

vacación meteorológicos. La OMM podría dar asesoramiento a sus Miembros acerca del acceso a los productos y a la información de otros SMN y podría alentar trabajos en cooperación entre países para compartir datos, predicciones y avisos meteorológicos. Esto podría tener consecuencias especiales durante los fenómenos desastrosos que traspasan las fronteras nacionales, como las riadas máximas que bajan por un río de un país a otro o una tormenta fuerte atravesando fronteras. Podrían crearse señales o símbolos internacionales como las de la circulación rodada para avisar del tiempo inminente o de otros desastres naturales, o incluso simplemente para mostrar la predicción meteorológica del día.

El principal objetivo a largo plazo del PSMP es reforzar la capacidad de los Miembros para suministrar al gran público servicios meteorológicos detallados y alentar un mejor conocimiento de éste de las capacidades de los Servicios Meteorológicos y de cómo utilizar sus servicios más adecuadamente. Mejorando las técnicas y las tecnologías de presentación y difusión mediante alguno de los medios que se han descrito, se habrá dado ya un gran paso hacia la consecución de dicho objetivo a largo plazo. Todos los Miembros, desde los que poseen servicios meteorológicos para el público fuertes hasta los que los están desarrollando, y la comunidad internacional en conjunto, se beneficiarán de estos trabajos en cooperación.

CALIMA DE HUMO SOBRE SINGAPUR, MALASIA E INDONESIA

Por el SERVICIO METEOROLÓGICO de SINGAPUR

Introducción

Entre agosto y octubre de 1994, una espesa calima de humo envolvió la región de Singapur, Malasia y parte de Indonesia. Los episodios de calimas no son nada nuevo para esta región; en los últimos 17 años

ha habido siete casos de calimas espesas, aunque el último episodio se cree que ha sido el más intenso. Estos episodios prevalecen durante el período del monzón del suroeste que normalmente es seco (el monzón del este en Indonesia), entre julio y octubre,

