

misferio sur por sí misma. Aun queda un gran campo para posteriores observaciones y estudios numéricos de la circulación del hemisferio sur.

(Este artículo se publica con la autorización del Director of Meteorology, Department of Science and the Environment, Australia.)

#### REFERENCIAS

- ANDERSSEN, E.C. (1965). A study of atmospheric long waves in the southern hemisphere, *Notos*, **14**, pp. 57-65.
- BOURKE, W. (1974). Multi-level spectral model, Pt.1, Formulation and hemispheric integration, *Mon. Wea. Rev.* **102**, pp. 687-701.
- GUYMER, L.B. (1978). *Operational application of satellite imagery to synoptic analysis in the southern hemisphere*, Australian Bureau of Meteorology Technical Report No. 29, 38 pp.
- HUNT, B.G. (1978). Atmospheric vacillations in a general circulation model. I: The large-scale energy cycle, *J. Atmos. Sci.*, **35**, pp. 1133-1143.
- NEAL, A.B. (1972). MSL cyclones and anticyclones in November 1969 and June 1970. *Aust. Met. Magazine*, **20**, pp. 217-230.
- NOAR, P.F. (1973). *Energy dispersion and other features of the middle latitude circulation in the Australian region*, Meteorological Study No. 24, Australian Bureau of Meteorology, 96 pp.
- STREten, N.A. (1973). Some characteristics of satellite observed bands of persistent cloudiness over the southern hemisphere, *Mon. Wea. Rev.*, **101**, pp. 486-495.
- STREten, N.A. (1978). A quasi-periodicity in the motion of the South Pacific Cloud Band, *Mon. Wea. Rev.*, **106**, pp. 1211-1214.
- TALJAARD, J.J. (1972). Synoptic meteorology of the southern hemisphere, contribution to *Meteorological Society*, Vol. 13, No. 35, pp. 139-213.
- TROUP, A.J. and N.A. STREten (1972). *Satellite observed southern hemisphere cloud vortices in relation to conventional observations*, *J. Appl. Met.*, **11**, pp. 909-917.
- WEBSTER, P.J. and J.L. KELLER (1975). Atmospheric variations: vacillations and index cycles. *J. Atmos. Sci.*, **32**, pp. 1283-1300.
- ZILLMAN, J.W. (1977). The first GARP Global Experiment (Chairman's address to the Australian Branch of the Royal Meteorological Society), *Aust. Met. Magazine*, **25**, pp. 175-214.

## VEINTE AÑOS DE DESARROLLO DEL SERVICIO METEOROLOGICO TUNECINO

Por Moncef AYADI\*

Durante el período siguiente a la independencia de Túnez, en julio de 1958, hubo que hacer frente a varios problemas relacionados con el desarrollo de la meteorología y su contribución a la expansión económica del país.

El vacío dejado por la marcha de los meteorólogos franceses, fue llenado gracias a la formación profesional masiva de observadores transcritores, operadores de telecomunicación, personal de meteorología aeronáutica, predictores, climatólogos y otro personal especializado. El PNUD proporcionó ayuda mediante las visitas de los expertos y la concesión de becas a los nacionales tunecinos. También se dispuso de una importante cantidad de equipos.

\* El Sr. Ayadi es el antiguo representante de Túnez en la OMM y fue miembro del Comité Ejecutivo durante los períodos 1963-1971 y 1975-1978. Ahora es Director de Aviación Civil en Túnez.

Con el fin de satisfacer mejor las necesidades de los usuarios en el *Institut National de la Meteorologie* se trataron todos los aspectos del trabajo meteorológico.

#### *La red de observación*

Se dedicó una atención especial a la observación de los parámetros meteorológicos que son de importancia fundamental, tanto para la explotación como para la investigación. Las ocho estaciones sinópticas de observación de superficie, que existían en 1958, fueron completamente reorganizadas y reequipadas y se instalaron otras ocho nuevas estaciones. Gracias a cierta ayuda recibida de Suecia, se puso en funcionamiento un programa de observaciones aerológicas regulares.

El número de estaciones climatológicas se incrementó de 30 a 150. También se tomaron las medidas para establecer una red pluviométrica densa y eficiente, con el fin de satisfacer las exigencias de la agricultura y de la hidrología. Actualmente, esta red



Sede del Institut Nationale de la Météorologie en Túnez.  
(Fotografía: Abdelmagid Saayed).

comprende más de 500 estaciones, de las cuales 250 dependen del *Institut Nationale de la Météorologie*. Hay 30 estaciones de meteorología agrícola, dos estaciones de radar, cinco estaciones climatológicas automáticas situadas en regiones desérticas y una estación receptora de APT, esta última fue suministrada por los EE.UU. El equipo meteorológico de estas estaciones fue calibrado en el laboratorio de instrumentos, antes de su instalación y es revisado periódicamente por los técnicos.

