

Equipo de Expertos en servicios climatológicos para la energía, por Margo Guda, de la Fundashon Antiyano Pa Energia

#### Términos de referencia

- (a) Informar sobre casos de estudio que demuestren los beneficios del uso de la información y las predicciones climáticas y los problemas relacionados con este uso en apoyo de operaciones de la energía, teniendo en cuenta en especial la relación con el usuario final.
- (b) Recomendar mejoras de los servicios climatológicos en apoyo al desarrollo y las operaciones de la energía, prestando especial atención a las necesidades de los países en vías de desarrollo para hacer uso de energías renovables.
- (c) Examinar y recomendar material afín de formación profesional, incluidos paquetes de aprendizaje a distancia.
- (d) Preparar un póster o un informe breve sobre las oportunidades para utilizar los datos y los servicios del clima para apoyar el desarrollo de energías renovables, difundido por la OMM en la Cumbre Mundial sobre Desarrollo Sostenible en agosto y septiembre de 2002.
- (e) Preparar un informe sobre el estado de las necesidades de datos climatológicos para apoyar el desarrollo de las energías solar y eólica, sobre la idoneidad de los instrumentos especificados por la OMM y de las prácticas de observación para pro-

porcionarlos, y sobre las oportunidades de utilizar modelos, métodos de interpolación de datos y observaciones de satélite para salvar los problemas en el suministro de información específica del lugar.

- (f) Examinar e informar de las necesidades de datos climatológicos y meteorológicos de las compañías que se ocupan de los derivados meteorológicos y de las implicaciones para los Servicios Meteorológicos e Hidrológicos Nacionales (SMHN).
- (g) Remitir informes de acuerdo con los calendarios establecidos por el GAAP-C y/o el Grupo de Gestión.

#### Referencias

- BRANKOVIC, C. y T.N. PALMER, 2000: Seasonal skill and predictability of ECWMF PROVOST ensembles. *Quarterly Journal of the Royal Meteorological Society*, 126, 2035-2067.
- GRAHAM, R.J., A.D.L. EVANS, K.R. MYLNE, M.S.J. HARRISON y K.B. ROBERTSON, 2000: An assessment of seasonal predictability using atmospheric general circulation models. *Quarterly Journal of the Royal Meteorological Society*, 126, 2211-2240.
- HARRISON, M.S.J., R. BASHER, C. CLARK, M. DILLEY y E. POOLMAN (Editores), 2000: *Coping with the Climate: A Way Forward*, publicado por el IRI, con el patrocinio de OMM, NOAA/OGP, Banco Mundial y Servicio Meteorológico Nacional de Sudáfrica, en dos volúmenes: *Summary and Proposals for Action*, 27 pp.; *Preparatory Report and Full Workshop Report*, 168 pp.
- HARRISON, M.S.J., 2003: The Development of Seasonal and Inter-Annual Climate Forecasting, *Climate Change* (en imprenta).

265

## *El clima de la Tierra desde una perspectiva histórica: un clima en cambio continuo*

Por J. LAWRIKORE\*

Hubo un tiempo en que se pensaba que el clima de la Tierra era relativamente constante, pero ahora se sabe que varía en escalas temporales que van desde las décadas a los milenios. Sólo durante el siglo pasado las variaciones en el clima afectaron a las sociedades de todo el mundo, ocasionando con frecuencia miserias y sufrimiento humano. El período de sequía y polvo en suspensión conocido como Dust Bowl de la década de 1930 en los EE.UU. es famoso por sus devastadoras pérdidas de cosechas y la migración forzosa de miles de personas desde los estados de las Llanuras. El cambio climático que originó condiciones de crecimiento pobre en la antigua URSS después de la mitad del siglo

XX dieron como resultado la necesidad de importantes aumentos en las importaciones de cereales. La sequía en el Sahel africano duró tres décadas a finales del siglo XX, lo que supuso una carga para los recursos hídricos disponibles y para la producción de las cosechas. Las fluctuaciones del clima a corto plazo debidas a fenómenos como El Niño/Oscilación Austral también pueden afectar a las sociedades de forma dramática. Los episodios de El Niño pueden ocasionar inundaciones severas a lo largo de la costa suroccidental de los EE.UU., al igual que en partes de Perú y de Ecuador, a la vez que también contribuyen a la sequía de países como Australia, India e Indonesia.

