de los que se resumen en el cuadro 3.15 del informe principal. Las flechas muestran únicamente la variedad de niveles de calentamiento evaluada en los estudios subyacentes, pero no implican ninguna graduación del riesgo, a menos que se indique explícitamente. Asimismo, no se incluyen los impactos observados ni los impactos que se producen en niveles de calentamiento más bajos o más altos no comprendidos en los estudios principales que se destacan aquí (por ejemplo, a pesar de que el calentamiento global aún no alcanzó 1,5 °C, ya se observan blanqueamientos de arrecifes de coral, pero en los estudios que se citan aquí se toma esa temperatura como punto de partida). No se evalúan medidas de adaptación, aun cuando puedan resultar imprescindibles para aliviar los impactos del cambio climático. La configuración del gráfico se adaptó de Parry (2010). Las letras minúsculas en superíndice remiten a las fuentes de las que se extrajeron los impactos<sup>10</sup>. Cuando no se utilizan estas letras, los resultados se basan en análisis adicionales realizados para este informe.



<sup>10</sup> a) Sillmann et al. (2013b); b) Marzeion et al. (2012), Giesen y Oerlemnas (2013), Radic et al. (2013); c) Meissner et al. (2012); d) Cheung et al. (2010); e) Hidalgo et al. (2013); f) Döll y Schmied (2012); g) varios estudios en los que no se considera la fertilización con CO<sub>2</sub>, véase el cuadro 3.1; h) varios estudios, véase el cuadro 3.1; i) varios estudios, véase el cuadro 3.1; j) ECLAC (2010); k) Kolstad y Johansson (2011); l) Colón González et al. (2013); m) Beguin et al. (2011); Caminade et al. (2014); Van Lieshout et al. (2004).

### Recuadro 8. Impactos previstos del cambio climático en sectores clave de la región de Oriente Medio y Norte de África

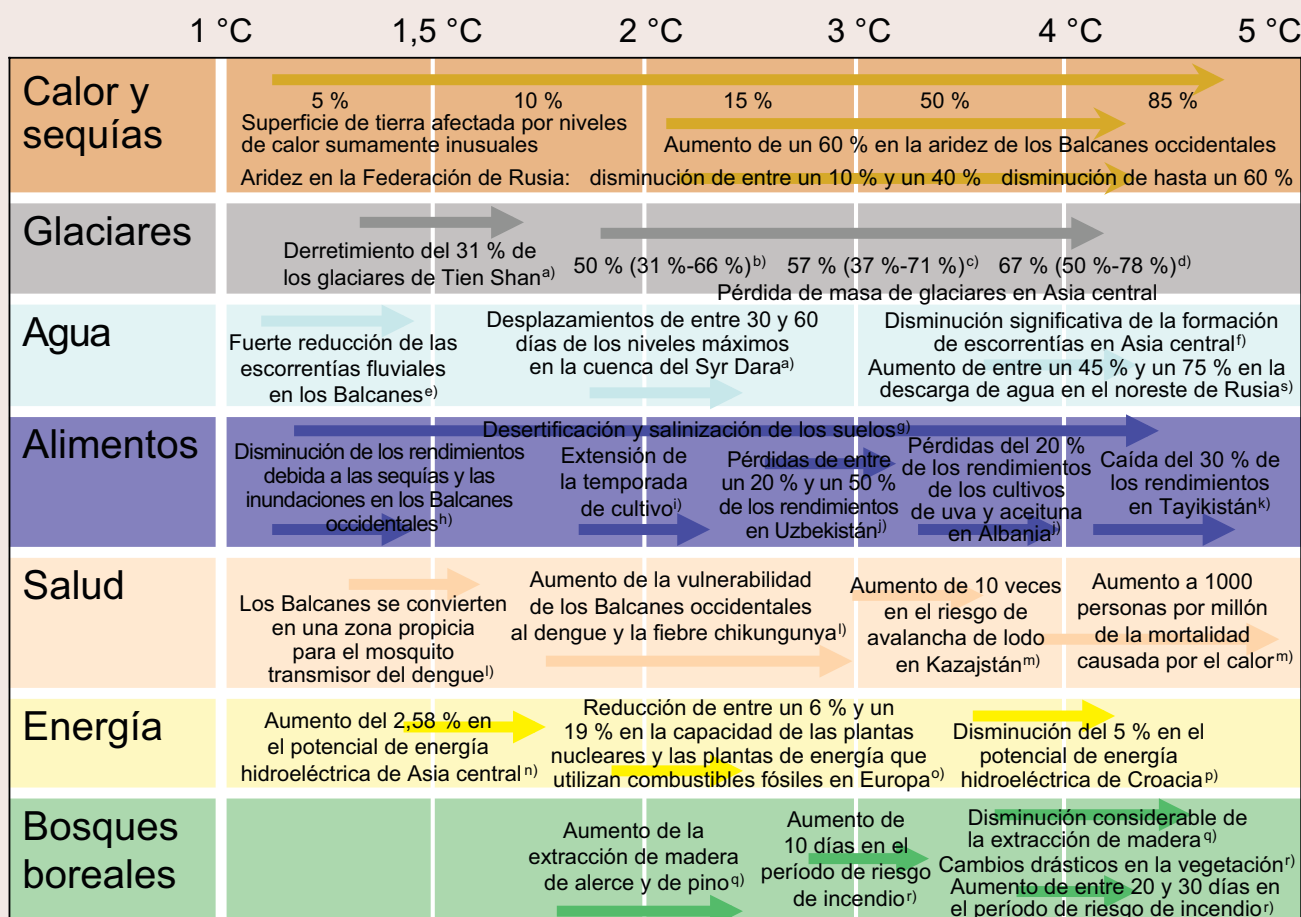
Los niveles de calentamiento se establecen tomando como parámetro las temperaturas de la era preindustrial. Los impactos que se muestran aquí constituyen un subconjunto de los que se resumen en el cuadro 4.10 del informe principal. Las flechas muestran únicamente la variedad de niveles de calentamiento evaluada en los estudios subyacentes, pero no implican ninguna graduación del riesgo, a menos que se indique explícitamente. Asimismo, no se incluyen los impactos observados ni los impactos que se producen en niveles de calentamiento más bajos o más altos no comprendidos en los estudios principales que se destacan aquí (por ejemplo, ya se observa un aumento de las sequías y la aridez, pero en el estudio respectivo no se evalúan los impactos del calentamiento inferior a 1,5 °C). No se evalúan medidas de adaptación, aun cuando puedan resultar imprescindibles para aliviar los impactos del cambio climático. La configuración del gráfico se adaptó de Parry (2010). Las letras minúsculas en superíndice remiten a las fuentes de las que se extrajeron los impactos<sup>11</sup>. Cuando no se utilizan estas letras, los resultados se basan en análisis adicionales realizados para este informe.