#### *La red de telecomunicación*

En 1958, los datos meteorológicos se recibían con dificultad empleando la escucha de los mensajes radio-telegráficos. Los datos del propio país se concentraban con considerable retraso a través de canales telefónicos no automáticos. Desde entonces, se han realizado muchos esfuerzos para desarrollar el sistema de telecomunicaciones meteorológicas, necesario, tanto para la concentración de los datos nacionales e internacionales como para la difusión por radio de los resultados; ya elaborados por el Instituto. A este respecto, la República Federal de Alemania prestó una valiosa colaboración.

Dentro del país, los enlaces punto a punto por teletipo, por facsimil o por BLU conectan las estaciones de observación con el centro colector de Túnez-Charguia. La emisión por radio, a través de un transmisor de 1 kW, proporciona a los usuarios y a los sectores del interior del país, los datos básicos y los elaborados, necesarios para la planificación y ejecución de sus actividades, de forma segura y eficaz. Desde 1975, los radio-teletipos del centro de Khéreddine se emplean continuamente para conseguir las emisiones meteorológicas de los centros regionales o internacionales. También, el Servicio Meteorológico Tunecino está unido a los Servicios Italiano y Argelino por medio de un enlace duplex permanente, para el intercambio de datos. Desde 1979, el enlace Túnez-Orán se efectúa a una velocidad de 2.400 bit/s. El mantenimiento regular de todos los equipos de telecomunicación lo efectúa personal técnico altamente calificado, que ha sido formado progresivamente desde que los tunecinos se hicieron cargo de esta cuestión y ahora cubren puestos en la radio, los teletipos y en los laboratorios de mantenimiento del equipo eléctrico.

### *Las predicciones*

Los nuevos y mejores equipos unidos al aumento de experiencia del grupo de predictores, son los principales responsables del aumento y mejora de los datos meteorológicos, tanto actuales como previstos, que se proporcionan ahora a los diferentes sectores de la economía, relacionados con la producción y la seguridad.

Desde la entrega de los servicios, las autoridades han prestado una atención especial a los transportes, que tan vitales son para el desarrollo. Se han realizado muchos esfuerzos para poder proporcionar los últimos datos con calidad a los aviones, barcos y otros medios de transporte, con el fin de asegurar que sus viajes sean lo más seguro y económico posible.

El número de predicciones aeronáuticas, suministradas a los pilotos en Túnez (Cartago), pasó de 5.203 en 1960 a 22.480 en 1977, lo que supone un aumento del 332 por 100. Se instalaron centros de control de tráfico en los aeropuertos internacionales de Djerba (Zarzis), en 1964 y de Monastir (Skanès), en 1968, así como en los aeropuertos nacionales de Sfax, Gafsa, Bicerta, Gabès, Tozeur y otros.

Por medio de boletines regulares y especiales, se facilita a la navegación marítima la información meteorológica sobre la situación general y su evolución, el estado del mar, los vientos, el oleaje, etc. así como informes y predicciones de las condiciones de empeoramiento del tiempo. La industria pesquera y la navegación costera han sido objeto de un estudio especial, con el fin de obtener la seguridad de que, en el desarrollo de estas actividades, se tienen en cuenta, de forma completa, los factores meteorológicos. También, se preparan predicciones más detalladas, para períodos de uno a cinco días, que son difundidas regularmente por la *Radio-Television Tunisienne*.

Al público, que ha incrementado sus peticiones de información sobre el tiempo, se le mantiene informado varias veces al día por medio de la radio, la televisión y la prensa. Los boletines, publicados diariamente para el público y los sectores privados, contienen mapas e información que cubren todo el país. Estos se emplean para organizar las actividades que son sensibles a las condiciones atmosféricas.

### *La radiación solar*

Actualmente, en diversos puntos de Túnez, se miden ciertos parámetros de la radiación

ción solar tales como la duración de la insolación y las radiaciones directa, difusa y global. En el pasado, la red de estaciones actinométricas era muy dispersa (cerca de diez estaciones) y las medidas se limitaban a la duración de la insolación, aunque en la estación de Túnez se hacían, de forma irregular, medidas de la radiación global y de la difusa. Desde 1964, el centro de radiación solar empezó a desarrollarse debido a la adquisición de nuevos equipos de medida y de calibración.