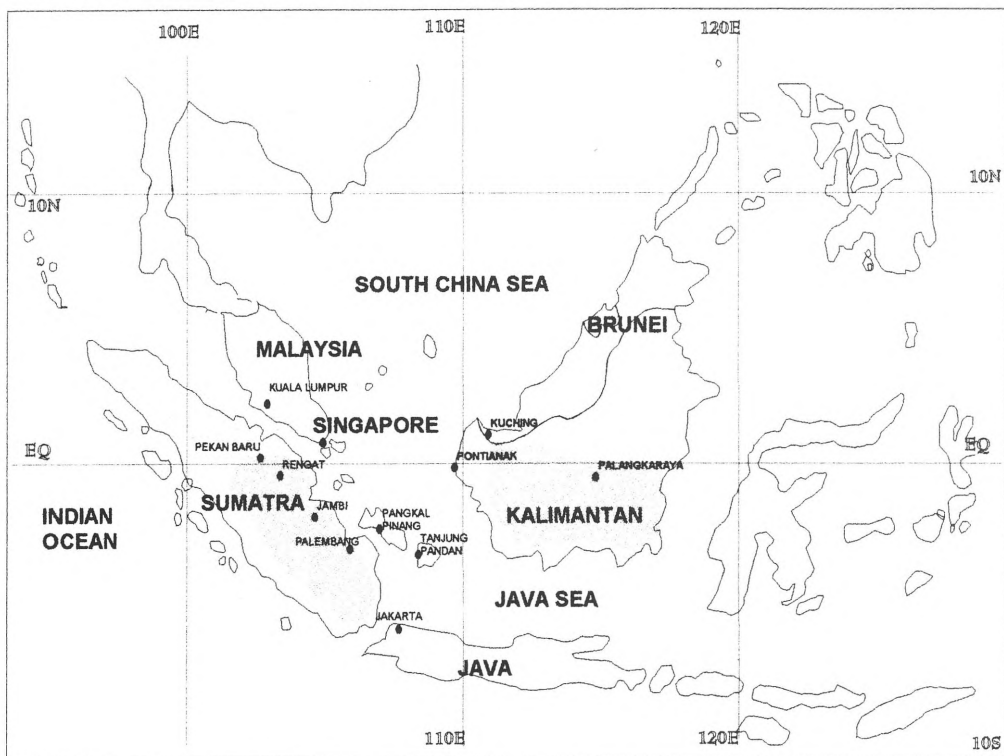


Figura 1 — Mapa regional; el sombreado marca las zonas de incendios forestales

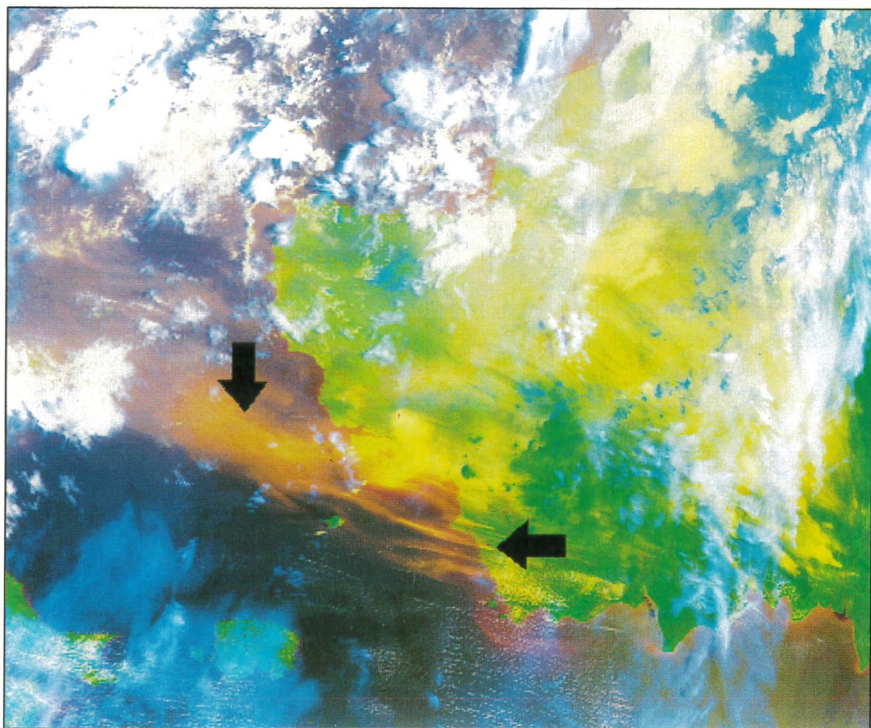


Figura 2 — Penachos de calima de humo (señalados con flechas) sobre Kalimantan, Indonesia, el 17 de octubre de 1994 a las 0144 TU (NOAA-11, Canales 1, 2 y 4)



Figura 3 — La zona de la calima de humo, marcada en amarillo, el 30 de septiembre de 1994, a las 0217 TUC (NOAA-11)

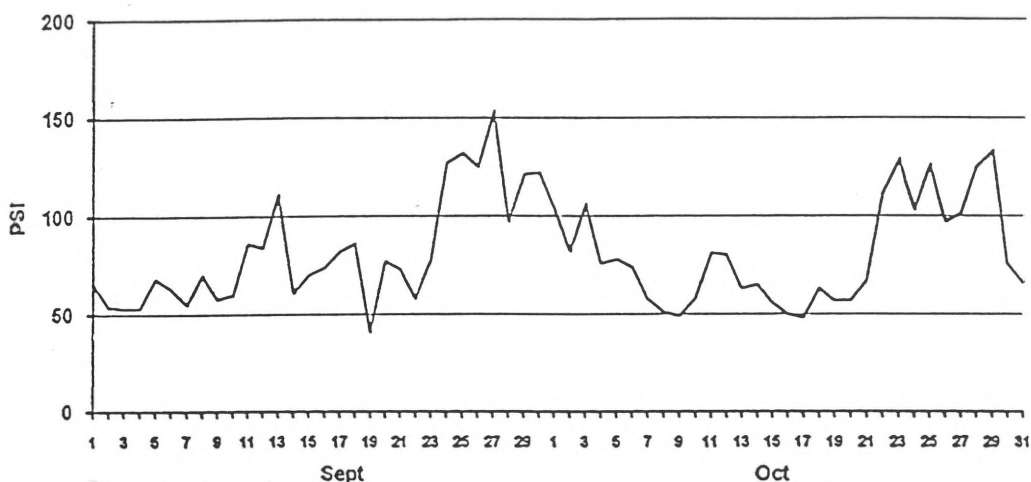


Figura 4 — Índice INC diario del MP 10 registrado sobre Singapur desde el 1 de septiembre al 31 de octubre de 1994. Las lecturas están promediadas en un período de 24 horas, desde la medianoche del día actual a la medianoche del día siguiente

en que los bosques y las tierras son más vulnerables a los incendios.

