

convección (R) y (S) señalan la zona de convergencia de la brisa nocturna terrestre y un flujo suroeste, de bajo nivel, a lo largo de la costa. La zona más clara (T) está producida por la subsidencia a lo largo de la línea costera. Las películas del comportamiento diurno de las líneas convectivas de este tipo, permiten a los predictores una comprensión más completa de los efectos de las circulaciones locales y tenerlos en cuenta en sus predicciones del tiempo local. Las películas con sistemas en movimiento obtenidas por los satélites pueden resultar extremadamente efectivas en la enseñanza meteorológica.

Conclusión

En este artículo hemos resumido los diversos tipos de datos de los satélites de que disponen los predictores en el mundo. Los datos más corrientes son los obtenidos mediante el sistema APT de recepción directa desde los satélites de órbita polar. Los países que poseen grandes instalaciones de equipo receptor terrestre pueden obtener los datos del Very High Resolution Radiometer (Radiómetro de resolución muy alta) a partir del sistema High Resolution Picture Trasmisión (Trasmisión de Fotografías de alta resolución), así como los datos de recepción directa de los satélites NOAA. Actualmente, sólo un pequeño número de países pueden recibir datos directamente de los satélites geoestacionarios, y distribuir estos datos a sus servicios de predicción, a intervalos frecuentes. Sin embargo, las transmisiones WEFAX proporcionan accesos a las imágenes en forma restringida. Los principales avances en las aplicaciones a la predicción se han producido, en los últimos cinco años, como consecuencia del estudio de los datos de los satélites geoestacionarios a intervalos frecuentes. Esto ha conducido en los EE. UU., a aplicaciones útiles al análisis sinóptico, la meteorología aeronáutica, la meteorología marina, los avisos de mal tiempo y a otros tipos de actividades de la predicción. En un futuro próximo, será posible este tipo de aplicaciones a partir de los satélites geoestacionarios de Japón y Europa. Se espera que con el perfeccionamiento de la tecnología, los beneficios y las aplicaciones de las observaciones mediante satélites geoestacionarios puedan ser accesibles cada vez a más países del mundo. Hasta que esto sea posible, los datos suministrados por estos satélites se pueden emplear en la enseñanza de meteorólogos de muchos países para que puedan obtener un conocimiento más profundo y una mejor comprensión de los sistemas meteorológicos peculiares de su región del globo.

APLICACIONES ESPECIALES DE LA METEOROLOGIA Y LA CLIMATOLOGIA

*Por H. E. LANDSBERG**

El próximo año (1979) la Comisión de Aplicaciones Especiales de la Meteorología y de la Climatología (CAEMC), sucesora de la Comisión de Climatología (CCI), celebrará su 50 aniversario. Cuando la Organización Meteoroló-

* El Profesor H. E., Landsberg es Presidente de la Comisión Técnica de la OMM para Aplicaciones Especiales de la Meteorología y la Climatología.

gica Mundial creyó necesario someter los problemas climatológicos a un estudio continuo, éstos todavía consistían fundamentalmente en prácticas de observación climatológica, y publicaciones e intercambios internacionales. Muchas de estas cuestiones habían provocado discusiones y habían sido el tema de resoluciones en los Congresos Meteorológicos Internacionales, desde el mismo comienzo de la cooperación internacional.

La Comisión ha seguido los sabios preceptos de sus padres fundadores y gracias a sus esfuerzos hay ahora más directrices uniformes para las redes, observaciones bastante normalizadas y los importantes mensajes Climat y Climat Temp cada mes. Ahora hay, para muchas zonas, una información, razonablemente homogénea en cuanto a temperaturas en superficie y precipitaciones, para un período de un siglo. Cada año que pasa se incrementa la cobertura geográfica, aunque todavía existen sensibles lagunas.

Pero, junto con el progreso, hay también problemas heredados. Uno de ellos, es la subdivisión del año impuesta por el calendario. El año es, por supuesto, el ciclo básico de la función natural que impulsa la meteorología, la radiación solar. Pero este ciclo empieza con el solsticio, no el 1 de enero. La subdivisión en meses y estaciones compuestas de meses, es enteramente arbitraria. Estas unidades cronológicas no tienen nada que ver con los tipos de circulación atmosférica, así como tampoco reflejan las diferencias geográficas. Es claro que esto constituye una tarea importante para el futuro. La existencia de ordenadores digitales de alta capacidad promete permitir la transformación de las observaciones diarias en unidades cronológicas de la amplitud conveniente.

