

real está determinado en gran manera por la potencia máxima del transmisor, el tamaño de la antena y la capacidad de barridos de volumen. En muchas situaciones, un radar totalmente coherente de tercera generación con menor potencia y con amplia capacidad de pulsos, puede ofrecer un funcionamiento satisfactorio a un precio más bajo.

El tamaño de la antena es uno de los principales factores de coste. El coste de la antena de un radar, el domo, etc..., es una función exponencial de su tamaño. Duplicar el tamaño de la antena hará que supere el precio en más del doble de su valor igual que ocurre con el coste del domo y requerirá una torre más robusta para soportarlo. La razón para utilizar antenas más grandes es conseguir haces más estrechos. Lo que intenta el haz del radar es ser una

sonda larga y delgada introducida en la atmósfera. Cuanto más estrecho sea el haz mejor, pero también más caro. La relación entre el tamaño de la antena y la amplitud del haz está definida por los fundamentos físicos de las ondas electromagnéticas. Para muchos fines meteorológicos se usa normalmente un haz de amplitud de  $1^\circ$ , correspondiendo a una antena parabólica de 4,3 m de diámetro (14 pies), para el radar de banda-C.

Estos costes no incluyen las obras civiles necesarias, la torre, el mobiliario del edificio, etc. Una estimación completa de los costes debe incluir todas las obras civiles así como las comunicaciones de los datos necesarias para enviar los datos del radar desde su emplazamiento al centro de tratamiento y, finalmente, a los usuarios de los datos. □

## NUEVOS MÉTODOS PARA AUTOMATIZAR LAS OBSERVACIONES VISUALES

Por Michel LEROY\*, Dave DOCKENDORFF\*\* y Jaan KRIJUS\*\*

### Introducción

Las medidas meteorológicas han venido haciéndose durante decenios utilizando medios electrónicos. Esto ha permitido la medición, el proceso, la grabación y la transmisión automáticos de la lectura, es decir, sin intervención de un observador. Inicialmente, las variables medidas automáticamente (por ejemplo la temperatura y la presión) eran tales que el dato medido electrónicamente no diferiría sustancialmente de las lecturas proporcionadas por un observador. A medida que la tecnología avanzaba, la automatización de las medidas en muchos países llegó a ser menos cara que el coste de emplear a un observador. Al mismo tiempo, los usuarios de los datos ganaron más experiencia y confianza en los datos medidos automáticamente. Esto condujo a una presión cada vez mayor para automatizar las medidas de, esencialmente, todas las variables meteorológicas importantes.

Sin embargo, la medición automática de las observaciones visuales ha presentado dificultades

reales. Una de las variables difíciles de medir automáticamente ha sido el tiempo presente. En el pasado, era observado por una persona que, después de una formación profesional adecuada, hacía un juicio sobre la clase e intensidad de la precipitación junto con cualquier obstrucción en la visión. La utilización de un instrumento para intentar acercarse a la actuación de un observador frente al tipo de precipitación, generalmente ofrece datos que son similares, pero no idénticos, a los suministrados por un observador. Hay, además, condiciones bajo las cuales puede fallar el instrumento para actuar con precisión. Un usuario acostumbrado a las observaciones suministradas por una persona e ignorante de las características del instrumento de medida, estará en peligro de interpretar mal el dato suministrado y, en algunas situaciones, tomar decisiones operativas erróneas.

Al mismo tiempo, los intentos de utilizar instrumentos para medir variables como la visibilidad y el tiempo presente, han conducido a la necesidad de comprender la física y a cuantificar con más precisión las variables consideradas. Los resultados de estos nuevos instrumentos no pueden compararse directamente con las observaciones humanas clásicas. Más aún, las observaciones visuales y las claves asocia-

\* *Météo-France, Trappes, France*

\*\* *Atmospheric Environment Service, Downsview, Ontario, Canadá*

das fueron definidas antes de disponer de las nuevas técnicas y tecnologías de observación. Así, algunos de los datos suministrados por las claves no serán los adecuados durante mucho más tiempo. Por otra parte, mientras los nuevos sensores son capaces de proporcionar diferente información, que puede ser útil a los usuarios, las claves actuales no permiten transmitirla. Esto subraya la necesidad de que los usuarios revisen y redefinan sus necesidades de datos a la luz de las nuevas tecnologías de automatización.

