

africanos para que se adscriban a los centros de modelización de África y de otros lugares.

Los Estados Miembros del ACMAD deberían apoyar su estrategia en PNT organizando cursos de PNT y dando publicidad a los programas del ACMAD y a los productos de la PNT.

Cada Estado Miembro debería crear una unidad de PNT y hacer saber al ACMAD sus necesidades de equipamiento. Cada unidad se dividirá en cinco secciones: Telecomunicaciones; Predicción operativa y verificación; Aplicaciones y formación profesional; Investigación y desarrollo; y Control de calidad de datos.

Conclusiones

En el curso SAPREM-II se impartió a los participantes una amplia gama de técnicas en el uso operativo de productos de salida de PNT, y en investigación y desarrollo de modelos. Se está constituyendo un grupo de expertos africanos en PNT. De forma decidida, se está llevando a cabo la siguiente etapa del proceso: vinculación de los candidatos seleccionados al equipo de

modelización numérica de Météo-France, en Toulouse. A través de esta iniciativa, África tendrá su propio modelo global adaptado a sus propias características climáticas, y asegurará un desarrollo eficaz de las aplicaciones meteorológicas por parte del SMN de cada Estado Miembro.

Agradecimientos

Nuestro más sincero agradecimiento a los SMN que ofrecieron recursos humanos para el curso, p. ej. Argelia, Egipto, Sudáfrica y Marruecos. Apreciamos igualmente los esfuerzos incansables de la OMM en la creación de capacidades en los SMN y el apoyo ofrecido a los cursos. También nos gustaría expresar nuestra gratitud a Météo-France, por iniciar y apoyar el programa de desarrollo de la PNT, y al Bureau of Meteorological Research Centre (BMRC) de Australia, por ofrecerse a financiar la publicación de un manual técnico. También damos las gracias al CNPMA por los modelos RSM y ETA y al Meteorological Office del Reino Unido y al CEPMP por su apoyo.

Servicio Meteorológico Nacional en la India: 125 años



Por R. R. Kelkar *

Introducción

El Departamento Meteorológico de la India (IMD) existe desde hace 125 años. Comenzando con unos pocos funcionarios y con un puñado de personal, actualmente tiene una fuerza laboral de más de 8 000 personas y ofrece un amplio espectro de servicios meteorológicos. El crecimiento fue gradual, pero durante las tres últimas décadas se han alcanzado importantes mejoras en muchas facultades técnicas.

Los comienzos

La meteorología moderna empezó en la India con las primeras observaciones meteorológicas que hizo J. Goldingham en Madrás (ahora, Chennai) en septiembre de 1793. En 1874 había en el país 77 observatorios meteorológicos. En 1875 la red de observatorios de la India y sus dependencias constaba de 198 estaciones

pluviométricas y de 87 observatorios que medían temperatura y otros parámetros meteorológicos. En 1900 el número había aumentado a 200.

En 1875, el Gobierno de la India decidió crear el Departamento Meteorológico como una agencia nacional, que reemplazara y uniera a los servicios meteorológicos provinciales existentes. Los objetivos del Servicio Meteorológico Nacional (SMN) eran "estudiar de forma sistemática el clima y el tiempo de la India como un todo y la aplicación del conocimiento que se adquiriera de esa forma al problema de las tormentas y a otros avisos y predicciones diarias". La sede estaba en Calcuta. H. F. Blanford fue nombrado primer reportero meteorológico imperial del Gobierno de la India.

Después de una fuerte hambruna en 1877, se pidió al IMD que preparara la predicción estacional a largo plazo de las lluvias del monzón suroccidental. El IMD facilitó la primera predicción operativa el 4 de junio de 1886 y estaba basada en una relación inversa observada entre la precipitación estacional del monzón en la India y la cubierta de nieve precedente en el

* Director General de Meteorología del IMD, Representante Permanente de la India ante la OMM y miembro del Consejo Ejecutivo de la OMM.

Himalaya. De esta forma, la India se convirtió en el primer país en desarrollar predicción a largo plazo (PLP) sistemática.

En 1905 la sede del IMD se trasladó a Simla y la oficina de Calcuta recibió el estatus de sucursal. El traslado de Simla a Pune, que sugirió por primera vez Walker en 1924, fue aprobado por el Gobierno a principios de 1926.

Durante la II Guerra Mundial el Gobierno pensó que el Director General de los observatorios debería estar en contacto directo con el Cuartel General del Aire y con otros departamentos. Así que se transfirió la administración del Director General a Nueva Delhi durante el período de guerra y allí ha seguido desde entonces. El edificio de la nueva sede, construido en 1975, fue inaugurado el 25 de noviembre de 1976 por el Presidente de la India, Dr. Fakruddin Ali Ahmed. Este edificio acoge también al Centro Meteorológico Nacional.