En la actualidad, existen 25 estaciones de medida de la insolación y nueve de medida de la radiación global, aparte del centro nacional y regional de Sidi Bou Said, que empezó a funcionar en octubre de 1967. Este centro está equipado con instrumentos patrones para la calibración del equipo radiométrico de la red nacional, así como para la comparación regional de estos instrumentos de cualquier país de África.

### *La sismología*

Anteriormente, la sismología estaba insuficientemente desarrollada en Túnez. Sólo funcionaba, desde 1958, una estación en Rabta (Túnez). Con sólo esta estación no era posible determinar, a partir de los registros, los epicentros de los temblores de tierra y el trabajo se reducía a registrar los terremotos superiores a cierta intensidad mínima. En 1969, el *Institut National de la Météorologie* estableció un proyecto para mejorar la sismología. Se necesitaron varios años para la elección de mejores emplazamientos de las estaciones y para la adquisición de equipos y formación profesional del personal que los manejase. Mientras tanto, se repararon los sismógrafos de Rabta y en 1971, se instalaron en Sidi Bou Said. Actualmente, la red sismográfica está compuesta por seis estaciones situadas en zonas reconocidas como sísmicas. En ellas se registran todos los temblores de tierra, incluso los más débiles, así como aquellos distantes de intensidad media o fuerte, cuyos epicentros pueden estar situados a más de 10.000 km de Túnez. La sismología es un campo nuevo que se espera se desarrolle más en el futuro.

### *El tratamiento automático de los datos meteorológicos*

Hasta 1955, las predicciones meteorológicas se preparaban empleando métodos y técnicas convencionales, que necesitaban experiencia personal por parte de los predictores. Frecuentemente, estos últimos tenían que emplear técnicas empíricas, adaptando diferentes métodos a la situación actual. Con el advenimiento de los ordenadores, el análisis y la predicción del tiempo se convirtieron en un proceso matemático. En la década de los sesenta, en muchas partes del mundo se empezó a emplear la predicción numérica del tiempo y desde entonces se han conseguido muchos progresos.

En la actualidad, Túnez dispone de un ordenador durante cinco años, que le permite tratar automáticamente toda la información meteorológica. El proyecto comenzó en 1970 y el ordenador fue instalado en 1974. En aquel tiempo la mayoría de los analistas y programadores no tenían la experiencia suficiente. Sin embargo, desde la inauguración, se definieron todas las especificaciones del sistema automático y la programación tuvo y continúa teniendo una constante actividad encaminada a la completa automatización de las actividades meteorológicas. El sistema automático incluye las siguientes operaciones:

- Recopilación de los datos primarios.
- Tratamiento preliminar de los datos.

- Análisis objetivo.
- Predicción numérica.
- Presentación de los resultados en forma visual.

En las etapas iniciales, los datos de observación empleados se recibían por telegrafía o radiotelegrafía y se introducían en el ordenador por medio de cintas perforadas. El nuevo enlace de alta velocidad con Orán, permitió a Túnez disponer de los datos meteorológicos que se transmiten por el Sistema Mundial de Telecomunicación, en el menor tiempo posible.

El tratamiento preliminar de los datos supone la identificación de los diferentes tipos de mensaje, la verificación de su contenido y continúa con una comprobación del cifrado y su fiabilidad, luego, almacena la información en grupos de datos, de acuerdo con la naturaleza del mensaje y su posterior empleo.

Por medio del análisis objetivo y empleando los valores observados de los elementos meteorológicos, se calculan diferentes parámetros meteorológicos en todos los puntos de una cuadrícula superpuesta al mapa. Luego, utilizando las ecuaciones del movimiento y las leyes de la termodinámica que gobiernan el comportamiento de la atmósfera, se calcula la evolución que experimentarán dichos parámetros, en cada punto de la cuadrícula, durante un determinado período de tiempo. A continuación, se transcriben en forma gráfica los nuevos valores. Los mapas y diagramas formados de puntos o líneas se construyen empleando un trazador.

Actualmente, el tratamiento automático de los datos de observación es un proceso rutinario. Los datos se tratan de acuerdo con las diversas necesidades meteorológicas. Por ejemplo; algunos datos serán empleados para el análisis de los mapas que muestran la estructura vertical de la atmósfera. El retraso entre el momento en que llega la información al centro y el momento en que se presenta en forma tal que pueda ser utilizada por el predictor, se ha reducido muchísimo. El volumen de la información utilizado en el tratamiento automático es mucho mayor ahora que cuando esta era elaborada por métodos manuales. Además, los datos obtenidos por este procedimiento son mucho más precisos.