### **Automatización de las observaciones visuales y subjetivas; presente y futuro**

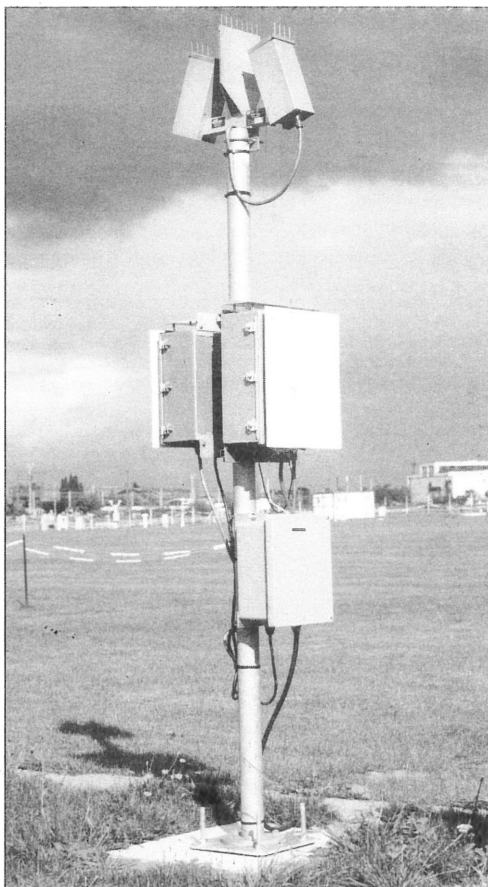
El uso de equipos automáticos de observación del tiempo continúa aumentando con rapidez entre los Miembros de la OMM. Las capacidades de algunos de estos sistemas han mejorado hasta el punto de que países como Canadá y los EE.UU. los están utilizando como único equipo para aplicaciones aeronáuticas. Además, los importantes avances en la capacidad de telecomunicación están haciendo posible el obtener datos de alta resolución mediante estos equipos.

Para revisar la situación de las nuevas tecnologías y su ejecución, la Comisión de Instrumentos y Métodos de Observación (CIMO) convocó una reunión de expertos en instrumentos, representantes de las comisiones de la OMM y fabricantes de sensores meteorológicos para preparar las líneas maestras y las recomendaciones a enviar a la duodécima reunión de la CIMO (mayo de 1998). Esta reunión de expertos tuvo lugar en mayo de 1997 en el Centro de Instrumentos de *Météo-France* de Trappes, Francia, y asistieron expertos y representantes de suministradores de instrumentos de 12 países Miembros. Estuvieron representadas además cuatro comisiones de la OMM. Se discutieron ejemplos de los problemas con las definiciones actuales y las normas y claves relacionadas con la automatización de las observaciones visuales y subjetivas. A continuación se describen los principales resultados de la reunión:

- se propuso un umbral objetivo para detectar la precipitación con una definición objetiva de un valor medio;
- se propuso que los equipos automáticos informaran de la intensidad de la precipitación sólo como intensidad (equivalente de agua en  $\text{mm h}^{-1}$ ) (aunque se propusieron umbrales numéricos específicos para definir las intensidades ligeras, moderadas e intensas para las aplicaciones aeronáuticas);

- se acordó que la OMM establecería la normalización de los algoritmos para automatizar las observaciones visuales y subjetivas, y que esta normalización no restringiría el desarrollo futuro;
- se recomendó el uso de sistemas multisensor y de algoritmos para determinar el tiempo presente;
- se recomendó el uso de la clave **BUFR**, u otra similar, para reemplazar a la "clave 4680" que se usa actualmente para las observaciones automáticas;
- se instó a los usuarios a revisar sus necesidades de datos en vista de las capacidades nuevas y automáticas de observación del tiempo, de los modelos y de los ordenadores.

Después de un breve informe sobre el tema, la reunión trató de la comparación de la OMM entre diversos sensores y sistemas del tiempo presente, de cuyos detalles se informa en la sección siguiente.



Un sensor de tiempo presente en el lugar de prueba de Trappes, Francia

Fotografía: *Météo-France*

## La comparación de la OMM entre diversos sensores del tiempo presente

La comparación de la OMM entre diversos sensores y sistemas del tiempo presente se llevó a cabo desde 1994 hasta 1996 en dos lugares: San Juan de Terranova, en Canadá, y Trappes, en Francia.