La columna del CMR de Chennai, donde se creó el primer observatorio astronómico de la India en 1793.

420

Crecimiento del IMD antes de la II Guerra Mundial

En 1875 el número de observatorios ascendía a 90 y ya se seguía un sistema de observaciones telegráficas a propósito del trabajo de aviso de tormentas que había comenzado en 1865. Cada día se recogían observaciones codificadas de 50 estaciones y se publicaban en el Boletín Meteorológico Diario de la India, que comenzó el 15 de junio de 1878. En 1880 se facilitaban a los puertos avisos de tormentas para barcos y los avisos de lluvias fuertes por telegrama a las autoridades de distrito empezaron en 1885.

El IMD también se ocupó de observaciones sísmológicas y de trabajo geomagnético y astrofísico. Las observaciones meteorológicas y magnéticas comenzaron en Colaba en 1841. El observatorio magnético fue trasladado a Alibag, un pequeño pueblo situado 18 millas al sudeste de Mumba, que empezó a registrar observaciones regulares a partir de 1906. Igualmente, el primer observatorio sísmológico fue creado en Silchar en 1882, pero no se dispone de ningún registro de observaciones sísmicas anterior a 1897. Se creó un observatorio sísmológico en Alipore (Calcuta) en 1897 y los de Colaba y Madrás fueron creados en 1898-1899. Los instrumentos de Madrás fueron trasladados a Kodaikanal en 1899.

Las primeras observaciones solares en la India se iniciaron en Dehra Dun a principios de 1878. En agosto

de 1893 el Gobierno aprobó la creación de un observatorio de física solar en Kodaikanal en las colinas más altas de Palani.

Las primeras observaciones de aire en altura en la India las hizo el Dr. Buist en enero de 1843, lanzando un globo desde Byculla (Mumbai) para estudiar el movimiento de la atmósfera superior. El trabajo sobre medidas en altura empezó en 1905 y las observaciones rutinarias con globos piloto empezaron en 1913. Las ascensiones de radiosondas comenzaron en 1943, y las de radiovientosonda en 1949. Durante la II Guerra Mundial, se llevaron a cabo ascensiones de radiosondas usando equipamiento de los EE.UU. La radiosonda de tipo reloj desarrollada por L. S. Mathur y sus socios y la de tipo abanico desarrollada por S. P. Venkiteswaran y asociados en 1943 se usaron durante más de dos décadas.

Con la llegada de la época de la aviación a reacción creció rápidamente la demanda de datos meteorológicos precisos de altitudes elevadas. El desarrollo de la Radiosonda de Audiofrecuencia Modulada empezó en Delhi en 1966 y la primera estación se puso en funcionamiento en diciembre de 1967. En marzo de 1971 ya habían pasado a ser de este tipo dieciocho estaciones de radiosonda.

El servicio a la aviación ha sido una actividad importante del IMD desde los años veinte. Los primeros pronósticos de aviación se facilitaron en 1921 para las operaciones de la Real Fuerza Aérea en el noroeste de la India y se abrió una oficina de predicción aeronáutica en 1926 en Karachi.

Siguiendo una recomendación de la Real Comisión de Agricultura de 1926, en 1932 se creó la División de Meteorología Agrícola en Pune, bajo la dirección de L. A. Ramadas. Fue una de las primeras de su tipo en todo el mundo.

Crecimiento del IMD después de la II Guerra Mundial

Durante la II Guerra Mundial, los servicios meteorológicos de la India fueron testigos de un gran crecimiento y la aviación y la meteorología crecieron juntas hasta cierto tiempo después de la Guerra. Esta expansión produjo la descentralización del IMD. En 1945 se crearon siete Centros Meteorológicos Regionales (en Nueva Delhi, Bombay, Madrás, Nagpur, Calcuta, Lahore y

Karachi) para que controlaran técnica y administrativamente las unidades de campo en sus zonas de responsabilidad.

Como resultado de la partición de 1947 se acordó que los Centros Regionales de Karachi y Lahore y todos los demás observatorios de Pakistán pasaran al Servicio Meteorológico de Pakistán. Los otros cinco continuaron en el IMD junto con talleres en Pune y Delhi. En 1970 se habían creado centros meteorológicos en las capitales de algunos estados, promoviendo así una unión más eficaz con distintas agencias de usuarios. En abril de 1997 se creó el sexto Centro Meteorológico Regional en Guwahati, para el nordeste de la India.

