

La modelización del riesgo meteorológico



Por Peter Dailey, Director de Atmospheric Science, y S. Ming Lee, Vicepresidente Principal de AIR Worldwide Corporation

Desde mediados de la década de los ochenta existen herramientas sofisticadas diseñadas para estimar las potenciales pérdidas económicas de los episodios extremos. Desarrolladas inicialmente para la industria de los seguros, los denominados "modelos de catástrofes" intentan responder preguntas como: "¿Qué pérdida anual se puede esperar a causa de los tifones?" o "¿Con qué frecuencia debería esperarse que ocurra un terremoto de magnitud 7,0?" Armados con los resultados de los modelos, que se suelen expresar en términos de la probabilidad de que se superen determinados niveles de pérdida, los aseguradores pueden prepararse para el efecto financiero de los episodios extremos cuando estos se producen.

Desde que se introdujeron los primeros modelos de catástrofes, hace unos 20 años, ha aumentado la categoría de sus usuarios, para incluir a los mercados financieros, la comunidad de riesgo corporativo y, cada vez más, partes gubernamentales interesadas, incluidos funcionarios responsables de la gestión del riesgo de desastres y de las emergencias así como autoridades de la salud pública. Además de generar cálculos de daños y pérdidas en propiedades, la modelización de catástrofes se utiliza para estimar el número y la gravedad de heridos, y los costes económicos de la limpieza y la eliminación de escombros. Se utiliza para realizar análisis de rentabilidad de distintas estrategias de mitigación y para explorar la eficacia de mecanismos de financiación que generen fondos necesarios tras una emergencia. Se usa para apoyar las decisiones de planificación de suministros médicos y de recursos humanos, y las decisiones relativas al número de refugios y camas de hospital que hay que facilitar. Por último, la modelización aumenta la capacidad en los ámbitos nacional, provincial y local tanto para gestionar como para mitigar el riesgo asociado a los desastres.

Este artículo explora dos aplicaciones avanzadas de modelización de catástrofes: los ciclones extratropicales y el rendimiento de cultivos. Los modelos de catástrofes se utilizan actualmente para mitigar el riesgo y las pérdidas asociadas a estos riesgos meteorológicos y ninguno habría sido posible sin el trabajo de la OMM para garantizar la calidad y la consistencia de los datos hidrometeorológicos utilizados para desarrollar y validar los modelos.

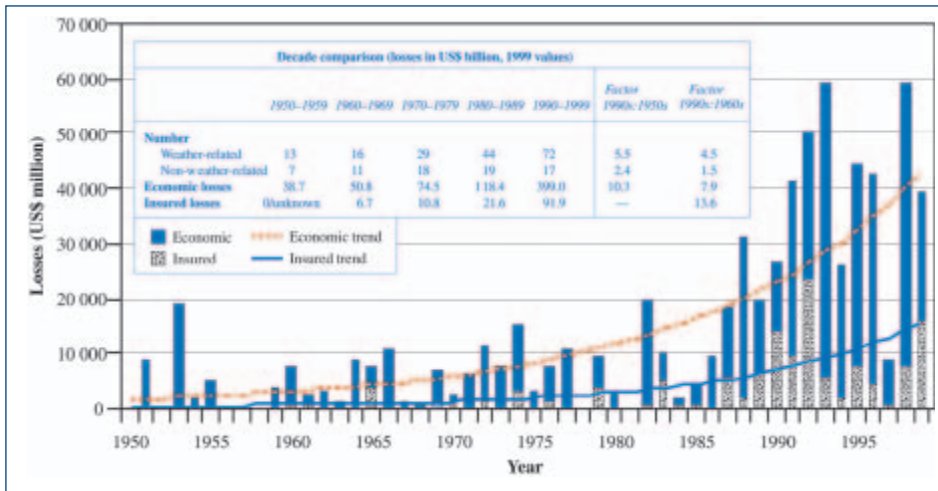
La modelización de ciclones extratropicales

