

gicos, estaciones para la recepción e interpretación de imágenes de satélites y equipos de telecomunicaciones. Cada año un grupo de alumnos va a la Unión Soviética para recibir formación profesional en campos especializados tales como la aerología, informática y telecomunicaciones.

El procesamiento automatizado de la información operativa y de otras informaciones meteorológicas e hidrológicas significó que los anteriores métodos de análisis subjetivo aproximado podían sustituirse por métodos de predicción hidrodinámica y fisicoestadística. Las predicciones con diversos períodos de validez y varios grados de resolución resultan de excepcional importancia para la economía de Mongolia. Se ha prestado una especial atención al estudio de la contaminación del aire, el agua y el suelo debida a las actividades del hombre.

En 1966, se creó el Instituto de Meteorología e Hidrología y, a partir de sus trabajos de investigación, se han elaborado y publicado manuales y atlas sobre los recursos climáticos, hidrológicos y agroclimatológicos de Mongolia. Los resultados de las investigaciones son publicados anualmente por el Instituto en mongol, con notas en ruso e inglés.

A lo largo de los últimos 50 años el Servicio Hidrometeorológico de Mongolia ha desarrollado sus actividades de cooperación internacional. Ha habido amistosos intercambios bilaterales de científicos y técnicos con el Comité Estatal para la Hidrometeorología y la vigilancia del medio ambiente natural de la URSS y con el Servicio Meteorológico de la República Democrática Alemana. Expertos de Mongolia tomaron parte en las expediciones soviéticas al Antártico y en el MONEX, así como en otros programas relacionados con el estudio de la circulación atmosférica sobre los océanos Pacífico e Indico.

El centro conjunto soviético/mongol para la investigación de la alta atmósfera, que lanza cohetes-sondas con regularidad, ha alcanzado una alta reputación. El Servicio de Mongolia también es un participante activo de la Conferencia de Directores de los servicios meteorológicos e hidrometeorológicos de los países socialistas.

Desde que entró a formar parte como Miembro de la OMM en 1963, Mongolia ha participado activamente en los diversos programas de la Organización, poniendo énfasis en la utilización de los logros científicos hidrometeorológicos, exclusivamente con fines pacíficos y en bien de toda la humanidad. A través de la OMM, a su vez Mongolia ha recibido asistencia técnica en forma de equipos, servicios de expertos y ayudas a través del PNUD y del PCV.

Puede decirse que basándose en la fuerza de sus principales logros en la investigación científica y en las aplicaciones prácticas de sus resultados, el Servicio Hidrometeorológico de la República Popular de Mongolia puede celebrar su cincuenta aniversario con un orgullo justificado.

CONTROL DEL NIVEL DEL MAR EN EL OCEANO INDICO SUROCCIDENTAL

*Por S. RAGOONADEN **

Desde hace tiempo la variación del nivel del mar ha sido considerada como un índice importante en el estudio de las tendencias climáticas a largo plazo. Aunque los cambios del

* Servicio Meteorológico de Mauricio.

nivel del mar, en el pasado, pueden atribuirse a una combinación de muchos factores, se ha encontrado que las más importantes son las señales asociadas con las fluctuaciones climáticas. De hecho, los datos sobre el nivel del mar han adquirido una considerable importancia desde que se vio que eran un elemento prometedora para la explicación del desarrollo de *El Niño*, un fenómeno que tiene repercusiones de gran alcance en la circulación general de la atmósfera, provocando una desorganización generalizada de las configuraciones del tiempo alrededor del globo. Por ello, no resulta sorprendente que muchas organizaciones internacionales interesadas por el tiempo y el clima estén coordinando sus esfuerzos para obtener de forma sistemática datos sobre el nivel del mar de todos los océanos.

Usos y aplicaciones de los datos del nivel del mar

El análisis de largas series cronológicas de datos del nivel del mar pueden proporcionar mucha información sobre los procesos interactivos océano/atmósfera, y los usos y aplicaciones de los datos del nivel del mar son numerosos. Permiten tener introspección sobre cualquier cambio del volumen oceánico asociado a la fusión de las capas de hielo polar, consecuencia del calentamiento potencial debido al "efecto de invernadero", y también sirven como valiosos datos de entrada de los modelos numéricos para la investigación de la dinámica del océano y la estimación del almacenamiento de calor oceánico a través de la dilatación resultante de los cambios en la temperatura media.