El primer radar de aviso de tormentas se instaló en el aeropuerto de Calcuta en 1954. En 1960 se creó una comunicación de radioteletipo entre Nueva Delhi y Moscú y en 1961 con Tokio, como parte de un proyecto de la OMM que designaba a Nueva Delhi como uno de los cinco Centros de Intercambio del Hemisferio Norte (CIHN). En 1961 se crearon una dirección de sismología y un Centro de Análisis del Hemisferio Norte (CAHN). Los EE.UU. lanzaron en abril de 1960 el primer satélite meteorológico, el TIROS-I. En 1964 empezaron a funcionar dos centros de análisis y predicción en los aeropuertos de Bombay y de Calcuta. En 1970 se creó una dirección de telecomunicaciones y en 1971 se creó una dirección de meteorología por satélite. Además, durante 1971 empezó a funcionar en el CAHN de Nueva Delhi el Centro Regional de Pronósticos de Área (CRPA), para atender las necesidades del sur de Asia bajo el Proyecto de la OACI.

La organización actual

Después de 125 años de existencia, el IMD ha crecido en muchos aspectos: mano de obra, observatorios y un amplio espectro de servicios que se prestan a distintos usuarios en especialidades relacionadas con el tiempo atmosférico y con el clima. Hoy, el IMD cuenta con 559 observatorios meteorológicos de superficie, 701 observatorios hidrometeorológicos, 65 estaciones de globos piloto, 35 observatorios de radiosonda/radiovientosonda, 219 estaciones agrometeorológicas, 45 observatorios de radiación y 10 estaciones BAPMoN. Para los pronósticos meteorológicos para la aviación, funcionan 19 oficinas de predicción en distintos aeropuertos de la India. Además, hay 71 observatorios de tiempo presente. Hay tres centros de zona de aviso de ciclones (en Mumbai, Chennai y Calcuta) y tres centros de avisos de ciclones (en Ahmedabad, Vishakhapatnam y Bhubaneswar), que emiten avisos de tormentas tropicales y de otros sistemas de tiempo severo que afectan a las costas hindúes y a otras actividades marítimas en los mares hindúes.

El Director General de Meteorología es el Jefe del IMD, con sede en Nueva Delhi. Le ayudan cuatro Directores Generales Adjuntos y 22 Subdirectores Generales

Meteorología agrícola

Casi el 68 por ciento de la cerca de 99 millones totales de ha de tierra cultivada de la India lo constituye la agricultura regada por lluvia. La agricultura es una de las actividades del mundo más sensible al tiempo atmosférico. En 1945 comenzaron a emitirse por radio boletines de tiempo especiales para los agricultores en idiomas regionales. Otro paso dado para llegar a los agricultores fue la preparación de calendarios de tiempo atmosférico para los cultivos. Se preparaban para los distintos distritos del país y constaban de elementos de tiempo crítico frente a las distintas fases fenológicas del cultivo específico.

En 1977 se creó el Proyecto de Servicios de Asesoramiento Agrometeorológicos para satisfacer las necesidades agronómicas de los agricultores. Los boletines de información agrometeorológica se preparan ahora semanalmente o cada dos semanas en diecisiete centros. La división de meteorología agrícola también ofrece ayuda en forma de predicciones contra la langosta y lleva a cabo trabajo de investigación. Ofrece formación profesional a distintas instituciones y clases para las universidades agrícolas del país. También se forman en Pune agrometeorólogos de otros países.

Instrumentación

Las necesidades de instrumentos y equipamiento para mantener la extensa red de observatorios de superficie y de aire en altura se satisfacen a través de los propios talleres y laboratorios del IMD en Pune y Nueva Delhi. Cuidan del desarrollo, fabricación y prueba de distintos instrumentos de superficie y de altura, incluidas radiosondas, sondas de ozono y sondas radiométricas. Inicialmente la red era pequeña y se usaban instrumentos importados. El Observatorio Central de Alipore era el almacén general de instrumentos para toda la India. Obtenía instrumentos del extranjero en nombre de todos los observatorios y los suministraba a los observatorios individuales que los solicitaban, después de probarlos y calibrarlos. Después se empezó la fabricación nacional. Se aseguró la uniformidad en el uso de instrumentos meteorológicos desarrollando especificaciones normalizadas para todos los instrumentos meteorológicos básicos. Los talleres de manufactura de instrumentos, situados en Nueva Delhi y en Pune, fabrican 80 tipos de instrumentos meteorológicos y actualmente hay contratados 450 trabajadores industriales. Estos talleres y laboratorios han desarrollado varios sistemas de medidas meteorológicas. El Sistema de Instrumentos de Tiempo Presente,

por ejemplo, se usa en todos los aeropuertos para controlar la temperatura, el punto de rocío, la velocidad y dirección del viento, con resúmenes gráficos digitales. En Delhi, Pune y Thiruvananthapuram se hacen medidas de ozono en superficie, sistemáticas y continuadas. Pune ha sido designado Centro Radiométrico Nacional para la AR II (Asia).