\* Jefe de la División de Vigilancia Climatológica del Centro Nacional de Datos Climatológicos de Asheville, NC, EE.UU.

Aunque a menudo los efectos de estas fluctuaciones climatológicas del siglo XX han sido dramáticos, se sabe que el clima de la Tierra ha experimentado extremos climatológicos mucho mayores en el pasado lejano. Sólo durante los 400 000 últimos años, el clima osciló entre épocas de glaciación y períodos interglaciares cada 100 000 años, aproximadamente. Durante cada época glaciaria la temperatura de la Tierra era aproximadamente entre 10 y 15°C más fría que durante los períodos intermedios, y los glaciares avanzaban hacia el sur en lo que hoy son las regiones agrícolas más productivas de la Tierra. Se cree que los ciclos en la órbita de la Tierra son en gran parte responsables de los cambios de los períodos glaciares a los interglaciares y viceversa. También hay evidencia de cambios climatológicos abruptos causados por erupciones volcánicas, algunas de las cuales emitieron suficiente material volcánico como para crear épocas glaciares instantáneas.

Comprender las condiciones climatológicas que existieron antes de los registros instrumentales generalizados (de mediados a finales del siglo XIX) requiere una medida cuidadosa de registros indirectos de fuentes como núcleos de hielo, anillos de árboles, sedimentos de lagos y océanos y corales. La última época glaciaria terminó aproximadamente hace 12 000 años, y los datos paleoclimáticos disponibles indican un aumento promedio de la temperatura de 2,0°C por milenio entre 20 000 y 10 000 años antes de la actualidad en Groenlandia. Los datos muestran también un aumento de 2,0°C y 1,5°C por milenio en Nueva Zelanda y Sudáfrica, respectivamente, entre 15 000 y 13 000 años antes de la actualidad.

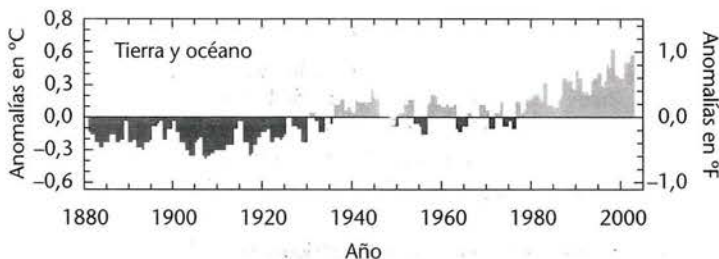
Aunque estos cambios climáticos fueron debidos a fuerzas que se dieron de forma natural, existen pruebas de que el clima del pasado reciente es resultado tanto de forzamientos naturales como antropogénicos. También hay pruebas de que el ritmo de cambio observado durante los 100 últimos años es, en algunos casos, mayor que el ritmo de cambio que se dio a finales de la última época glaciaria. La disponibilidad de datos de observaciones de buena calidad que empiecen a mediados o finales del siglo XIX, combinada con las medidas de satélites, que empezaron ya a finales de la

década de 1960, ofrece un amplio conocimiento de la variabilidad, las tendencias y los extremos del clima a lo largo de los 100 a 150 últimos años.