<sup>11</sup> a) Evans (2008); b) varios estudios, véase el cuadro 4.1; c) Bozkurt y Sen (2013); d) Samuels et al. (2010); e) Giannakopoulos et al. (2013); f) van Lieshout et al. (2004); g) Kolstad y Johansson (2011); h) Brown et al. (2011); i) Dasgupta et al. (2009).

## Recuadro 9. Impactos previstos del cambio climático en sectores clave de la región de Europa y Asia central

Los niveles de calentamiento se establecen tomando como parámetro las temperaturas de la era preindustrial. Los impactos que se muestran aquí constituyen un subconjunto de los que se resumen en el cuadro 5.7 del informe principal. Las flechas muestran únicamente la variedad de niveles de calentamiento evaluada en los estudios subyacentes, pero no implican ninguna graduación del riesgo, a menos que se indique explícitamente. Asimismo, no se incluyen los impactos observados o los impactos que se producen en niveles de calentamiento más bajos o más altos no comprendidos en los estudios principales que se destacan aquí (por ejemplo, aunque ya se observa un mayor derretimiento del glaciar Tien Shan, en el estudio respectivo no se evalúan los impactos observados). No se evalúan medidas de adaptación, aun cuando puedan resultar imprescindibles para aliviar los impactos del cambio climático. La configuración del gráfico se adaptó de Parry (2010). Las letras minúsculas en superíndice remiten a las fuentes de las que se extrajeron los impactos<sup>10</sup>. Cuando no se utilizan estas letras, los resultados se basan en análisis adicionales realizados para este informe.



<sup>10</sup> (a) Siegfried et al. (2012); (b) Bliss et al. (2014); (c) Giesen and Oerlemans (2013); (d) Radic et al (2013); (e) Dimkic and Despotovic (2012); (f) Hagg et al. (2013); (g) Thurmann (2011); World Bank (2013f); World Bank (2013d); World Bank (2013a); (h) Maslac (2012); UNDP (2014); (i) Sutton et al. (2013a); Sommer et al. (2013); (j) Sutton et al. (2013a); (k) World Bank (2013m); (l) Caminade et al. (2012); (m) BMU and WHO-Europe (2009); (n) Hamududu and Killingtveit (2012); (o) van Vilet et al. (2012); (p) Pasicko et al. (2012); (q) Lutz et al. (2013b); (r) Tchebakova et al. (2009); (s) Schewe et al. (2013).