Telecomunicaciones

Bajo el Sistema Mundial de Telecomunicaciones de la VMM, Nueva Delhi funciona como Centro Regional de Telecomunicaciones (CRT) en la principal red de telecomunicaciones. Dentro de la India, la capacidad en este campo viene facilitada por una gran red de enlaces. El IMD ha creado también su propia red de radioteléfono. Ahora están funcionando un total de 63 estaciones de radioteléfono, incluidas 29 estaciones costeras y 3 estaciones insulares. También se usa de forma generalizada el fax e Internet para recoger datos y difundir predicciones.

Servicio Meteorológico

El IMD ofrece predicciones de tiempo a corto plazo y avisos a distintos usuarios tales como el público en general, agricultores, marinos y a otras muchas actividades sensibles al tiempo atmosférico tales como regadíos y control de inundaciones. El IMD lleva más de 100 años trabajando en avisos de tormentas tropicales. Los seis centros de avisos de ciclones ofrecen predicciones y avisos oportunos y de gran calidad de las tormentas tropicales que afectan a las costas indias. Los servicios meteorológicos también sirven a otros intereses marinos.

Los centros meteorológicos de las capitales de los estados cubren las necesidades del público y de los agricultores, ofreciendo predicciones a corto plazo y boletines meteorológicos para los agricultores, además de las predicciones locales. La oficina central de predicción meteorológica de Pune y el CAHN de Nueva Delhi coordinan de forma conjunta las actividades de predicción a corto plazo de la India. Para la aviación, el Centro de Predicción de Zona de Nueva Delhi prepara mapas de pronóstico y los difunde por radiofacsimil a todos los países del sur de Asia.

El Grupo de Ciclones Tropicales para el Golfo de Bengala y el Mar Arábigo se creó en 1973 como un cuerpo intergubernamental bajo el patronazgo conjunto de la OMM y el CESPAP. El Grupo ha formulado un proyecto extenso y detallado de mareas de tormenta y un plan de acción. El Centro Meteorológico de Nueva Delhi ha sido designado Centro Meteorológico Regional Especializado (CMRE) en ciclones tropicales y asegura los servicios de información a los países afectados.

Un objetivo importante de los CMRE dentro del Plan de Ciclones Tropicales es fomentar el desarrollo de técnicas adecuadas para el suministro de una amplia variedad de productos, incluyendo de forma oportuna productos de predicción numérica del tiempo (PNT), y ofrecer consejos adecuados sobre el uso de los productos por parte de los encargados de la toma de decisiones en el ámbito nacional.

Formación profesional

El IMD creó su propio equipo de formación profesional nacional, inicialmente para predictores operativos, en 1942. Los equipos se fueron ampliando con el fin de abarcar formación especializada para agrometeorólogos, especialistas en instrumentación, meteorólogos de radar y expertos en telecomunicaciones. Las instalaciones de formación están situadas principalmente en Pune y en Nueva Delhi.

En 1969 se creó en el IMD, en Pune, una dirección de formación profesional (llamada ahora Instituto Central de Formación Profesional). Ofrece formación a personal de Clase II y de Clase I, mientras que la relativa al personal de Clase III/IV se lleva a cabo en Nueva Delhi, Chennai y Calcuta. El Instituto de Pune actúa también como Centro Regional de Formación Profesional Meteorológica para formación especializada de personal meteorológico de otras naciones en vías de desarrollo. En Pune se ofrece también formación profesional en meteorología agrícola, mientras que la relacionada con instrumentos de altura, radar y telecomunicaciones se lleva a cabo en Nueva Delhi.

Sismología

En los años 1890 comenzaron en la India las observaciones sismológicas en Bombay, Calcuta y Madrás. La red sísmica constaba sólo de seis observatorios en 1940 y de ocho en 1950, aumentando a 15 estaciones en 1960. En la actualidad, el departamento tiene a su cargo 36 observatorios sismológicos y muchos de ellos están situados cerca de embalses.

En 1961 se creó una Dirección de Sismología independiente. La India es un participante activo del proyecto del Gobierno de los EE.UU. para una Red Mundial de Estaciones Sísmicas (WWNSS) y se han creado cuatro estaciones equipadas con los instrumentos normalizados ofrecidos por la colaboración de EE.UU. en Shillong, Delhi, Pune y Kodaikanal.