Las temperaturas subieron en todas las regiones del mundo durante el siglo XX, y la temperatura media mundial aumentó a un ritmo de aproximadamente 0,6°C por siglo desde 1900. El aumento de temperatura de los 25 últimos años ha sido el mayor, cuando el ritmo aumentó hasta aproximadamente tres veces la tendencia a escala secular. Algunos de los cambios más grandes se produjeron en las zonas terrestres de latitudes altas del hemisferio norte, donde, desde 1976, las temperaturas de invierno aumentaron a ritmos superiores a los 0,8°C por década en grandes partes de las latitudes altas de América del Norte, Europa y Asia. Aunque el aumento de la temperatura no fue tan grande en los océanos y en muchas otras zonas terrestres tropicales y de latitudes medias, las temperaturas aumentaron en la gran mayoría del mundo. La combinación de la tendencia de calentamiento a largo plazo con la presencia de El Niño ocasionó que 1998 fuera el año más cálido del que se tienen registros del mundo y que 2002 se aproximara a este récord de calor. También es probable que en el hemisferio norte la década de 1990 fuera la más cálida del milenio.

También hubo aumentos generalizados de la precipitación durante los 100 últimos años. El promedio mundial aumentó entre un 1 y un 2 por ciento desde 1900, con algunos de los incrementos mayores en las latitudes medias y altas del hemisferio norte. El aumento a escala secular fue superior al 10 por ciento en zonas terrestres entre los 55°N y los 85°N y mayor al 5 por ciento en la banda de latitud comprendida entre los 30°N y los 55°N. Se produjeron aumentos cercanos al 2 por ciento en los trópicos ecuatoriales (10°N-10°S) y en la región limitada entre los 10°S y los 30°S. A la inversa, la precipitación disminuyó en los trópicos del hemisferio norte durante el siglo XX, en parte debido al largo período seco de tres décadas en el Sahel africano, y en las latitudes medias del hemisferio sur (30°S-55°S). Las medidas in situ ofrecen pruebas de aumentos generalizados en los episodios de precipitación intensa y extrema en regiones como las de latitudes medias y altas,

donde se incrementó la precipitación total. Aunque durante el siglo XX se produjeron ejemplos de sequías severas generalizadas y persistentes en zonas como el Sahel africano, América del Norte y la URSS, la combinación de datos instrumentales y paleoclimáticos ofrecen pocas pruebas de tendencias mundiales importantes hacia una sequía más severa o generalizada.

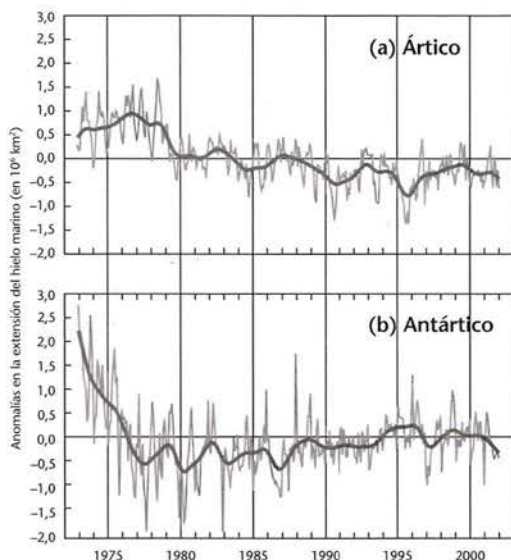


Anomalías de la temperatura media superficial mundial, de enero a diciembre (Centro Nacional de Datos Climatológicos/NESDIS/NOAA)

También se han observado cambios en los extremos, como la frecuencia de las olas de calor y el número de días muy fríos. En los EE.UU., la duración de la temporada sin heladas aumentó a un ritmo de dos días por década desde mediados del siglo XX, y se produjo un cambio hacia fechas más tempranas de la última helada de primavera, a un ritmo de 1,3 días por década. Durante el siglo XX, el número de días con temperaturas bajo cero disminuyó hasta en 50 en zonas del norte y el centro de Europa y en las últimas décadas también se han observado reducciones en el número de días de helada en países como Australia y Nueva Zelanda.