## Abreviaturas

<b>°C</b>	grados Celsius	<b>PNUD</b>	Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo
<b>AR4</b>	cuarto informe de evaluación del Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático	<b>PPA</b>	paridad del poder adquisitivo (valor ponderado basado en el precio de la canasta de productos básicos, que suele expresarse en dólares de Estados Unidos)
<b>AR5</b>	quinto informe de evaluación del Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático	<b>RCP</b>	caminos de concentración representativa
<b>CAT</b>	Instrumento de Seguimiento de Acción relativa al Clima	<b>SRES</b>	Informe especial sobre hipótesis de emisiones del IPCC
<b>CMIP5</b>	quinta fase del Proyecto de Intercomparación del Modelo Acoplado	<b>SREX</b>	Informe especial sobre la gestión de los riesgos de fenómenos meteorológicos extremos y desastres para mejorar la adaptación al cambio climático
<b>CO<sub>2</sub></b>	dióxido de carbono	<b>US\$</b>	dólares de Estados Unidos
<b>DEF</b>	diciembre, enero y febrero (la estación de invierno en el hemisferio norte)		
<b>ENOS</b>	El Niño-Oscilación del Sur		
<b>GTI</b>	Grupo de Trabajo I (también: GTII, GTIII)		
<b>IA</b>	índice de aridez		
<b>IPCC</b>	Grupo Intergubernamental de Expertos sobre Cambios Climáticos		
<b>ISI-MIP</b>	Proyecto de Intercomparación del Modelo de Impacto Intersectorial		
<b>JJA</b>	junio, julio y agosto (la estación de verano en el hemisferio norte; también conocida como verano boreal)		
<b>MCG</b>	modelo de circulación general		
<b>OCDE</b>	Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económicos		
<b>OIE</b>	Organismo Internacional de Energía		
<b>OMS</b>	Organización Mundial de la Salud		
<b>PgC</b>	petagramo de carbono (1 PgC = 1000 millones de toneladas de carbono)		
<b>PIB</b>	producto interno bruto		





**Agua virtual:** Una medida de los recursos hídricos utilizados en los productos básicos agrícolas. El comercio de dichos productos implica, por lo tanto, la transferencia de recursos hídricos virtuales de un país a otro a través de los productos.

**AR4, AR5 del IPCC:** El Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático (IPCC) es el principal órgano de evaluaciones sobre el cambio climático mundial. Está integrado por cientos de destacados científicos de todo el mundo, y publica regularmente informes de evaluación que ofrecen un panorama general de la información científica, técnica y socioeconómica más reciente sobre el cambio climático y sus consecuencias. En 2007 se publicó el cuarto informe de evaluación del IPCC (AR4) y en 2013-14, el quinto informe de la serie (AR-5).

**Bioma:** Un bioma es una vasta superficie geográfica de grupos de plantas y animales bien diferenciados, que comprende un conjunto limitado de grandes hábitats, clasificados por tipos climáticos y predominantemente vegetativos. Son biomas, por ejemplo, los pastizales, los desiertos, los bosques de plantas de hojas perennes o caducas y la tundra. Cada bioma definido en términos amplios incluye muchos ecosistemas diferentes, que comparten la variedad limitada de condiciones climáticas y ambientales de ese bioma.

**CAT:** El Instrumento de Seguimiento de Acción relativa al Clima (CAT) es una evaluación científica independiente que permite seguir de cerca los compromisos que los diferentes países asumen en materia de emisiones y las medidas que adoptan al respecto. Las estimaciones de futuras emisiones deducidas de esa evaluación sirven para analizar las hipótesis de calentamiento a que daría lugar la actual política: i) *CAT con referencia a una situación sin cambios*: una hipótesis de referencia más baja basada en el supuesto de que no hubiera cambios, que incluye las políticas vigentes en materia de cambio climático, pero no reducciones de emisiones prometidas, y ii) compromisos de CAT vigentes: una

hipótesis que además incorpora reducciones que los países ya se han comprometido internacionalmente a efectuar.