Los modelos de catástrofes están diseñados para simular peligros medioam-

bientales. Tradicionalmente, se les ha llamado "modelos parametrizados"; en los que cada uno de los rasgos básicos del peligro se caracterizaba por una distribución estadística. En el caso de ciclones tropicales (también llamados tifones o huracanes), por ejemplo, los investigadores ajustan distribuciones de probabilidad a datos históricos en variables clave como la frecuencia anual, la presión mínima en el centro de la depresión, el radio de los vientos máximos, la velocidad de avance, etc. Estudiando cada una de estas distribuciones, se realiza un gran catálogo de actividad potencial de los ciclones tropicales, que después se superpone a una base de datos de valores de propiedades para generar estimaciones de daños y pérdidas.

Los ciclones tropicales se forman y pasan la mayor parte de su ciclo vital en latitudes tropicales, las cuales se caracterizan por presentar grandes zonas de presión relativamente uniforme. Las estructuras atmosféricas alejadas del sistema tormentoso suelen ser demasiado débiles o estar demasiado alejadas para ejercer

La gestión del riesgo de desastres trata los riesgos de peligro como una parte integral del desarrollo. Se basa en una evaluación continua de las vulnerabilidades y los riesgos e implica a muchos actores y partes interesadas, tales como gobiernos, expertos técnicos y comunidades locales. (Fuente: EIRD de NU, 2004)



Tendencias de las pérdidas por desastres (IPCC 2001, informe del GT 2)

alguna influencia. Como resultado de ello, los ciclones tropicales tienden a estar bien organizados, a ser sistemas autosuficientes que se prestan a la parametrización estadística.

Los ciclones extratropicales, llamados también ciclones de latitudes medias, son mucho más complejos que sus homólogos tropicales. Sin embargo, las condiciones atmosféricas de los ciclones extratropicales se caracterizan por la interacción de múltiples cuñas de alta presión, vaguadas de baja presión, frentes y una fuerte corriente en chorro. La complejidad de estos sistemas exige el uso de técnicas de modelización más sofisticadas. La respuesta es la predicción numérica del tiempo (PNT) que emplean en la actualidad todas las agencias meteorológicas avanzadas del mundo. Los modelos de PNT utilizan datos medioambientales globales, tales como las temperaturas de la superficie del mar, la velocidad del viento y la presión, junto con ecuaciones diferenciales en derivadas parciales basadas en leyes físicas conocidas, para modelizar la evolución de los esquemas de circulación en un espacio tridimensional a lo largo del tiempo. De hecho, la PNT es la única tecnología adecuada para modelizar sistemas meteorológi-

cos tan complejos como los ciclones extratropicales.

Para generar el catálogo que represente todo el espectro de la experiencia de un potencial futuro temporal, se perturban las condiciones atmosféricas iniciales de un conjunto de temporales “gérmenes” históricos reales en cantidades muy pequeñas pero de igual probabilidad y, después, se ejecuta un modelo de PNT. Sabemos —mediante lo que se conoce popularmente como efecto mariposa— que cambios relativamente pequeños en las condiciones atmosféricas de un punto pueden propagarse a través de la atmósfera para ocasionar resultados mensurables e incluso graves en cualquier otro punto. De esta forma, haciendo pequeños cambios en las condiciones iniciales de los temporales históricos —en la temperatura o en el punto de rocío, por ejemplo— se genera un gran conjunto de temporales realistas que refleja la verdadera probabilidad de varias combinaciones de condiciones atmosféricas y de características de aquellos. Como en el caso de los modelos de ciclones tropicales, los parámetros de intensidad de estos temporales simulados se superponen a la información de propiedades —por medio de relacio-

nes matemáticas llamadas funciones de daño— para obtener estimaciones de pérdidas. El desarrollo de las funciones de daño necesita de unos amplios conocimientos técnicos de ingeniería y debería tener en cuenta las prácticas locales de construcción, los materiales de construcción y las normas de edificación.