En 1994, el episodio de calima fue ocasionado por los vientos que transportaban el humo de los incendios que causaban estragos en amplias zonas de la selva tropical y en las tierras cultivadas del centro y el sur de Sumatra y del sur de Kalimantan, en Indonesia. Algunos de estos incendios se debieron a las prácticas de los agricultores de desbrozado por quema y al empleo del fuego para quemar y clarear los bosques para su uso comercial y agrícola, para el establecimiento de asentamientos y para la obtención de leña. Otras causas fueron los incendios espontáneos de la vegetación seca, así como de los depósitos de carbón y de turba de Kalimantan. Los informes de prensa indican que a lo largo de tres meses los incendios arrasaron más de 5 millones de hectáreas de monte bajo, plantaciones y bosques de Sumatra y Kalimantan.

La espesa capa de calima trajo consigo una degradación de la calidad del aire de la región, dando origen a muchos informes de irritaciones oculares y de problemas respiratorios. La reducción drástica de la visibilidad en superficie perturbó las operaciones en los vuelos para algunas zonas de Indonesia, tales como Jambi en Sumatra y Palangkaraya en Kalimantan.

La figura 1 muestra las zonas de Sumatra y de Kalimantan que se vieron afectadas por los incendios de bosques y monte bajo durante el episodio de 1994.

Detección rápida y vigilancia de la calima

La vigilancia de los incendios forestales y de las condiciones de calima de humo a gran escala las realizó el Servicio Meteorológico de Singapur utilizando los datos AVHRR de satélite procedentes de los satélites de órbita polar NOAA de los EE.UU. Utilizando una combinación de las imágenes de satélite en tres canales, es decir, CH-1 (visible), CH-2 (infra-

rojo cercano) y CH-4 (banda infrarroja), y las técnicas de tratamiento de imágenes para diferenciar las nubes de las calimas de humo, se pudieron vigilar a diario los incendios forestales y la calima de humo consiguiente. Además, los "puntos calientes" asociados a los incendios se pudieron localizar usando los datos AVHRR del CH-3 de los NOAA y en las fotografías de los satélites aparecían como puntos rojizos. La figura 2 es una composición fotográfica a partir de las imágenes de los satélites NOAA que muestra la presencia de incendios forestales en Sumatra y Kalimantan.

Los datos AVHRR de los satélites NOAA de los EE.UU. fueron complementados con los del Satélite Meteorológico Geoestacionario Japonés (GMS IV), así como con las observaciones rutinarias de superficie recibidas de las estaciones meteorológicas de la región.

Evolución del episodio de 1994

En 1994, la calima de humo sobre la región comenzó con fuegos forestales aislados en el centro y sur de Sumatra, durante el mes de julio. Se detectaron a través del satélite NOAA y de informaciones de superficie recibidas en Singapur. Los vientos dominantes del oeste arrastraron los penachos de humo. Hacia la última semana de agosto los fuegos se habían propagado, como lo demostraba la extensión de la espesa calima de humo sobre Singapur y la Malasia peninsular el 24 de agosto. La visibilidad meteorológica sobre Singapur bajó hasta estar entre 2 y 4 km el 28 y el 29 de agosto. Mientras tanto, en Kalimantan continuaban aumentando las áreas afectadas por los incendios forestales. Estos fueron confirmados por los informes de presencia de humo generados por distintas estaciones meteorológicas de Sumatra y Kalimantan, entre ellas Pekan Baru, Rengat, Jambi, Palembang y Pontianak.

Los incendios forestales, mantenidos por el tiempo seco del mes de septiembre, ocasionaron una propagación gradual de la calima de humo sobre Malasia, Singapur, Brunei Darussalam y zonas del Mar de China Meridional, debido a los vientos del sureste al suroeste. Del 24 al 30 de septiembre, la calima sobre Singapur fue especialmente espesa, descendiendo la visibilidad a 500 metros en algunas zonas.

Una variación importante de la dirección del viento, causó cierta mejoría en la situación de la calima de humo sobre Malasia, Singapur y Brunei Darussalam, especialmente entre el 6 y el 21 de octubre. Durante este período, una incursión de vientos del este al noreste sobre la región, y la consiguiente retirada hacia el sur de los vientos del sureste al sur, supuso un alivio temporal. Sin embargo, los informes de los satélites y de superficie continuaron mostrando la presencia de incendios forestales y de calima de humo sobre el centro y el sur de Sumatra y sobre el sur de Kalimantan.