Se ha preparado un catálogo de terremotos en la India y en zonas vecinas. También se han llevado a cabo estudios especiales a propósito de la actividad sísmica asociada a pantanos alrededor de los embalses de Koyna, Pong, Sundernagar y Bhakra. En la actualidad, 10 estaciones sismológicas de norma mundial forman la Red Mundial Normalizada (GSN)

- 1793 — Se crea la primera Unidad Astronómica y Meteorológica en Madrás (Chennai)
- 1841 — Empieza la Observación Meteorológica y Magnética en Colaba (Mumbai)
- 1875 — Se crea el Departamento Meteorológico de la India como un Departamento del Gobierno Central
- 1878 — Primera publicación del Boletín Meteorológico Diario de la India
- 1882 — Se crea el primer Observatorio Sismológico en Silchar
- 1886 — El IMD publica la primera Predicción a Largo Plazo operativa del monzón de verano
- 1897 — El Observatorio Sismológico de Alipore, en Calcuta, obtiene el primer registro sismológico
- 1905 — Comienzan las medidas de aire en altura
- 1913 — Comienzan las observaciones rutinarias con globos piloto
- 1932 — Se crea la Dirección de Meteorología Agrícola en Pune
- 1943 — Comienzan los lanzamientos de radiosondas
- 1949 — Comienzan los lanzamientos de radiovientosondas
- 1954 — Se instala en el Aeropuerto de Calcuta el primer radar de aviso de tormentas
- 1961 — Se crea en Nueva Delhi la Dirección de Sismología y el Centro de Análisis del Hemisferio Norte
- 1969 — Se crea en Pune la Dirección de Formación Profesional de Meteorología
- 1970 — Se crea en Nueva Delhi la Dirección de Telecomunicaciones. Se instala el primer ordenador de telecomunicaciones en el CIHN. Se crean CM en las capitales de casi todos los estados
- 1971 — Se crea en Nueva Delhi la Dirección de Meteorología por Satélite
- 1973 — Instalación del ordenador IBM-360-44 para predicción numérica del tiempo
- 1977 — Instalación del sistema de ordenador EC 1040 para proceso de datos y formación en el Centro Nacional de Datos, en Pune
- 1979 — Centro de Gestión del Experimento Internacional sobre el Monzón en Nueva Delhi
- 1986 — Se reconoce a las instalaciones de formación del IMD como Centro Regional de Formación Profesional Meteorológica de la OMM
- 1990 — Centro Meteorológico Regional Especializado de Ciclones Tropicales en Nueva Delhi. Se crea la División de Avisos de Ciclones
- 1994 — Se instala en Pune el Centro Nacional del Clima
- 1997 — Se crea en Guwahati el sexto Centro Regional

Meteorología por satélite

En 1971 se creó en Nueva Delhi una Dirección de Meteorología por Satélite para coordinar las actividades del IMD en la especialidad de meteorología por satélite y para llevar a cabo investigación y desarrollo. Es responsable de recibir y procesar las observaciones de los Satélites Nacionales de la India (INSAT) y de ofrecer imágenes y otros productos obtenidos por satélite a los centros de predicción.

Hasta 1963, el IMD dependía de la Oficina Meteorológica de EE.UU. para las imágenes de nubes por satélite. El Centro Meteorológico Internacional de Mumbai, creado a propósito de la Expedición Internacional en el Océano Índico, recibió equipamiento básico de la Fundación Nacional de Ciencia de EE.UU. Esta estación terrestre de transmisión automática de imágenes lleva en funcionamiento desde diciembre de 1963 y ofrece excelentes imágenes de la nubosidad.

El IMD también desarrolló su propio equipamiento base; durante 1970 se instalaron cuatro nuevas unidades en Nueva Delhi, Calcuta, Chennai y Pune y en 1975 la quinta en Guwahati.

Desde principios de los años ochenta, la meteorología por satélite de la India entró en una nueva época de aplicaciones operativas e investigación. Se alcanzó

este importante hito con INSAT, que es un sistema satelital capaz de trabajar en múltiples funciones. Satisface las necesidades de tres servicios distintos, es decir, las emisiones de televisión y de radio; la comunicación; y la meteorología.

La India lanzó el INSAT-1A el 10 de abril de 1982. Bajo el programa se creó un Centro de Utilización de Datos Meteorológicos (MDUC) para procesar los datos y para generar productos de uso operativo. El INSAT-1B fue lanzado el 30 de agosto de 1983 sobre el ecuador a 74°E de longitud y estuvo operativo el 15 de octubre de 1983. Fue el principal satélite operativo de los años ochenta y ofreció buenos servicios durante su misión. El INSAT-1C se lanzó el 22 de julio de 1988. El último de la serie INSAT-1, el INSAT-1D, se lanzó el 12 de julio de 1990 y empezó a funcionar el 17 de julio de 1990. Fue posicionado en 83°E y es aún operativo, ofreciendo imágenes meteorológicas desde 74°E sobre el ecuador.