**CMIP5:** La quinta fase del Proyecto de Intercomparación del Modelo Acoplado (CMIP5) reunió 20 grupos de modelos de circulación general (MCG) de última generación, que generaron un amplio conjunto de datos de proyecciones climáticas comparables. El proyecto proporcionó un marco de experimentos coordinados sobre cambio climático e incluye simulaciones para evaluación en el AR5 del IPCC.

**Elemento decisivo:** De acuerdo con Lenton et al. (2008), el término “elemento decisivo” describe los componentes de gran escala del sistema de la Tierra que pueden pasar un punto decisivo. Un punto decisivo “suele referirse a un umbral crítico en el que una mínima perturbación puede alterar cualitativamente el estado o desarrollo de un sistema” (Lenton et al., 2008). Es probable que las consecuencias de dichas variaciones para las sociedades y los ecosistemas sean significativas.

**Fertilización por CO<sub>2</sub>:** El efecto de la fertilización por CO<sub>2</sub> se refiere al efecto del aumento de los niveles de CO<sub>2</sub> atmosférico en el crecimiento de las plantas. Puede incrementar el ritmo de la fotosíntesis principalmente en plantas C3 e incrementar el uso eficiente del agua, aumentando así la productividad agrícola en términos de la masa o el número de granos. Ese efecto puede contrarrestar en cierta medida los impactos negativos del cambio climático en el rendimiento de las cosechas, aunque el contenido de proteína de los granos puede disminuir. Los efectos a largo plazo son inciertos, dado que dependen en gran medida de una potencial aclimatación fisiológica a largo plazo ante elevadas cantidades de CO<sub>2</sub>, así como de otros factores limitantes, tales como nutrientes del suelo, agua y luz. (Véase también el recuadro 2.4 sobre el efecto de la fertilización por CO<sub>2</sub> en la productividad de los cultivos).

**GTI, GTII, GTIII:** El Grupo de Trabajo I evalúa los aspectos científicos físicos del sistema climático y el cambio climático. El Grupo de Trabajo II evalúa la vulnerabilidad de los sistemas socioeconómicos y naturales al cambio climático, las consecuencias negativas y positivas de este fenómeno, y las opciones para adaptarse a él. El Grupo de Trabajo III evalúa las opciones para mitigar el cambio climático limitando o previniendo las emisiones de gases de efecto invernadero e intensificando las actividades que los eliminan de la atmósfera.

**Hiperaridez:** Se refiere a las zonas terrestres con muy bajo índice de aridez, que generalmente coinciden con los grandes desiertos. No existe un valor universalmente estandarizado de hiperaridez. En este informe se clasifican como valores de hiperaridez los comprendidos entre 0 y 0,05.

**Índice de aridez:** El índice de aridez es un indicador destinado a identificar regiones estructuralmente áridas, es decir, aquellas donde existe un déficit medio a largo plazo de precipitaciones. Se define como el total anual de precipitaciones dividido por la evapotranspiración potencial, siendo esta última una medida del volumen de agua que un tipo de cultivo representativo necesitaría para crecer en función de condiciones locales, tales como temperatura, radiación entrante y velocidad del viento, a lo largo de un año. Es una medida estandarizada de la demanda de agua.

**ISI-MIP:** El primer Proyecto de Intercomparación del Modelo de Impacto Intersectorial (ISI-MIP) es un programa de elaboración de modelos impulsado por la comunidad, que proporciona evaluaciones intersectoriales de impacto mundial sobre la base de las hipótesis climáticas y socioeconómicas recientemente elaboradas. En el proceso se incorporaron más de 30 modelos, correspondientes a cinco sectores (agricultura, recursos hídricos, biomas, salud e infraestructura).

**MCG:** Un modelo de circulación general (MCG) es el tipo más avanzado de modelo climático, que se utiliza para elaborar proyecciones de cambios climáticos provocados por crecientes concentraciones de gases de efecto invernadero, aerosoles y agentes externos (tales como variación de la actividad solar y erupciones volcánicas). Estos modelos contienen representaciones numéricas de procesos físicos que se producen en la atmósfera, los océanos, la criosfera y la superficie terrestre en una red tridimensional; la generación actual de este tipo de modelos tiene una resolución horizontal típica de entre 100 km y 300 km.