Después de dos semanas de respiro, el 22 de octubre, un giro de los vientos a la dirección sur y suroeste, trajo de nuevo una espesa calima de humo. El cambio del viento estuvo influido por la presencia del huracán *Teresa* en el Mar de China Meridional. Después del 30 de octubre, un aumento de la presión en superficie sobre China trajo a la región vientos monzónicos del noreste que rápidamente disiparon la calima de humo. El aumento de las lluvias también contribuyó a la rápida mejoría de la situación, así como a una importante reducción de los incendios en Indonesia.

La calidad del aire en Singapur

El Ministerio de Medio Ambiente vigiló la calidad del aire en Singapur, empleando una medida basada en el Índice Normalizado de Contaminantes (INC), desarrollado por el Organismo de Protección Ambiental de los EE.UU. Es un índice relacionado con la salud (promediado para un período de 24 horas) en una escala de 0 a 500. Las lecturas de 0-50, 50-100, 100-200, 200-300 y 300-500, indican unos niveles "bueno", "moderado", "perjudicial", "muy perjudicial" y "peligroso", respectivamente, de la contaminación del aire. Durante la mayor parte del año, la calidad del aire en Singapur se mantiene en el margen de bueno.

La figura 4 muestra el INC para el PM 10 (masa de partículas inferior a 10 μm) sobre Singapur, durante el período del 1 de septiembre al 31 de octubre de 1994. La variación diaria de la capa de calima de humo y, por lo tanto, del INC, dependía mucho de la dirección de los vientos dominantes (con vientos del sudeste y del sudoeste favoreciendo el transporte de calima de humo hacia Singapur) y de la intensidad de los incendios forestales en Sumatra y Kalimantan.

Durante la primera mitad de septiembre, la calidad del aire permaneció principalmente en el intervalo de moderado, alcanzando los niveles perjudiciales por primera vez el 13 de septiembre y, de nuevo, a finales de septiembre y comienzos de octubre. El 27 de septiembre se registró en el INC un valor máximo de 153. (En 1991, última vez que la región se vió envuelta en una calima espesa, el máximo valor del INC registrado en Singapur fue de 97, tope superior del nivel de moderado). A comienzos de octubre, una variación significativa de la dirección del viento hizo que el índice descendiera hasta un margen de bueno a moderado. Dos semanas más tarde, un giro de los vientos nuevamente hacia el sur volvió a traer la calima, reduciendo la calidad del aire hasta el nivel de perjudicial. El establecimiento de vientos del norte a comienzos de noviembre hizo retornar el índice al nivel de bueno.

Simulación numérica de la calima de humo

Durante la aparición de la calima de humo, el Servicio Meteorológico de Singapur realizó estudios de simulación numérica empleando modelos de dispersión de la contaminación para predecir el comportamiento de la calima de humo al ser transportada y dispersada por el viento dominante. El resultado del modelo, según se presenta en la figura 5, muestra la distribución de la calima de humo, que tiene una configuración similar a la observada por los satélites (véase la figura 3).

Conclusiones

La calima de humo experimentada desde agosto a octubre de 1994 se piensa que es la peor que hayan sufrido nunca Singapur y Malasia. Fue ocasionada por incendios forestales en el centro y sur de Sumatra y Kalimantan. Después, los vientos dominantes del sudeste al sudoeste transportaron las

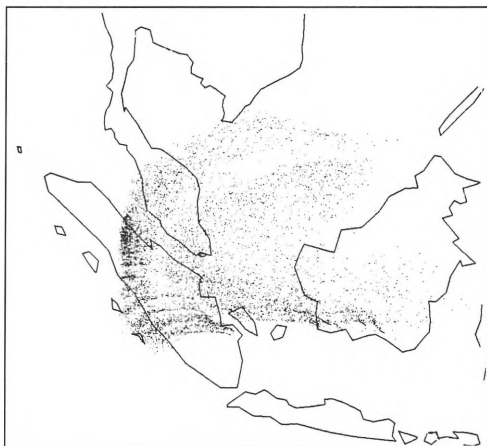


Figura 5 — Resultados del modelo de difusión, válidos para el 30 de septiembre de 1994 a las 0001 TU

partículas de humo sobre la región de Singapur. A la persistencia y espesor de la calima de humo también contribuyeron el tiempo anormalmente seco y las condiciones atmosféricas estables. En la primera semana de noviembre, el retorno de los vientos del norte al nordeste y el aumento de las lluvias, condujeron a su rápida desaparición.