Seis Miembros de la OMM presentaron veinte instrumentos de 10 diseños diferentes para detectar la precipitación y determinar su tipo. Cinco de los instrumentos enviados eran ópticos, dos usaban tecnología radar y el resto eran detectores térmicos de la precipitación o del engelamiento. Algunos sensores medían además la temperatura para ayudar a distinguir entre precipitación sólida y líquida.

El lugar de San Juan ofrecía unas condiciones únicas de tiempo violento. Sobre esa zona pasaron gran número de temporales, que trajeron, conducidas por el viento, gran variedad de precipitaciones. Fue de especial interés el funcionamiento de los sensores en las condiciones violentas de un viento de gran velocidad que producía ventiscas de nieve. La localidad de Trappes se encuentra cerca de París y es representativa de los países de la zona con clima templado.

En ambos lugares se midieron otras variables meteorológicas clásicas. El sistema de toma de datos lo desarrolló el *Canadian Atmospheric Environment Service*, instalándose una copia en Trappes, minimizando así en gran manera los trabajos para procesar los datos. Éstos se grabaron a intervalos de un minuto durante toda la comparación.

### Observaciones de referencia

La selección de referencias para la comparación fue

crítica para el éxito de ésta. No se dispuso de un equipo fiable para este fin, y habría sido difícil y caro construir instrumentos para utilizarlos como referencia en la comparación. Así, se decidió que se utilizaría un observador humano para proporcionar los datos de referencia de acuerdo con la clave 4680 de la OMM para el tiempo presente.

Además de las observaciones regulares disponibles de cada uno de los lugares de la comparación, ambos países anfitriones suministraron observadores especiales para hacer informes detallados muy frecuentes durante los períodos de interés ("observaciones clínicas"). Se pensó que estos informes, muy frecuentes, eran la mejor referencia para la comparación con la salida minuto a minuto de los sensores. Debido a su alto coste, estas observaciones estuvieron limitadas en el tiempo.

### Resultados

Los detalles específicos de la comparación se han publicado en la serie de la OMM de Informes sobre Instrumentos y Métodos de Observación. Las conclusiones principales, sin embargo, fueron las siguientes:

- no hay una definición de intensidad de precipitación que se haya aceptado internacionalmente. Por lo tanto, no hay una referencia única y objetiva con la que comparar los instrumentos de tiempo presente;
- los instrumentos comerciales son capaces de funcionar de forma continua durante largos períodos, de al menos seis meses;
- muchos sensores pueden detectar precipitación



Sensores instalados en el lugar de pruebas de la comparación de San Juan de Terranova, Canadá

Fotografía: Fabrice Zanghi, Météo-France



¡El equipo de mantenimiento del lugar de pruebas de San Juan hace el trabajo duro en invierno!

Fotografía: Fabrice Zanghi, Météo-France

líquida por encima de  $0,025 \text{ mm h}^{-1}$ ; su exactitud mejora significativamente, sin embargo, cuando la intensidad está por encima de  $0,05 \text{ mm h}^{-1}$ ;

- los detectores de rejilla caliente son buenos para detectar precipitación líquida, pero no son fiables para detectar nieve;
- los instrumentos de radar para el tiempo presente son buenos para detectar lluvia, medianos para detectar nieve y tienen una capacidad variables para detectar llovizna;
- los instrumentos ópticos para el tiempo presente poseen una buena tasa de detección para la lluvia y la nieve, pero son peores en la detección de la llovizna;
- los detectores ópticos son buenos para detectar todos los tipos de precipitación, pero también tiene la mayor tasa de malas clasificaciones;
- algunos sensores tienen una tasa importante de falsas alarmas durante los días "claros";
- se han encontrado diferencias importantes en la tasa de "falsas" alarmas de detección y en la capacidad de clasificación, en dos sensores del mismo modelo;
- muchos sensores de tiempo presente pueden distinguir entre lluvia y nieve en más del 90% de los casos; sin embargo, esta identificación depende mucho de la intensidad de la precipitación;
- las identificaciones falsas (clasificación del tipo) suceden principalmente durante los episodios de precipitación ligera. Los sensores que informan con más probabilidad de precipitación de tipo "desconocido" en los episodios suaves muestran de este modo una clasificación menor en cuanto a falsedad. Hay, por tanto, un compromiso entre la no detección, la precipitación "desconocida" y una identificación del hidrometeoro;
- aunque algunos sensores tienen la capacidad de detectar el granizo, ninguno de ellos informó de la ocurrencia de episodios de granizo;
- los vientos fuertes y racheados inducen a alarmas e identificaciones falsas en algunos de los sensores;
- varios sensores del tiempo presente indican cantidades acumuladas de precipitación comparable a los pluviómetros.