Los datos del nivel del mar también son utilizados con fines no meteorológicos, tales como la navegación de buques en las proximidades de los puertos, el estudio de los desplazamientos de la corteza terrestre o los cálculos del nivel medio del mar que sirvan como plano de referencia. Más aún, los datos del nivel del mar tienen amplias aplicaciones para actividades operativas y en el diseño de la ingeniería costera. El control a largo plazo puede facilitar estadísticas para el cálculo de períodos de retorno de acontecimientos extremos, un requerimiento primordial para el diseño de las defensas costeras. También son importantes para la detección de maremotos y para la preparación de avisos previos de inundaciones costeras, debidas a ondas de mareas.

Métodos para la observación del nivel del mar

Para obtener un registro continuo de las variaciones del nivel del mar, pueden controlarse dos parámetros básicos: el nivel de la superficie del mar, o bien la presión en un punto fijo en el fondo del mar. El nivel de la superficie del mar puede medirse mediante un flotador en el interior de un depósito amortiguador (el cual amortigua las oscilaciones de las olas de período corto). El desplazamiento vertical del flotador puede registrarse de forma continua por medios gráficos o en forma digital con intervalos discretos sobre una cinta magnética o cinta de papel perforado. La presión medida por una sonda barométrica en el fondo del mar, puede relacionarse con la altura de la superficie del mar mediante la ecuación hidrostática; el registrador puede estar situado en el fondo del mar o en la orilla, conectado al sensor submarino mediante tubos de presión o cables eléctricos. El último sistema (presión) tiene algunas ventajas respecto al primero en el sentido de que no resulta necesario un malecón.

El Sistema mundial de observación del nivel del mar

El COI está promoviendo el Sistema mundial de observación del nivel del mar (SMONM) para lo cual se han seleccionado 250 estaciones en el contexto de las prioridades del TOGA y del Experimento Mundial sobre la Circulación Oceánica. Ya son muchas las estaciones que están operativas, algunas necesitan mejorarse o reactivarse, pero aún se necesitan establecer 100 nuevas estaciones.

En el océano Pacífico es donde la red de observación del nivel del mar casi ha alcanzado un estado satisfactorio. Desde 1985, está operativo un proyecto piloto sobre el nivel medio del mar, coordinado por el SGISO, con fines de avisos de maremotos. Sobre una base rutinaria se preparan mapas de las anomalías mensuales del nivel medio del nivel del mar y se publican como uno de los índices globales en el mensual *Climate diagnostics bulletin*, editado por el Centro de Análisis Climático de los EE.UU.

En el océano Indico aún queda mucho por hacer antes de que las informaciones sobre el nivel del mar adquieran un carácter rutinario. Con este fin, el COI y el SGISO han puesto un gran interés en desarrollar en la región un programa de control del nivel del mar. Ha sido planeada una red con emplazamientos tanto en las regiones ecuatoriales como en las latitudes medias, con el objeto de controlar procesos específicos tales como el desarrollo anual de una corriente límite procedente del oeste, la dinámica oceánica ecuatorial, el intercambio de agua entre los océanos Pacífico e Indico a través del archipiélago indonésico y el fortalecimiento de la circulación antártica.

Las actividades en el suroeste del océano Indico

Se organizaron dos programas de formación profesional sobre control del nivel del mar en el suroeste del océano Indico (en septiembre de 1983 y junio de 1984), por el Instituto de Servicios Oceanográficos de Bidston (Reino Unido), quien mantiene el Servicio permanente para el nivel medio del mar. La Universidad de Hawaii está patrocinando la red de estaciones para el control del nivel del mar bajo la dirección del conocido oceanógrafo, Profesor Klaus Wyrtki, y el Sr. Ted Murphy visitó la región en junio y julio de 1986, para asesorar y ayudar en el montaje de nuevas estaciones. Hasta el momento se han instalado equipos en cuatro emplazamientos: uno en la República Unida de Tanzania, otro en Kenya y dos en Mauricio. La segunda fase del programa contempla el montaje de estaciones en las Maldivas y en Diego García (archipiélago de Chagos).