### *La Meteorología y la economía nacional*

Es difícil encontrar algún aspecto de la vida pública o privada que no esté sujeto, mucho o poco, a los efectos del tiempo o del clima. Por esta razón, el meteorólogo coopera con los otros expertos en el análisis de estos efectos.

Inmediatamente después de la independencia de Túnez, esta cooperación se limitaba al transporte aéreo. En cuanto a la climatología, la única actividad era verificar manualmente los datos meteorológicos antes de archivarlos y realizar unos pocos cálculos estadísticos (frecuencias y medias). Esta información meteorológica se suministraba a los usuarios a petición de estos, que, por cierto, en aquella época eran poco numerosos. Desde entonces, se realizaron esfuerzos cada vez mayores, por parte de los jóvenes funcionarios tunecinos, para aplicar la meteorología a todas las actividades humanas. Un servicio meteorológico para el transporte, debidamente encauzado, se convirtió en un servicio meteorológico para el desarrollo, en el cual el transporte representa únicamente una cierta parte de su actividad total.

A la vista de la urgente necesidad para nuestro país del desarrollo económico, el *Institut National de la Météorologie* es requerido actualmente para suministrar, de forma creciente, valiosa ayuda en los campos siguientes: planes nacionales de desarrollo, utilización de la tierra, agricultura, gestión de los recursos hídricos, transporte, industria, construcción y vivienda, salud, diversión y turismo, medios para mitigar los efectos de los desastres naturales, medio ambiente, estudios climatológicos.

Precisamente, para responder de forma más efectiva a todas estas necesidades, es por lo que nuestros estudios corrientemente van dirigidos, en particular, a las necesidades de la agricultura y de la hidrología, aunque sin descuidar los otros campos que también tienen importancia para la economía nacional.

## **ASOCIACION REGIONAL PARA AMERICA DEL SUR SEPTIMA REUNION, BRASILIA, SEPTIEMBRE 1978**

Por invitación del Gobierno de Brasil, la séptima reunión de la Asociación Regional III (América del Sur) tuvo lugar en Brasilia del 18 al 28 de Septiembre de 1978, bajo la presidencia del Sr. R. Venerando Pereira (Brasil), presidente de la Asociación. Asistieron 47 delegados pertenecientes a 11 de los 13 Miembros de la Asociación, además de representantes de siete organizaciones internacionales. Asistió también el presidente de la vecina Asociación Regional IV (América del Norte y Central).

Los participantes fueron recibidos por el Dr. P. Alfonso Romano, Secretario General del Ministerio de Agricultura de Brasil, por el Sr. Venerando Pereira, en su calidad de presidente de la Asociación y como representante permanente del país anfitrión, y por el Dr. D.A. Davies, Secretario General de la OMM. Frecuentemente se hicieron referencias al creciente papel de la meteorología y la hidrología en la resolución de algunas de las graves crisis que han comenzado a amenazar a la raza humana como consecuencia de la limitación de los recursos naturales disponibles y el crecimiento explosivo de la población mundial. Como se ha informado en un número anterior (*Boletín de la OMM*, Vol. XXVIII, Nº 1, pág. 82), se hizo entrega de obsequios al Secretario General, por parte tanto del Gobierno de Brasil como de los Miembros de la Asociación Regional III.

Como es habitual, la Asociación examinó con gran detalle el estado actual de ejecución de la Vigilancia Meteorológica Mundial (VMM). Recomendaciones dirigidas a ayudar a mejorar el Sistema Mundial de Observación atrajeron la atención hacia las necesidades urgentes del Experimento Mundial Meteorológico. Se puso de manifiesto la satisfacción que suponían las medidas tomadas por Argentina y Brasil en relación con la instalación de estaciones terrestres para la recepción directa de imágenes con alta resolución procedentes de satélites, perfiles verticales de temperatura y recogida de datos vía satélite. En relación con el Sistema Mundial de Tratamiento de Datos, se reconoció que había aún mucho que mejorar. Se estimuló el intercambio de meteorólogos pertenecientes a Centros Meteorológicos Regionales y Nacionales de la Región, mediante visitas periódicas, como un medio de garantizar que se hace el mejor uso de la información meteorológica elaborada disponible. Se han hecho algunos progresos importantes en relación con el Sistema Mundial de Telecomunicación; circuitos regionales enlazan actualmente a todos los Centros Meteorológicos Nacionales asociados con el Centro Regional de Telecomunicación en Buenos Aires. La línea, del Circuito principal de enlace, entre Washington y Brasilia funciona actualmente en un canal de alta frecuencia (HF), pero se está haciendo lo posible para sustituirlo por un enlace a través de satélite. En realidad, está proyectado que todos los circuitos HF meteorológicos de la Región