La importancia de datos de gran calidad

Para que los modelos, tanto estadísticos como de PNT, tengan éxito ha sido crítica la disponibilidad de datos meteorológicos fiables y de gran calidad. Mientras que en algunas partes del mundo existen archivos centenarios de observaciones de velocidad del viento, estos datos suelen ser escasos e inconsistentes tanto a través de las fronteras nacionales como a lo largo del tiempo, así como de calidad desigual. En Europa, por ejemplo, en donde los ciclones extratropicales han ocasionado pérdidas económicas que rivalizan con las de los tifones en otras partes del mundo, la recogida de datos fue esporádica hasta la década de 1940. Incluso si un temporal era lo bastante fuerte como para ser titular de las noticias, los datos atmosféricos se solían recoger sólo en los centros de poblaciones afectados y en los circundantes. Además, los datos muy antiguos no reflejan las condiciones

El grado de vulnerabilidad ante un riesgo natural es función de la magnitud de la exposición física y de las condiciones medioambientales y socioeconómicas dominantes.



atmosféricas actuales del régimen climático en cambio.

La Organización Meteorológica Internacional (OMI) se fundó en 1873 y fue la precursora de la OMM, que se creó en 1950. En 1951 la OMM se convirtió en la agencia especializada de las Naciones Unidas para la meteorología (el tiempo y el clima), la hidrología operativa y las ciencias geofísicas afines. La OMM coordina la actividad científica mundial y fomenta la recogida y la difusión puntual y precisa de los datos y productos meteorológicos y geofísicos relacionados. Con un número actual de miembros de 187 naciones, la OMM es el portavoz científico autorizado sobre el estado y el comportamiento de la atmósfera, el clima y el agua de la Tierra.

En la actualidad, miles de estaciones METAR (Informe Meteorológico de Aeródromo) altamente instrumentalizadas en todo el mundo informan horariamente de datos meteorológicos en un formato determinado por la OMM para garantizar la consistencia. Pero un registro más largo de datos tiene un valor indudable para el desarrollo de modelos de catástrofes. Para aumentar los datos detallados recogidos en los últimos años, se está realizando en la actualidad el esfuerzo de rescatar

Por lo tanto, el objetivo debería ser crear un marco amplio de gestión de riesgos que reconozca las vulnerabilidades actuales y futuras, además de los efectos compuestos de múltiples desastres dentro de una región dada.



La carga y las vidas humanas están en peligro por una situación de tiempo adverso. El medio ambiente de las zonas costeras está igualmente en peligro cuando los petroleros son víctimas de temporales en la mar.

los datos históricos, más antiguos, recogidos bajo circunstancias menos ideales. En 1995, el Centro Nacional de Predicción del Medio Ambiente (NCEP) y el Centro Nacional de Investigación de la Atmósfera (CNIA), en cooperación con la OMM, unieron sus fuerzas para iniciar el Proyecto Mundial de Reanálisis. El objetivo del proyecto, todavía en marcha, es volver a examinar y reanalizar los datos históricos disponibles para garantizar la consistencia entre las observaciones y para salvar las lagunas espaciales y temporales de datos.

La consistencia, integridad y extensión son cualidades importantes de un conjunto de datos utilizado para el desarrollo de modelos, e igualmente importante para la validación de los mismos. Mediante un esfuerzo considerable, utilizando métodos científicos avanzados, el Proyecto Mundial de

Reanálisis ha creado un conjunto de datos significativamente más extenso, detallado y consistente que el disponible con anterioridad. Además, el conjunto de datos refleja las condiciones atmosféricas del régimen actual del clima: cada vez más importante a la luz de la creciente evidencia de que el cambio climático puede estar ocasionando aumentos en la frecuencia, la persistencia y la intensidad de episodios de tiempo adverso.