A principios de los años 90 la India dio un importante paso adelante poniendo en funcionamiento la segunda generación de satélites de fabricación propia (INSAT-2). El 10 de julio de 1992 se lanzó el INSAT-2A. El 22 de julio de 1993 se lanzó el INSAT-2B que está situado en 93,5°E. El INSAT-2C y el INSAT-2D no lleva-

ban carga útil meteorológica. El último satélite, el INSAT-2E, se lanzó el 2 de abril de 1999 y está situado en 83°E. Los satélites INSAT disponen de un transpondedor reemisor de datos para recoger éstos automáticamente en zonas remotas e inaccesibles a través de plataformas de recogida automática de datos. Además, se usa la capacidad de emisión en la banda S de televisión para transmitir avisos de ciclones a las zonas costeras y para difundir información meteorológica a las oficinas de predicción. Hay 100 estaciones meteorológicas automáticas INSAT y 20 estaciones VSAT situadas por todo el país.

Investigación

Los pioneros del IMD tales como H. F. Blanford, Sir Gilbert Walker, J. H. Field, Sir C. W. B. Normand, S. K. Banerji, K. R. Ramanathan, P. Koteswaram y P. R. Pisharoty son nombres famosos en la especialidad de meteorología y de ciencias atmosféricas.

Los problemas relacionados con la variabilidad interanual e interestacional del monzón, de los ciclones tropicales y las mareas de tormenta, el cambio climático y las tendencias climáticas, y la interacción entre el aire y el mar son algunas de las áreas a las que han hecho importantes contribuciones los científicos del IMD. Los estudios de Sir Gilbert Walker sobre teleconexiones globales; las teorías de microseísmos, de S. K. Banerji; la estructura de la atmósfera superior, de K. R. Ramanathan; y el descubrimiento y explicaciones de la corriente en chorro tropical del este, por P. Koteswaram, son conocidos en todo el mundo. El trabajo de P. R. Pisharoty sobre la interacción entre el aire y el mar en el Mar Árabe y su papel en las circulaciones del monzón, el modelo de P. K. Das para las mareas de tormenta en el Golfo de Bengala y estudios sobre orografía y lluvias monzónicas en los últimos años hechos por científicos del IMD son hitos en la investigación meteorológica mundial.

El monzón también es fascinante como problema científico. Reconociendo la necesidad de comprender el proceso que rige el monzón a gran escala, se desarrolló en 1979 un subprograma dentro del marco del Programa de Investigación de la Atmósfera Global (GARP). Consta de un grupo coordinado de programas de observación de datos regionales, junto con programas asociados de proceso de datos y de investigación. El mayor experimento de campo del subprograma del monzón fue el experimento del monzón (MONEX) de 1979, que consistió en un grupo de estudios de observación dirigidos durante el período del Primer Experimento Mundial GARP en el Mar Árabe, el Océano Índico, el Golfo de Bengala y el sur de Asia. El IMD contribuyó de forma importante al MONEX. Los datos recogidos ayudaron a la comunidad meteorológica

mundial a comprender la estructura tridimensional y el comportamiento de los distintos sistemas sinópticos, los procesos físicos a gran escala y las fuentes y sumideros de calor sobre la región del monzón asiático.

En los años veinte, Sir Gilbert Walker comenzó estudios sistemáticos para desarrollar nuevos métodos de predicciones a largo plazo (PLP) objetivas introduciendo técnicas de correlación y regresión. En la actualidad, el IMD publica PLP de la precipitación estival del monzón en todo el país en conjunto y para tres regiones homogéneas de la India, además de precipitación invernal. Para estas predicciones, el IMD ha desarrollado sus propios modelos estadísticos basados en técnicas avanzadas.

En Pune se creó una Unidad de Investigación de Sequía para estudios agroclimáticos y sinópticos de las sequías. Se preparan predicciones mensuales de cosechas usando modelos estadísticos. Se creó en Pune un Centro Climático Nacional con los objetivos de vigilar el clima, hacer estudios climatológicos y diagnóstico e investigación del clima. También se publica un boletín con diagnósticos mensuales y estacionales del clima de la India, ofreciendo las anomalías y los episodios climáticos destacados ocurridos en la India durante el mes o la estación.

La Sección de Contaminación del Aire está involucrada en las actividades BAPMoN que son parte de la Vigilancia de la Atmósfera Global de la OMM. Los parámetros de los que hay que informar en estas actividades son química de precipitación y turbidez atmosférica.