Medios e instalaciones en Mauricio

Se había estado utilizando en Mauricio durante varios años, hasta 1975, una sonda Munro de tipo flotante para el nivel del mar, para controlar las mareas en el muelle de Puerto Luis. El régimen de mareas fue bien estudiado y se encontró que la amplitud era pequeña y no resultaba muy significativa para fines de navegación. En consecuencia, cuando la sonda quedó fuera de servicio no fue sustituida ni reparada. Sin embargo, ahora se reconoce la importancia de los datos del nivel del mar para otros fines, y el Servicio Meteorológico de Mauricio (SMM) se ha tomado interés por el SMONM y está proporcionando medios e instalaciones locales.

El Sr. Murphy llegó a Mauricio procedente de Kenya, a principios de julio de 1986. Antes de su llegada se había seleccionado el emplazamiento en la zona de Puerto Luis, con la ayuda del jefe del muelle de la Autoridad Marítima de Mauricio (AMM). El Organismo Central de Aguas facilitó amablemente un tubo de cemento amiantado de seis metros de largo y 12 cm. de diámetro para que sirviese como depósito amortiguador. Bajo las directrices del Sr. Murphy, y con la ayuda del personal del SMM, la instalación quedó terminada en tres días, quedando operativa la sonda de nivel del mar. Estamos muy agradecidos a la División de Estudios del Ministerio de Vivienda, Tierras y Medio Ambiente por dirigir el ejercicio de nivelación para poner a cero la sonda de mareas según el punto de referencia nacional.

Tras adquirir esta experiencia, el SMM asumió entonces la completa responsabilidad para instalar un instrumento en la isla de Rodríguez (600 km al ENE de Mauricio). Se

hizo una visita preliminar a principios de septiembre para elegir el emplazamiento y hacer los preparativos necesarios. Tan pronto se obtuvo el permiso de la AMM para la utilización del emplazamiento elegido, se procedió al transporte de la tubería y de la sonda. Un equipo formado por dos funcionarios del SMM y otro de la AMM se desplazaron a Rodríguez a principios de noviembre y, ayudados por técnicos del servicio portuario de Rodríguez y de la división de trabajos del Ministerio para Rodríguez, la instalación se completó en pocos días. El primer registro gráfico de las mareas en la isla se obtuvo el 6 de noviembre de 1986. Los primeros valores diarios y mensuales del nivel del mar de Mauricio y Rodríguez han sido enviados a Hawaii y a Bidston.

El próximo objetivo es el montaje de una sonda, tipo burbuja, en la isla de Agalega (1000 km al norte de Mauricio), un emplazamiento al que se le ha dado máxima prioridad.

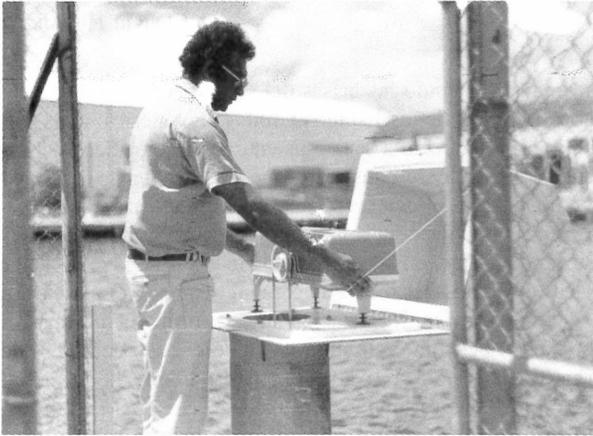


Figura 1.- La sonda de nivel del mar en Puerto Luis, Mauricio.