No es sorprendente que la Comisión haya fomentado siempre la aplicación de la metodología estadística a los datos meteorológicos. Es difícil que haya otra ciencia con tan enorme cantidad de material en sus archivos. Dejarlos inactivos es como ingresar continuamente dinero en un banco sin cobrar intereses. Por el contrario, la inversión será tanto mejor cuantos más análisis estadísticos se realicen con los datos, tema en el que el Grupo de Trabajo de la CAEMC sobre Métodos Estadísticos ha realizado importantes contribuciones. El método estadístico es de importancia fundamental sobre todo para la valoración de las fluctuaciones y de la variabilidad climáticas, en las cuales la OMM pondrá atención en el futuro.

El incremento de la escasez de energía ha enfrentado a la meteorología con grandes retos; como tal vez ningún otro problema desde el advenimiento de la aviación. En muchas zonas del mundo la gente puede vivir y trabajar únicamente porque dispone de combustibles fósiles fáciles de transportar, pues el calor es una necesidad. En otras zonas el bienestar y la eficiencia solo se pueden asegurar mediante la refrigeración. En ambos casos, el consumo de energía en calefacción y refrigeración, para largos intervalos cronológicos, como meses, depende linealmente de la temperatura del aire. Por tanto, la demanda se ha vuelto insistente no solo para los análisis de los registros de temperatura existentes sino también para proyectos. En el presente los métodos estadísticos son el principal instrumento en este tipo de perspectivas.

La Comisión se ha mostrado particularmente activa en las cuestiones meteorológicas relacionadas con la energía y el trabajo de sus ponentes ha constituido la base para el Simposio de Energía Solar UNESCO/OMM (Gi-

nebra, 1976) y en el desarrollo del Plan de Acción de la OMM en el campo de los Problemas Energéticos. Estos problemas no se restringen al *consumo* de energía, ya que el tiempo y el clima tienen una profunda influencia en la *transmisión* de la energía. En particular, este es el caso de las líneas de distribución de la energía eléctrica, que son sensibles a los rayos, el engelamiento y el polvo salino. La generación de energía eléctrica es una contribución importante a la contaminación del aire y las corrientes atmosféricas transportan muy lejos las emanaciones en la dirección del viento. Algunas de estas emanaciones se depositan posteriormente en forma de lluvias ácidas.

Intimamente unida a los problemas energéticos está la pregunta de qué parte de las necesidades mundiales de energía puede obtenerse a partir de fuentes naturales. De éstas las más importantes son la del sol y la del viento. Esta última se usó antiguamente en los molinos de viento, pero estos han desaparecido gradualmente. Se han diseñado máquinas de energía eólica bastante potentes y también se han desarrollado numerosos esquemas para explotar la radiación solar. Su utilidad depende, en forma crítica, de los elementos meteorológicos. ¿Cuántas horas luce el sol? ¿Cuánto tiempo sopla el viento a velocidades superiores al valor umbral que hace funcionar al generador? Generalmente, los servicios meteorológicos no disponen de este tipo de estadísticas con el detalle requerido por los ingenieros.

Estrechamente unidos al problema energético están los problemas referentes a la arquitectura y la construcción de edificios. En las últimas décadas, se han construido las casas y edificios, en la mayoría de los casos, sin tener en cuenta el entorno meteorológico. Muchas están mal orientadas, lo que supone un despilfarro de energía para calefacción y refrigeración. Algunas estructuras altas dan lugar a molestos remolinos en la superficie. Está cobrando importancia el uso de la radiación solar para cubrir una parte de las necesidades de calefacción y, las informaciones meteorológicas son importantes para realizar un diseño y una orientación adecuados de los colectores. La cooperación con el CIB (Conseil International du Bâtiment), cuyos fundamentos se establecieron en el pasado, resulta imperativa en el futuro.

Sin embargo, es insuficiente considerar únicamente la interacción de la atmósfera con las estructuras individuales. Algunas de las alteraciones climáticas más pronunciadas producidas por las actividades humanas se deben a la urbanización. Dichas alteraciones son tan importantes que requieren adaptaciones de las predicciones locales. En algunas zonas la urbanización ha provocado una redistribución del régimen de las precipitaciones naturales. Desde hace años, nuestra Comisión ha considerado atentamente el creciente campo de conocimientos acerca de estas alteraciones, que son el resultado de una sola de las muchas implicaciones del uso de la tierra. La producción de energía viene siempre acompañada por la emisión de calor a la atmósfera, directa o indirectamente. Hasta ahora no se han observado alteraciones notables, aparte de efectos muy localizados, pero la perspectiva de plantas energéticas capaces de generar grandes cantidades de energía, hace posible alteraciones del tiempo a mayor escala.