La comparación destacó algunas cuestiones y

defectos en las claves y normas actuales:

- la clave **SYNOP** de la OMM no hace distinción entre intensidad muy ligera y ligera;
- no hay una definición objetiva de ocurrencia de precipitación, es decir, ¿cuándo debería detectarse e informarse de un suceso de precipitación?;
- sería útil tener una declaración explícita de las necesidades de los usuarios para identificar la precipitación durante los episodios muy suaves: ¿es mejor tener una identificación del riesgo de una precipitación muy ligera, indicar una preci-

pitación desconocida, o no informar en absoluto de precipitación muy ligera?

### Conclusiones

Algunos países se dedican ahora a automatizar las observaciones visuales. Están disponibles nuevos sensores y sistemas, conduciendo a nuevas observaciones que pueden no ser comparables directamente con las observaciones humanas. Puede ser necesario dialogar con los usuarios y cambiar los métodos operativos para aprovechar plenamente las nuevas posibilidades de observación. □

## LA VÍA DE LA NORMA ISO 9001 PARA LLEGAR A UNOS DATOS DE CALIDAD

Por Ralph A. PANNETT\*

El disponer de unos datos de calidad, que son necesarios para que tengan buen nivel las predicciones del tiempo, el análisis climatológico y la investigación meteorológica, depende de la formación del personal y de los sistemas instrumentales, pero también de la gestión de estos recursos, de los procesos en los que se utilizan y de las infraestructuras en que se apoyan. En este artículo nos interesamos por un sistema de gestión que garantice que se entregan a los usuarios unos datos con la calidad necesaria.

Estas explicaciones se basan en la experiencia del Servicio Meteorológico de Nueva Zelanda Sociedad Anónima (METSERVICE), que en noviembre de 1995 recibió la certificación de que cumplía la norma ISO 9001: "Sistemas de calidad. Modelo para la garantía de calidad de los datos en el diseño, el desarrollo, la producción, la instalación y la conservación". Esta certificación se extiende a todos los aspectos de la gestión del METSERVICE, a la edición de predicciones, a la toma de datos y a los productos que se entregan, pero además está relacionada con la aplicación de la Norma a los instrumentos y a la concentración de datos, con la experiencia de aplicar en el propio Servicio el modelo de calidad y con las actividades rutinarias que se precisan para mantenerlo.

### Algunas definiciones

Es importante saber cómo se define la *calidad* en este contexto. No significa el mejor resultado posible o la medida más precisa, sino que siempre se refiere a cumplir los requisitos que se especifican en alguna norma. En la ISO 8402 [1] se define la "*calidad*" como el conjunto de características de un ente que hacen que sea apto para satisfacer necesidades explícitas e implícitas. (Un *ente* puede ser, por ejemplo, un producto, un proceso o una organización; o, en este contexto, una observación de vientos, el mantenimiento de un radioteodolito, o la unidad de concentración de datos de un Servicio Meteorológico e Hidrológico Nacional (SMHN)).

Una definición breve de "*calidad*", que se cita a veces, es *idoneidad para un fin*. Por ejemplo, es importante elegir una norma adecuada de calidad en la medida, porque obtener un nivel concreto de precisión supone un gasto importante de recursos en costes de capital y de operación. Por lo tanto, es un derroche exigir una precisión innecesaria. Sin embargo, puede que a los mismos datos se les exijan distintas precisiones para usos distintos [2], por lo que puede resultar económico emplear un instrumento que proporcione la mayor precisión útil necesaria.

- **La gestión de la calidad** es el conjunto de las actividades que determinan la política de calidad de una organización, sus objetivos y sus responsabilidades; y se lleva a cabo mediante la planificación de la calidad, el control de calidad,

\* Representante de la Calidad, Servicios Meteorológicos Nacionales, Servicio Meteorológico de Nueva Zelanda Sociedad Anónima