Los datos de satélite resultaron muy útiles y eficaces para vigilar los incendios forestales y la calima de humo. También fueron muy útiles en la verificación cualitativa del resultado del modelo.

Durante todo el episodio se mantuvo informado al público en todo momento a través de prensa,

radio, televisión y teléfono, de la última situación local y regional de la calima de humo y de la calidad local del aire. También se pusieron a disposición del público los mapas actualizados representando la extensión de la calima, los vientos dominantes y la visibilidad meteorológica horaria observada sobre Singapur, pudiendo accederse a los mismos mediante un sistema de facsímil de contestación automática a una llamada telefónica. La información suministrada sirvió no sólo para informar al público en general, sino también para mitigar algunas de sus preocupaciones sobre la prolongada presencia de la espesa calima de humo y sobre sus efectos.

LOS DATOS HIDROLÓGICOS EN LA ERA DE LA INFORMACION¹

Por Marshall E. Moss²

Estamos en la era de la información y, como hidrólogos responsables, debemos participar activamente en garantizar que la información hidrológica esté disponible en la cantidad adecuada y en el formato apropiado, de manera que las decisiones futuras sobre los recursos hídricos se hagan sobre una base firme. Para cada uno de nosotros existen muchas opciones en la forma de desempeñar este papel. Aunque la decisión sobre el camino que cada uno deba emprender para alcanzar el objetivo de la información es individual, dichas decisiones no son independientes; mediante la creación y aplicación de nueva tecnología para generar información hidrológica, se crea un efecto sinérgico que un ejecutivo racional no puede ignorar. Este trabajo intenta describir cómo funciona la sinergia y cuál es la mejor manera de aprovecharla como individuos.

La convocatoria de este cursillo práctico¹ fue sintomática de un paso significativo en la evolución de la hidrología. Durante mucho tiempo, nos hemos preocupado por crear redes de datos hidrológicos, sin reconocer suficientemente que los datos, en sí mismos, no eran la finalidad. La cuantificación de la información que los datos contienen y el diseño de los sistemas para optimizar, en cierto sentido, la información que se genera, representan un avance importante hacia la rectificación de algunos puntos de vista del pasado, en cierta manera miopes. Sin embargo, la información en sí misma tampoco es un objetivo. En distintos aspectos de la toma de decisiones acerca de los recursos hídricos, se ha demostrado que los impactos económicos de los datos no están correla-

cionados linealmente con la información que los datos contienen (Moss, 1970; Maddock, 1973; Dawdy, 1979). De hecho, la información que se emplea mal puede tener un efecto nocivo sobre una decisión, y en estos casos se puede decir que los datos en que se basa tienen un valor económico negativo (Moss y otros, 1978). Esto queda bien demostrado en el siguiente ejemplo sobre la calidad del agua.

La continua evolución de la tecnología moderna nos ha proporcionado la capacidad de medir la presencia de compuestos químicos a niveles de concentración en el agua cada vez más bajos, lo que puede conducirnos a nuevos datos e informaciones para el bienestar de la humanidad. Sin embargo, para elementos químicos que no dañan al medio ambiente en tales concentraciones, la información de su aparición en una masa de agua puede llevar a gastos reaccionarios y despilfarradores en el intento de "remediar" un problema que no existe. Si no se hubiera dispuesto de los datos sobre la existencia de compuestos químicos no peligrosos, los fondos hipotéticos no se habrían gastado. Así, un mal uso de los datos y de su información asociada puede conducir de forma directa al agravamiento de una situación.

La moraleja del ejemplo anterior es que el diseño de un sistema de información debe estar influido por la tecnología de la toma de decisiones que va a emplearse en la consecución del objetivo o del conjunto de objetivos que ha sido el impulso para crear el sistema. Si la tecnología decisoria y el sistema de información no están acoplados en la

1 Este trabajo se publicó por primera vez en forma modificada en las *Actas del Simposio Internacional sobre el Diseño de Sistemas de Información de la Calidad del Agua*, Colorado State University, 1989; R.C. Ward, J.C. Loftis y G.B. McBride (Eds).

2 Bayeswater, Tucson, Arizona, EE.UU.