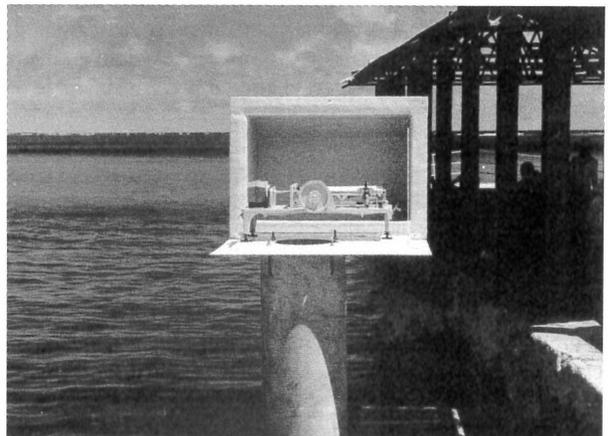


Figura 2.- La instalación de la sonda en la isla de Rodríguez. Fotografías: Servicio Meteorológico de Mauricio.

A modo de conclusión

La mayoría de los países que bordean el océano Indico tienen, hay que admitirlo, otras prioridades más importantes que la investigación del clima. Sin embargo, el programa del nivel del mar es uno a través del cual muchos países en desarrollo pueden contribuir, sin

demasiados costes financieros, a una causa que eventualmente les resultará beneficiosa. La tecnología y los recursos locales necesarios para un programa de control a largo plazo son modestos en comparación con otros sistemas. El instrumento es sencillo de instalar y de manejar. De hecho, la participación en el Sistema mundial de observación del nivel del mar representa una pequeña, pero extremadamente valiosa, contribución para aquellos países que no disponen de recursos para programas de control e investigación más importantes.

LA CAZA DE TORMENTAS EN LOS EE.UU.

Por David HOADLEY¹

El primer día cálido de la primavera, cuando las brisas del sur procedentes del golfo de México soplan sobre las Grandes Llanuras de los Estados Unidos de América, unas tres docenas de personas a lo largo del país comienzan a sacar sus equipos fotográficos del armario y a desplegar sus mapas de carreteras. Esto constituye uno de los rituales de la primavera para un tipo especial de entusiasta del tiempo conocido como el “cazador de tormentas”. Colectivamente constituyen una pequeña pero creciente asociación de fotógrafos aficionados que planifican sus vacaciones, sus actividades profesionales e incluso su lugar de residencia en torno a las fuertes tormentas del medio oeste americano. Su entusiasmo les lleva a recorrer esta extensa y abierta llanura, localizar en su estado incipiente una célula convectiva en desarrollo y grabar en película o en cinta de video el ciclo completo de vida de una fuerte tormenta. En particular están motivados por la esperanza de que serán testigos de la suprema manifestación de estas tormentas: un tornado. No es el poder destructivo de este fenómeno lo que atrae al cazador de tormentas, sino más bien la fascinación de confrontar y grabar una maravilla natural relativamente rara y visualmente impresionante y admirarse ante su simetría, estructura y evolución. Las personas que comparten la pasión de observar estas fuertes tormentas abarca una gama que va desde meteorólogos y abogados hasta panaderos y carpinteros. Cualquiera que sea su formación personal y profesional, cada uno lleva con esta afición una considerable paciencia, tenacidad y amor y respeto a la naturaleza.

La geografía del medio oeste americano y los estados llanos ofrecen una disposición única para producir más células tormentosas intensas que cualquier otra parte del mundo. Brevemente, las principales características son: las Montañas Rocosas, al oeste, que secan los vientos dominantes del oeste en los niveles medios; el Golfo de México, al sur, sin ninguna barrera que interrumpa el flujo de aire cálido y húmedo que va hacia Canadá; y la meseta seca y cálida del suroeste que envía aire aún más cálido hacia la tropopausa para poner sobre la región una tapadera constituida por una capa de inversión. Esta es la zona de mezcla que hay en medio del continente y que localmente se denomina “El pasillo de los tornados”.

Hay un conjunto de circunstancias que han facilitado la caza de tormentas a lo largo de los últimos decenios: (a) durante el decenio de 1950 hubo un rápido progreso sobre el conocimiento de la dinámica general de las tormentas que provocan tornados, incluyendo referencias visuales sobre la estructura de la tormenta; (b) la predicción al público sobre los episodios de tiempo muy malo mejoró de una manera sustancial durante el decenio de 1960;

¹ Un cazador de tormentas de Virginia, EE.UU.