Hoy, los meteorólogos y los investigadores de todo el mundo dependen, para muchos fines, de datos meteorológicos de calidad controlada: desde la predicción diaria del tiempo a la modelización del cambio climático mundial. Debido a las rigurosas normas internacionales establecidas por la OMM para la medida y la recogida de datos meteorológicos, los datos de reanálisis también resultan ideales para la modelización de sistemas grandes y complejos de tiempo adverso que plan-





Los episodios meteorológicos extremos, tales como temporales violentos, ocasionan grandes pérdidas económicas y daños medioambientales.

tearán riesgos importantes a la vida y a las propiedades.

Modelización de los rendimientos de los cultivos

El tiempo es, con mucho, la variable más importante entre las que afectan al rendimiento de los cultivos, siendo los peligros relacionados con el tiempo los principales causantes de pérdidas de cosechas. En los EE.UU., por ejemplo, la sequía y los episodios de calor son responsables del 37 por ciento de todas las pérdidas de cosechas, en promedio; el exceso de humedad, de otro 33 por ciento; los episodios de granizo, del 13 por ciento; la escarcha y las heladas, del 5 por ciento; los vientos y los huracanes, del 4 por ciento; y las inundaciones, del 1 por ciento de todas las pérdidas de cosechas, para un total del 93 por ciento de las pérdidas de cosechas explicadas por episodios de tiempo extremo en toda la nación. Incluso las pérdidas debidas a plagas y a enfermedades suelen estar asociadas a episodios

meteorológicos. Por supuesto, estos números varían de manera significativa entre países e incluso dentro de un país, ya que distintas regiones geográficas de todo el mundo están sujetas a diferentes riesgos.

Sin embargo, está claro que hay una necesidad real de que los interesados en el riesgo agrícola comprendan los efectos potenciales que tienen los episodios meteorológicos sobre las cosechas y los ingresos de los agricultores.

El acceso a información precisa de las condiciones meteorológicas y de la predicción del tiempo tiene un gran impacto tanto sobre las operaciones diarias como sobre la planificación de los gestores del riesgo agrícola. Controlando las condiciones y las predicciones meteorológicas que afectan al crecimiento de los cultivos, los gestores del riesgo agrícola pueden evaluar mejor el desarrollo posible de un determinado cultivo durante la temporada de crecimiento. El desa-

rollo del cultivo se ve afectado tanto por las condiciones generales de crecimiento como por la aparición de episodios meteorológicos extremos, algunos de los cuales pueden tener efectos que duran mucho más allá de la actual temporada de crecimiento. Aunque pueden existir distintas fuentes de información meteorológica diaria en un ámbito provincial o estatal, se suele informar de un número muy limitado de variables meteorológicas a una resolución geográfica más fina. Sin combinar la información de datos de radares y satélites meteorológicos de vanguardia con las observaciones reales de superficie y los informes de tiempo adverso, no puede crearse una evaluación detallada del tiempo a más resolución. Como resultado, los gestores del riesgo agrícola pueden carecer de acceso a información precisa sobre la predicción meteorológica para la localización de un cultivo particular.

De manera similar, la evaluación de la productividad esperada de las cosechas para la actual temporada de crecimiento

La coordinación estratégica, incluido el intercambio de información, metodologías y herramientas entre expertos e instituciones que trabajan en la gestión del riesgo de desastres, el cambio climático y el desarrollo es fundamental para disminuir los efectos de los desastres naturales y para mejorar la sostenibilidad de los procesos de desarrollo.

constituye un problema difícil. El tiempo durante la temporada de crecimiento es un factor importante en el control del éxito o fracaso de una cosecha. Predecir la productividad de una cosecha a mitad de temporada requiere el conocimiento de los factores que influyen en el crecimiento de la misma a lo largo de la temporada, una perspectiva histórica de los modelos de crecimiento pasados e información meteorológica tanto observada como prevista. El problema es complejo, ya que la mayor parte de las predicciones meteorológicas disponibles no están diseñadas específicamente para aplicaciones agrícolas. Los gestores de riesgos agrícolas se ven forzados a evaluar primero la meteorología y después a traducir la información a términos relacionados con el crecimiento y la productividad de la cosecha.