El problema más evidente en relación con el uso de la tierra es el intento de incluir los sectores meteorológicos marginales en la produc-

ción agrícola, especialmente en el caso del apacentamiento. Estas zonas son ecológicamente muy frágiles; se encuentran ejemplos típicos en los límites de los desiertos, los cuales invaden con facilidad en el territorio adyacente si se realiza alguna brecha en el delgado manto vegetal. Este tipo de zonas son también las más propensas a la sequía y sólo el uso muy prudente de la tierra, bajo directrices meteorológicas, junto con las revitalizaciones donde sean necesarias, evitará la pérdida de estas tierras. Nuestra Comisión ha empezado a ocuparse de este problema, que fue concienzudamente discutido en el simposio de la OMM sobre la meteorología y su relación con la planificación del uso de la tierra, urbano y regional (Asheville, EE. UU., 1975), pero queda mucho por hacer en el futuro.

Son problemas de particular interés las predicciones especializadas. Abarcan las diversas necesidades de una extensa gama de industrias. En el pasado, los esfuerzos de las predicciones meteorológicas se centraron en las predicciones para el público en general y en la emisión de avisos de mal tiempo. Estas predicciones atienden las necesidades de grandes grupos de población, pueden salvar vidas y deben mantenerse. Siempre gozaron de una gran prioridad las predicciones meteorológicas para la aeronáutica y se encaminaron hacia la seguridad de la aviación. Pero, han cambiado muchas cosas en la industria aeronáutica; en los vuelos que duran sólo unas pocas horas, el tiempo actual ha sustituido en buena parte a las predicciones y, tiene la mayor importancia, el tiempo en la zona terminal. Las informaciones para el público, la navegación marítima y aérea, son poco prácticas en la mayoría de los países, para servir a los sectores industriales en que no se trata de problemas de vida o muerte.

Hay una larga lista de estos intereses especializados, están entre ellos: la producción y distribución de la energía eléctrica, los edificios y las construcciones a la intemperie y el transporte terrestre. Las predicciones requieren un detalle considerable y, a menudo, tienen que tener en cuenta valores umbrales específicos. Por ejemplo, en la producción y distribución de energía para uso en la calefacción, son deseables predicciones de temperatura para cada hora del día. En verano, las predicciones de mesoescala específicas sobre el desencadenamiento de tormentas, incluyendo la hora y el lugar, son necesarias para optimizar los equipos de reparación de las líneas. En los transportes de superficie son necesarias las predicciones de temperatura y de fenómenos meteorológicos peligrosos. Para las condiciones locales las predicciones pueden ser a corto plazo, pero tienen que ser específicas con referencia al hielo liso y a las acumulaciones de nieve, que pueden variar significativamente en partes diferentes de una misma área urbana. Para el transporte terrestre con camiones, de productos agrícolas o mercancías, con frecuencia, se necesitan predicciones para períodos más largos. Actualmente estas exigencias superan los límites de la ciencia meteorológica, pero hay que poner las bases para que no sea así. La planificación en la industria de la construcción, también requiere predicciones meteorológicas con varios días de antelación; las lluvias intensas pueden ser muy perturbadoras, los vientos fuertes pueden dificultar las actividades a la intemperie y las heladas interrumpen el hormigonado. En este último aspecto es directamente aplicable la experiencia adquirida en las predicciones para la agricultura.

También son necesarias predicciones especializadas para la práctica de las diversiones y de los deportes. Aún antes de establecer una estación

con laderas esquiabiles y pistas de patinaje a la intemperie, es necesario hacer unas estimaciones del espesor de la nieve y de la duración de las temperaturas de congelación para verificar la idoneidad del lugar. Posteriormente, para su funcionamiento, son necesarias predicciones de nevadas, de temperaturas y de riesgo de avalanchas. En verano, para la navegación a vela y remo y para la natación en aguas costeras y en lagos, son necesarias las predicciones de la velocidad del viento, de la altura de las olas, de la temperatura del agua y de las posibles turbonadas. Aunque estas predicciones especializadas se basan en predicciones a escala sinóptica obtenidas con ordenadores, requieren una particularización específica porque se refieren a zonas en pequeña escala. En ello pueden ser una ayuda muy substancial las imágenes de alta resolución de los satélites, disponibles ahora en una rápida sucesión cronológica. Nuestra Comisión proporcionará directrices orientadas hacia los usuarios de este tipo de predicciones especializadas.