**Niveles preindustriales (qué significa el actual calentamiento de 0,8 °C):** Los niveles preindustriales se refieren a los niveles de calentamiento antes de la industrialización o al comienzo de esta. Los registros instrumentales de temperatura muestran que en 1986-2005 el promedio de 20 años de la media mundial de temperaturas del aire cerca de la superficie superó en alrededor de 0,6 °C el promedio del período 1851-79. No obstante, existen considerables variaciones de un año a otro e incertidumbre sobre

los datos. Además, el calentamiento medio del período de 20 años comprendido entre 1986 y 2005 no representa necesariamente el calentamiento actual. Al trazar una tendencia lineal del período 1901-2010 se obtiene como resultado un calentamiento de 0,8 °C desde la “industrialización temprana”. Se han reunido medias mundiales de temperaturas del aire cerca de la superficie en los registros instrumentales de temperatura del aire en la superficie, que datan de 1850, aproximadamente. El número de estaciones de medición en los primeros años es reducido y aumenta rápidamente con el tiempo. El proceso de industrialización estaba bien avanzado en 1850 y en 1900, lo que implica que utilizar 1851-79 como período básico o 1901 como punto de partida para el análisis de tendencias lineales podría llevar a subestimar el calentamiento actual y futuro. Sin embargo, las emisiones de gases de efecto invernadero a fines del siglo XXI eran todavía reducidas y las incertidumbres en las reconstrucciones de temperaturas antes de ese momento son considerablemente mayores.

**Panoramas de desarrollo:** Los panoramas de desarrollo se centran en el alcance de los impactos del cambio climático en el desarrollo regional. En la serie *Bajemos la temperatura* y, en particular, en este informe, se analizan los posibles impactos del cambio climático en grupos especialmente vulnerables a través de distintas historias, denominadas panoramas de desarrollo. Estas reseñas se elaboraron para cada región en estrecha colaboración con especialistas del Banco Mundial. Proporcionan un análisis integrado y, a menudo, intersectorial de los impactos del cambio climático y las consecuencias para el desarrollo a nivel subregional o regional. Asimismo, contribuyen al informe, dado que permiten elaborar sólidas historias de desarrollo a partir de evidencias científicas de los impactos físicos y biofísicos con el fin de describir los escenarios plausibles de riesgos y oportunidades, y mostrar la interacción entre la ciencia y las políticas.

**PIB (PPA):** Es el PIB dividido por el número de habitantes sobre una base de paridad del poder adquisitivo (PPA). Si bien las estimaciones de la PPA correspondientes a los países de la Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económicos (OCDE) son sumamente confiables, las correspondientes a los países en desarrollo suelen ser meras aproximaciones.

**PIB:** El producto bruto interno (PIB) es la suma del valor bruto agregado por todos los productores residentes de la economía y de los eventuales tributos sobre los productos, menos los eventuales subsidios no incluidos en el valor de los productos. Se calcula sin deducciones por depreciación de activos fabricados o deterioro y degradación de recursos naturales.

**Plantas C3/C4:** Esta denominación se refiere a dos tipos de caminos bioquímicos de la fotosíntesis. Las plantas C3 incluyen más del 85 % de las plantas (por ejemplo, la mayoría de los árboles, el trigo, el arroz, el ñame y la papa) y responden bien a las condiciones de humedad y a las cantidades adicionales de CO<sub>2</sub> en la atmósfera. Las plantas C4 (por ejemplo, los pastos de las sabanas, el maíz,

el sorgo, el mijo y la caña de azúcar) son más eficientes en el uso de agua y energía, y su desempeño supera el de las plantas C3 en condiciones cálidas y secas.

**RCP:** Los caminos de concentración representativa (RCP) se basan en hipótesis cuidadosamente seleccionadas para trabajar sobre preparación de modelos integrados de evaluación, modelos sobre el clima, y modelos y análisis de impactos. Esa labor refleja casi una década de nuevos datos económicos, información sobre tecnologías emergentes y observaciones de factores ambientales, tales como uso de la tierra y variación de la cobertura de la superficie terrestre. En lugar de comenzar con descripciones socioeconómicas detalladas para generar hipótesis de emisiones, los RCP constituyen conjuntos de proyecciones coherentes que se refieren exclusivamente a los componentes de forzamientos radiativos (la variación del equilibrio entre la radiación que ingresa en la atmósfera y la que la abandona, causada principalmente por la variación de la composición atmosférica), destinados a servir como aporte para la elaboración de modelos sobre el clima. Estas trayectorias de forzamientos radiativos no están asociadas a hipótesis únicas en materia socioeconómica o de emisiones, sino que pueden obedecer a diferentes combinaciones de futuros económicos, tecnológicos, demográficos, institucionales y de políticas. RCP2,6, RCP4,5, RCP6 y RCP8,5 se refieren, respectivamente, a un forzamiento radiativo de  $+2,6 \text{ W/m}^2$ ,  $+4,5 \text{ W/m}^2$ ,  $+6 \text{ W/m}^2$  y  $+8,5 \text{ W/m}^2$  en el año 2100 en relación con las condiciones preindustriales.