Los mismos tipos de datos hidrometeorológicos de alta calidad utilizados para desarrollar modelos de catástrofes relacionados con la meteorología, tales como el modelo de ciclones extratropicales tratado anteriormente, pueden accionarse para desarrollar productos de predicción y modelos de rendimiento de cosechas diseñados para evaluar, gestionar y mitigar el riesgo agrícola en alta resolución. Estos dependen de la tecnología de la PNT y de varias bases de datos meteorológicas para realizar una evaluación, para una localización y cosecha específicos, de las condiciones de crecimiento pasadas, presentes y futuras basadas en importantes parámetros de producción de cultivos tales como el índice de humedad del suelo, el balance hídrico, la evapotranspiración, los grados-días de crecimiento y la información fisiológica específica del cultivo. También dependen de los datos del terreno en rejilla de alta resolución que capturan los efectos de los microclimas muy localizados que caracterizan valles, zonas montañosas y líneas de costa.

Los gestores de riesgos pueden realizar análisis de las tendencias observadas y previstas de las cosechas, que se han dividido en tendencias de cosechas impulsadas por la tecnología y tendencias de cosechas impulsadas por la meteorología, para evaluar el efecto real que tiene la variabilidad meteorológica sobre la productividad de los cultivos. En este caso la salida del modelo puede expresarse de manera gráfica en forma de mapas, específicos para una cosecha y un lugar, de las principales variables meteorológicas relacionadas con la agricultura a fin de evaluar desviaciones de las condiciones normales. Estos mapas son representaciones de las condiciones actuales de los cultivos y también pronósticos de productividad de los mismos debido a las fluctuaciones meteorológicas venideras.

Las ventajas de separar las componentes meteorológica y tecnológica de la tendencia histórica de cosechas son obvias cuando los usuarios pueden evaluar cuántas ganancias (o pérdidas) anuales de cosechas se derivan de la tecnología y cuántas se deben a cambios en los modelos meteorológicos. Además, una tendencia de cosecha corregida con la meteorología permite comparar la información de las cosechas pasadas con las cosechas actuales y previstas.

Los agentes interesados, incluidos agricultores particulares, aseguradores de cultivos y entidades gubernamentales involucradas en los suministros de alimentos, pueden beneficiarse de dichas predicciones meteorológicas y de cosechas, ambas con alta resolución y calidad. La salida de los modelos puede utilizarse para controlar el riesgo agrícola y las pérdidas de cultivos a lo largo de la temporada de crecimiento y a través de múltiples temporadas. Los gestores de riesgos agrícolas pueden

utilizarlas para comprender mejor los cambios en la meteorología mundial y las tendencias de las cosechas de cultivos que pudieran afectar la rentabilidad e incluso la sostenibilidad de los agricultores. Pueden utilizarse para apoyar decisiones financieras o de financiación y, si fuese necesario, para planificar fuentes alternativas de alimentos.

Conclusión

La tecnología de modelización del riesgo de catástrofes y del riesgo meteorológico ha evolucionado de muchas maneras desde que se introdujo por primera vez en la década de 1980. La recogida de datos consistentes de alta calidad —posibilitada en gran medida por el trabajo de la OMM— ha permitido la creación de modelos basados en la predicción numérica del tiempo, los cuales ofrecen capacidades de gestión y de evaluación del riesgo que nunca antes fueron posibles. En la actualidad estos modelos apoyan la toma proactiva de decisiones y la planificación estratégica por parte de una gran variedad de agentes implicados tanto en el sector público como en el privado. Juegan un papel importante en la creación de capacidades para reducir el riesgo de episodios extremos y para mitigar sus efectos cuando aquellos se producen.

Nota: para la elaboración de este artículo se han tomado algunas citas de F. Sperling y F. Szekely (2005): *Disaster Risk Management in a Changing Climate*. Artículo de discusión informal preparado para la Conferencia Mundial sobre la Reducción de los Desastres Naturales en nombre del Grupo sobre Vulnerabilidad y Medidas de Adaptación (VARG). Washington, D. C., EE.UU.