Archivo de datos y climatología

El tremendo incremento de la red de observaciones ha significado la recogida de un volumen ingente de datos. El IMD tiene registros climatológicos desde el período anterior a 1875, en que empezó a existir formalmente. Estos datos se digitalizan, se controla su calidad y se archivan electrónicamente en el Centro Nacional de Datos de Pune. El ritmo actual de archivo es de unos tres millones de registros por año. En la actualidad, los datos totales archivados son unos 9 700 millones de registros. Se suministran a universidades, industria y organizaciones de investigación y de planificación. El IMD prepara tablas climatológicas y resúmenes o atlas de parámetros superficiales y de altura, y resúmenes meteorológicos marinos. Estos resúmenes y publicaciones climatológicos tienen muchas aplicaciones en agricultura, navegación marina, transporte, recursos hídricos e industria.

Hidrometeorología

La División Hidrometeorológica de Nueva Delhi coordina la captura y recopilación de datos de precipita-

ción diarios de unas 8 500 estaciones pluviométricas y se preparan estadísticas de precipitación por distritos. La División Hidrometeorológica de Pune está implicada en el cálculo y el estudio de normales de precipitación y otros aspectos climatológicos de la precipitación en la India. Las Oficinas Meteorológicas de Inundaciones (véase abajo) editan predicciones cuantitativas de precipitación para el control y el aviso de inundaciones.

Las principales actividades en esta disciplina incluyen realización continua de estadísticas de precipitación, estudios hidrometeorológicos para distintas cuencas fluviales con vistas a calcular Tormenta de Proyecto (TP) y Precipitación Máxima Probable (PMP). Ingenieros de diseño de distintas

organizaciones centrales y estatales emplean la distribución temporal de tormentas de lluvia y el análisis de frecuencia de intensidades para la construcción de pantanos, vías ferroviarias y puentes de carreteras, alcantarillas, etc. La División Hidrometeorológica también participa de forma regular en expediciones a glaciares para realizar observaciones meteorológicas y para llevar a cabo estudios glaciológicos de fusión de nieve.

Oficinas Meteorológicas de Inundaciones

En 1972 se diseñó un plan detallado para el desarrollo de una Organización Meteorológica de Inundaciones que preveía Oficinas Meteorológicas de Inundaciones (FMO) para las principales cuencas fluviales de la India como apoyo a los Centros de Predicción de Inundaciones de la Comisión Central del Agua. Ahora hay FMO en funcionamiento en Lucknow y Patna para el río Ganges, en Guwahati para el Brahmaputra, en Bhubaneswar para el Mahanadi, en Nueva Delhi para el Yamuna, en Jalpaiguri para el Teesta y en Ahmedabad para los ríos Narmada y Tapi.

Las FMO mantienen una vigilancia continua sobre los sistemas meteorológicos que afectan a las cuencas fluviales, informan de la precipitación caída en tiempo real y ofrecen predicciones semicuantitativas de precipitación para un período de uno o dos días. La asociación entre meteorólogos e ingenieros busca una mejor gestión del problema de las inundaciones.

Centro de Astronomía Posicional

Pandit Jawahar Lal Nehru, Primer Ministro de la India después de la independencia, previó la necesidad de un calendario unificado para toda la India con el fin de

detener la práctica existente de numerosos calendarios con distintas épocas y comienzos. En 1952 se constituyó un Comité de Reforma del Calendario bajo el Consejo de Investigación Científica e Industrial del Gobierno de la India con el Profesor M. N. Saha, F. R. S. como presidente. El Comité recomendó la preparación del almanaque náutico y de efemérides de la India, junto con los datos astronómicos habituales. También



Edificio Principal del IMD en Pune

se introdujo el calendario nacional de la India (el Calendario Saka) con la medida de "tithis, nakshatras, Yoga". Siguiendo estas recomendaciones en el IMD se creó la Unidad del Almanaque Náutico. El primer volumen del *Almanaque Náutico y de Efemérides de la India* para 1958 se publicó en marzo de 1957. La unidad, cuyo nombre se ha

cambiado por el de Centro Astronómico Posicional, también trabaja activamente en los eclipses solares.

Cooperación nacional e internacional

Ya en el siglo XIX las naciones del mundo reconocieron la necesidad de cooperación internacional para estudiar las variaciones del tiempo atmosférico y para aplicar el conocimiento obtenido en beneficio de la humanidad. Esto condujo a la creación, en 1873, de la Organización Meteorológica Internacional (OMI), a la que la India se unió como miembro en 1878. La primera sesión de la Comisión Regional de la OMI para Asia se celebró en Nueva Delhi en noviembre de 1948. S. K. Banerji, Director General de Observatorios, fue el presidente de la conferencia. La India fue miembro fundador de la OMM en 1951.