**RCP2,6:** Se refiere a una situación hipotética representativa de la bibliografía especializada sobre hipótesis de mitigación encaminadas a limitar el incremento de la temperatura media mundial a un nivel de  $2 \text{ }^\circ\text{C}$  por encima del período anterior a la era industrial. Esta senda de mitigación se utiliza en numerosos estudios que se están evaluando para el quinto informe de evaluación y es la hipótesis básica de emisiones bajas utilizada para los impactos evaluados en otras partes de este informe. Aquí se hace referencia a RCP2,6 como un calentamiento global de  $2 \text{ }^\circ\text{C}$  (con excepción del aumento del nivel del mar, en cuyo caso el subconjunto de modelo utilizado en realidad conduce a un calentamiento de  $1,5 \text{ }^\circ\text{C}$ ; véase el recuadro 2.1, “Definición de los niveles de calentamiento y el período base utilizados en este informe”).

**RCP8,5:** Se refiere a una situación hipotética en que no existe una política de referencia sobre el clima, con emisiones de gases de efecto invernadero relativamente altas, situación que se utiliza en numerosos estudios que se están evaluando para el AR5. Esta situación es también la hipótesis básica de altos niveles de emisiones para los impactos evaluados en otras partes del presente informe. Aquí,

RCP8,5 se refiere a la situación hipotética en que la temperatura de la Tierra es  $4 \text{ }^\circ\text{C}$  más alta que la del período preindustrial.

**Severo y extremo:** Estos términos se refieren a consecuencias (negativas) poco comunes. Suelen asociarse a términos calificadores adicionales, tales como “inusual” o “sin precedentes”, que poseen significados específicos cuantificados.

**SRES:** El Informe especial sobre hipótesis de emisiones (SRES), publicado por el IPCC en 2000, ha suministrado las proyecciones sobre el clima para el AR4. Las hipótesis no incluyen supuestos de mitigación. En el estudio realizado en el marco del SRES se consideran 40 hipótesis diferentes, cada una de las cuales gira en torno a distintos supuestos sobre las fuerzas que determinan las futuras emisiones de gases de efecto invernadero. Las hipótesis se agruparon en cuatro familias (A1FI, A2, B1 y B2), que corresponden a una amplia gama de hipótesis de emisiones altas y bajas.

**SREX:** En 2012, el IPCC publicó el Informe especial sobre la gestión de los riesgos de fenómenos meteorológicos extremos y desastres para mejorar la adaptación al cambio climático (SREX). En él se presenta una evaluación de los factores físicos y sociales que dan forma a la vulnerabilidad a desastres relacionados con el clima y se proporciona un panorama de las posibilidades de una eficaz gestión de riesgos de desastres.

**Sumamente inusual y sin precedentes:** En el presente informe, las olas de calor sumamente inusuales y sin precedentes se definen utilizando umbrales basados en la variabilidad histórica del clima local actual. El nivel absoluto del umbral depende de la variabilidad natural de un año a otro del período básico (1951-80), que se capta mediante la desviación estándar (sigma). Las olas de calor sumamente inusuales se definen como fenómenos de 3 sigma. En el caso de una distribución normal, los fenómenos de 3 sigma tienen un período de retorno de 740 años. La ola de calor registrada en Estados Unidos en 2012 y la que tuvo lugar en Rusia en 2010 se clasifican como fenómenos de 3 sigma y, por lo tanto, inusuales. Los extremos de calor sin precedentes se definen como fenómenos de 5 sigma y tienen un período de retorno de varios millones de años. Los datos de temperatura mensual no siguen necesariamente una distribución normal (por ejemplo, la distribución puede tener “colas largas”, que hagan más probables las olas de calor) y los períodos de retorno pueden ser diferentes de los que se espera en una distribución normal. No obstante, los fenómenos de 3 sigma son extremadamente improbables y, casi con total seguridad, los de 5 sigma nunca se han producido durante la existencia de ecosistemas y obras de infraestructura clave.