Otros indicadores del cambio climático incluyen el retroceso de los glaciares, el aumento de nivel de los océanos, la reducción del espesor del hielo marino y de la capa de nieve, la fusión del permafrost y el adelanto de las fechas de fusión del hielo de lagos y ríos. Aunque otros factores como la precipitación y la nubosidad afectan a la retirada de los glaciares, se considera generalmente que el factor más importante es la temperatura del aire. Las medidas de la longitud de los glaciares en zonas terrestres de latitudes altas, y también en latitudes medias y tropicales, muestran un retroceso de los glaciares de montaña que, en muchos casos, empezaron a mediados del siglo XIX. Registros de hielo en lagos y ríos del hemisferio norte de ciento cincuenta años muestran que las fechas de ruptura del hielo se producen a finales del siglo XX aproximadamente nueve días antes que a mediados del siglo XIX. Estas medidas indican también que la helada de otoño se produce, de media, aproximadamente 10 días más tarde. Las medidas de la superficie y de la temperatura del permafrost se pueden utilizar también para comprender mejor la variabilidad y el cambio del clima. En China se ha observado una disminución de la extensión superficial y una retirada del permafrost de montaña, mientras que en América del Norte la frontera meridional de la zona de permafrost discontinuo se ha desplazado hacia el norte.

Desde 1973, las medidas de extensión de hielo marino se han realizado desde satélites con sensores pasivos de microondas. Los datos de hielo marino ártico muestran una tendencia decreciente de aproximadamente un 2,8 por ciento por década, con el decrecimiento más marcado en la estación de verano. Los datos de métodos que retrotraen el registro de extensión de hielo marino del hemisferio norte hasta 1900 indican que las disminuciones de los últimos 25 ó 30 años son los mayores del siglo XX, pero las reducciones en la extensión del hielo marino, en particular durante la estación de verano, empezaron a mediados del siglo XX. Ha habido una disminución mucho menor en la Antártida durante el período de medidas por satélite. Después de una disminución rápida de la extensión de hielo marino desde 1973 hasta finales de la década de



Anomalías mensuales (en millones de  $\text{km}^2$ ) de la extensión del hielo marino en el Ártico y el Antártico para el período comprendido entre 1973 y 2001, obtenido de datos de sonda pasiva de microondas de satélite. (Fuente: conjunto de datos HadISST1, Centro de Hadley, Servicio Meteorológico del Reino Unido)

1970, la extensión de hielo marino aumentó ligeramente a lo largo de finales de la década de 1990.

La extensión de la capa de nieve disminuyó aproximadamente un 10 por ciento en el hemisferio norte desde 1966 (el período de medidas de satélite), con las reducciones más importantes en las estaciones de primavera y verano. Las reconstrucciones de datos de capa de nieve que remontan el registro hasta principios del siglo XX indican que las extensiones de cubierta de nieve de primavera y verano en el hemisferio norte durante la década de 1990 se encontraban en los valores más bajos del siglo. Otros indicadores relacionados con la nieve incluyen una disminución del espesor de la nieve en Canadá y la Rusia europea, y un aumento en otras zonas de Rusia durante las últimas décadas del siglo XX.

La abundancia de pruebas que ofrecen los registros de observaciones, paleoclimáticos y de satélite dejan poca duda de que el clima del siglo pasado sufrió un cambio rápido y, en algunos casos, sin precedentes. La combinación de la variabilidad natural y la influencia antropogénica de los gases de efecto invernadero produjo un clima que era, de muchas formas, bastante diferente a comienzos del siglo XXI de lo que había sido a comienzos del siglo XX. No está claro si las tendencias del pasado conducirán a cambios todavía mayores a lo largo del siglo XXI, pero la historia de las observaciones dice que podemos esperar que el clima de la Tierra esté cambiando continuamente.

Fuente: Centro Nacional de Datos Climatológicos y Tercer Informe de Evaluación del Grupo Intergubernamental sobre el Cambio Climático.