Muchos Directores Generales de Observatorios han ejercido como miembros del Consejo Ejecutivo de la OMM. P. Koteswaram fue el primer hindú elegido Vicepresidente de la Organización en el Sexto Congreso, en 1971 y N. Sen Roy fue elegido Segundo Vicepresidente en 1995. R. R. Kelkar, actual Director General y Representante Permanente de la India ante la OMM, es miembro del Consejo Ejecutivo de la OMM. El IMD ha contribuido prestando los servicios de muchos de sus funcionarios como expertos en los distintos comités y grupos de trabajo de los cuerpos constituyentes de la OMM. Más de 60 funcionarios del IMD han recibido formación profesional avanzada en ramas especializadas de meteorología en países extranjeros.

K. R. Ramanathan fue galardonado con el Premio OMI de 1961, y P. R. Pisharoty recibió el Premio en 1991.

El IMD participa en programas de cooperación bilateral, sobre ciencia y tecnología, entre la India y otros países. Participa activamente con la Asociación del Sur de Asia de Cooperación Regional y es miembro de su comité técnico sobre meteorología. El IMD es parte activa en el Experimento Asiático de Monzón GEWEX, en el CLIVAR y en INDOEX.

Al ser una ciencia interdisciplinar, hay que aprovechar las oportunidades de cooperación nacional e internacional para el desarrollo de la meteorología. El IMD seguirá apoyando de forma activa programas bilaterales y multilaterales, incluidas becas y ayuda técnica a países en vías de desarrollo.

El IMD también ofrece apoyo a actividades de investigación meteorológica en universidades, instituciones de investigación, sociedades científicas, institutos académicos, etc. Ha participado activamente en programas meteorológicos en la Antártida desde sus inicios.

El IMD en el nuevo milenio

Los desafíos que tienen ante sí los SMN en el siglo XXI son diversos y difíciles. Ello se debe a la creciente concienciación pública respecto al tiempo, a la predicción meteorológica y a las pérdidas debidas a riesgos naturales. Se requerirá de los SMN de todo el mundo que jueguen un papel importante en el desarrollo de políticas socioeconómicas.

No sólo en el ámbito nacional, también en el internacional se prestará más atención a la predicción estacional del clima, a las predicciones para varias estaciones, a los riesgos relacionados con el tiempo y sus avisos y a los problemas relacionados con el clima. Esto requerirá un Servicio Meteorológico eficaz y alerta para ayudar a los encargados de la toma de decisiones en temas de agricultura, desarrollo industrial y urbano, zonas costeras y gestión de valles fluviales.

En la India se está conociendo y apreciando cada vez más el papel de las aportaciones meteorológicas para tomar decisiones comerciales y sociales. Por lo tanto, los datos y productos meteorológicos tienen que hacerse a medida de las necesidades de los usuarios. Ello exige una nueva confianza en nuestros esfuerzos como colectivo mundial de Servicios Meteorológicos e Hidrológicos Nacionales. Es un área en el que también está surgiendo de forma rápida la empresa privada. Los proveedores de servicios meteorológicos comerciales están concentrando sus esfuerzos para competir con los SMN de todo el mundo. El desafío es así mayor para los países en vías de desarrollo, en vistas de la globalización. Se tiene que trabajar en nuevas estrategias para los próximos años para hacer frente a este desafío.

El fin último es la mejora en la red de observaciones, la recogida rápida y precisa de datos y su uso para ofrecer una predicción mejor en todas las escalas espaciales y temporales. Las inversiones en infraestructura están financiadas por el público, por ello hay que aumentar el rendimiento y hacerlo más visible para justificar estas inversiones. No es una tarea inferior. Nuestro pasado nos anima y el futuro nos llama para seguir hacia delante con confianza y esperanza. Estoy seguro de que podemos pensar con ilusión en ofrecer un servicio eficaz y rentable en el nuevo milenio.

Para que los servicios del IMD sigan siendo importantes para las necesidades nacionales e internacionales, se requiere una continua actualización de su esfera de acción y de su contenido. Esto supone una componente fuerte de investigación y desarrollo en cada área de actividad nueva. Además se propone intensificar los esfuerzos de investigación en áreas seleccionadas tales como clima y medio ambiente, nacionalmente y ofreciendo becas a otras instituciones.

Consejo Ejecutivo de la OMM

Quincuagesimosegunda sesión

Ginebra, 16-26 de mayo de 2000

Programa de la Vigilancia Meteorológica Mundial (VMM)

Sistemas básicos

El Consejo Ejecutivo expresó su preocupación por la diferencia cada vez mayor entre el nivel de los servicios adecuados ofrecidos en los países desarrollados y los de los países en vías de desarrollo. Se planteará un

enfoque estratégico dirigido a salvar esta diferencia en el mantenimiento de los sistemas básicos meteorológicos, especialmente en lo referente a la creación, funcionamiento, mantenimiento e intensificación de los sistemas de observación y de telecomunicaciones. El Consejo pidió asociaciones eficaces de todos los países en cuanto a la modernización de sus sistemas