Uno de los campos más conflictivos de la meteorología se refiere a los efectos del tiempo y el clima sobre el cuerpo humano. Incluso en las personas sanas, los cambios de tiempo tienen efectos fisiológicos y psicológicos. Estos cambios afectan al metabolismo, a la circulación sanguínea, a la sensación de bienestar, a la capacidad de aprendizaje y al comportamiento. El tiempo interviene provocando dolores en las cicatrices y en las articulaciones artríticas, y hay indicaciones de que influye en el curso de otras enfermedades y operaciones quirúrgicas. Algunos servicios meteorológicos están emitiendo experimentalmente predicciones médico-meteorológicas. La terapia climática es un arte muy antiguo, en el que hay aún muchas lagunas del conocimiento por completar, como muestra un informe del Grupo de Trabajo sobre Biometeorología Humana. Solamente en algunos lugares se ha establecido la estrecha colaboración necesaria entre médicos y meteorólogos. En este campo la colaboración entre la Organización Meteorológica Mundial y la Organización Mundial de la Salud, indudablemente, conducirá a mayores progresos.

A medida que surgen nuevas aplicaciones especializadas de la meteorología y de la climatología, también aparece la necesidad de más y diferentes tipos de observaciones. A pesar de las grandes mejoras de las redes en las últimas décadas, hay todavía algunas deplorables. En cuanto a las necesidades en la esfera de las actividades humanas, no pueden satisfacerse por ubicuo ojo de los satélites meteorológicos. La densidad de las observaciones de radiación todavía deja mucho que desear. Virtualmente no existen observaciones sistemáticas de los rayos que llegan al suelo. No hay observaciones continuadas del viento entre los 10 m y unos 200 m por encima del suelo, para hacer estimaciones de la energía del viento. Generalmente, solo se dispone de las temperaturas del suelo en las estaciones agrometeorológicas, aunque estas temperaturas son necesarias en la construcción de oleoductos y alcantarillas y también para el cálculo de bombas de calor. Estas y otras aplicaciones requieren que, dentro de los servicios meteorológicos, existan grupos orientados hacia la ingeniería.

Es también de gran importancia práctica la incorporación de la información meteorológica en los modelos económicos. Esto sólo se ha hecho en forma limitada para la producción agrícola. Así hay algunos modelos primitivos que tratan del tiempo en relación con el consumo de energía, el transporte y la distribución de mercancías, el empaquetado y el dete-

rioro de las mismas, las condiciones de empleo en general o estacionales, pero sólo hay una valoración muy cualitativa del papel del tiempo y del clima. Esto, además, es un reto para el futuro. Las ineludibles fluctuaciones plantean una tarea particularmente importante. La supervivencia de la humanidad está íntimamente ligada a las mismas. Los registros históricos nos muestran que la raza humana ha podido superar amplias oscilaciones del clima, aunque frecuentemente pagando un alto precio. Es imperativo el que se usen los largos registros climatológicos existentes para analizar el impacto socio-económico de las fluctuaciones climáticas y que estos análisis se utilicen por su valor predictivo.

La Comisión ha sentado las bases para reunir toda la experiencia disponible en dos guías. Una referente a las prácticas climatológicas, la otra con directrices sobre aplicaciones especiales. Estas tendrán como complemento Notas Técnicas referentes a varios de los temas especializados de aplicación, discutidos anteriormente, que se analizarán en profundidad. Los Grupos de Trabajo y los ponentes de la Comisión de Aplicaciones Especiales de la Meteorología y de la Climatología, han realizado en los últimos cuatro años y medio, un trabajo notable y silencioso, por el cual merecen una gratitud considerable de la OMM y de la comunidad meteorológica.

LA METEOROLOGIA Y EL MEDIO AMBIENTE HUMANO

CONFERENCIAS CIENTIFICAS EN LA VIGESIMONOVENA REUNION DEL COMITE EJECUTIVO

A la vigésimonovena reunión del Comité Ejecutivo (Ginebra, 1977) se presentaron tres conferencias científicas sobre el tema general de la meteorología y el medio ambiente humano, abriendo las discusiones el Sr. M. F. Taha, Presidente de la OMM.

A continuación se resumen algunos de los puntos principales de las conferencias. No obstante, el texto completo de éstas será publicado por la OMM oportunamente.

El problema de la contaminación del aire y los aspectos de la contaminación ambiental

El Profesor Ju. A. Izrael, Vicepresidente Segundo de la OMM, abrió su conferencia pasando revista a diversos aspectos científicos de la contaminación del aire, tales como la química atmosférica, los trazadores en la meteorología y la interacción entre las componentes atmosféricas y otras características del medio ambiente. Se refirió en particular, a los problemas asociados con la contaminación del aire y de otros elementos ambientales, que han dado ya lugar a consecuencias inconvenientes.

Al bosquejar la posibilidad de un plan sobre una red nacional de observación, para caracterizar y predecir la contaminación (incluyendo procedimientos para el control de la contaminación debida a las actividades humanas), el Profesor Izrael, indicó que tal sistema podría, como ya ha ocurrido en varios casos, estar integrado en un servicio geofísico existen-