

Hidrología

La componente de precipitación en el balance hídrico - sus problemas y perspectivas

Entre los principales componentes del balance hídrico en una cuenca de captación, tales como escorrentía, evaporación y precipitación, esta última se considera generalmente como la de mayor garantía en su medida. Esto es claro, debido a la facilidad relativa con que puede medirse aproximadamente la precipitación y en especial la lluvia, ¡pueden efectuarse ciertas medidas, incluso con un cubo o bote! Como consecuencia, la longitud de las series de observación de los valores aproximados de la precipitación es mucho mayor que la de las observaciones, relativamente más precisas, de los caudales. Ultimamente, se duda cada vez más de la fiabilidad de la medida de la precipitación.

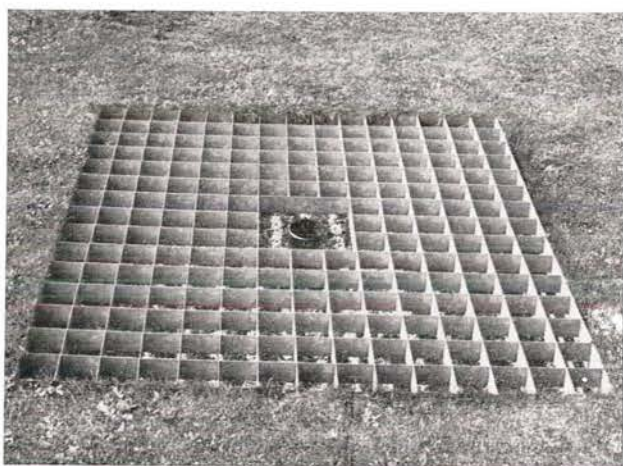
Con objeto de ayudar al hidrólogo a corregir las opiniones deformadas sobre la garantía de las medidas de la precipitación y, en particular, para mejorar su evaluación, la OMM está emprendiendo varios proyectos internacionales de entre los cuales el más importante es el que se presenta en este artículo. Consiste en: Una revisión comentada de los instrumentos de medida de la precipitación, extensa y puesta al día. Una comparación entre los pluviómetros normales, elevados, y un pluviómetro de *hoyo* al nivel del suelo, Utilización de técnicas modernas, en particular a base de los satélites meteorológicos, para la evaluación de la cubierta de nieve y posiblemente de otros parámetros de esta última.

Naturalmente, la precisión de los datos pluviométricos depende en gran manera de la interpretación de su distribución superficial y del valor representativo de las medidas puntuales. Este problema, incluyendo la utilización del radar para resolverlo, se ha tratado con extensión en recientes informes de la OMM (Rainbird, 1967; Kessler y Wilk, 1968; Flanders, 1969).

Con vistas a asegurar amplia información a los hidrólogos en relación con las características de los instrumentos de medida de la precipitación, se está preparando una nueva versión, puesta al día, del exhaustivo estudio titulado *Precipitation Measurements Study* de J. C. Kurtyka (1953), que ya fue actualizada anteriormente (Israelsen, 1966). Este informe incluye unas 1.000 referencias de instrumentos de medida de precipitación de todas clases, así como una descripción de sus características. El nuevo informe abarcará los considerables avances que han tenido lugar en este campo y ampliará la información de países con amplia experiencia en este problema, tales como la URSS. Todos los Miembros de la OMM han sido invitados a cooperar, mediante el envío de resúmenes de trabajos e informes publicados en revistas nacionales o internacionales. Se ha solicitado la ayuda de los científicos a través de la Comisión de Precipitación de la Asociación Internacional de Hidrología Científica y, naturalmente, los patrocinadores del informe original cooperan en el proyecto. De este modo se piensa asegurar la más completa

contribución internacional a la información relativa a instrumentos de medida de la precipitación.

Aun considerando que el pluviómetro tiene una larga historia, es muy probable que los instrumentos usados normalmente como básicos en distintas redes nacionales, no sean más exactos que muchos de los más antiguos. En el caso de precipitación en forma de nieve, es dudoso que hayan sido mejorados de manera significativa los métodos rutinarios de observación. El viento es la principal fuente de error en su interacción con el pluviómetro y las características de su emplazamiento para producir turbulencia y remolinos. A su vez éstos actúan sobre las gotas o copos de nieve que caen en la zona situada inmediatamente sobre el instrumento, desviando fuera del mismo las partículas más pequeñas de las antes citadas. De este modo, es



El pluviómetro de *ho-yo* que se utilizará como patrón en una nueva serie de comparaciones internacionales (fotografía de Instituto de Hidrología - Reservados los derechos de reproducción).

probable que un pluviómetro, elevado normalmente, mida sistemáticamente por defecto. En otras palabras, recoge menos lluvia o nieve que la que alcanzaría el suelo si no estuviera allí el instrumento. Naturalmente, el efecto del viento es aún mayor en el caso de nieve.

Para muchas finalidades en meteorología es suficiente el índice de lluvia o nieve dado por el tipo común de pluviómetro elevado, pero desgraciadamente éste no es el caso de la hidrología. El hidrólogo necesita conocer la cantidad de agua que realmente llega a la *superficie* del suelo, puesto que es ésta la magnitud que interviene en el balance hídrico, en lugar de la cantidad de agua recogida a una distancia arbitraria sobre su superficie. Es obvio que cuando las condiciones son favorables, el pluviómetro elevado puede dar una buena estimación de la lluvia, pero pocos emplazamientos se aproximan a este ideal, aunque hayan sido seleccionados con cuidado.

Se ha destacado desde hace tiempo la importancia de unidades normalizadas de medida de la precipitación, y del mismo modo la necesidad de un instrumento de referencia, para basar en él las comparaciones de los pluviómetros a escala internacional. En 1955 (Poncelet, 1959), el Grupo de trabajo sobre medida de la precipitación de la Comisión de Instrumentos y Métodos de Observación de la OMM (CIMO), inició el trabajo cuyo resultado fueron

las series de comparaciones internacionales, basadas en el pluviómetro provisional de Referencia (I. R. P. G.). Los resultados de esas comparaciones, que se han realizado en varios emplazamientos en distintas partes del mundo, se entregaron a la comisión en su reunión de septiembre de 1969. Aunque se ha realizado un esfuerzo considerable en estos estudios, no se ha alcanzado el éxito que se esperaba inicialmente. La causa fue que el IRPG está sometido a efectos aerodinámicos como cualquier otro tipo de instrumento elevado. En resumen, las características del IRPG, de 1 m. de altura y provisto de una protección tipo Alter, variaban de un emplazamiento a otro. En consecuencia se demostró que era imposible obtener un único sistema de coeficientes de reducción que permitieran relacionar uno frente al otro, los distintos tipos nacionales de pluviómetros (Informe de la OMM, 1969).

Al Grupo de trabajo sobre Medida de la precipitación de la CIMO, se le ha asignado un nuevo trabajo que consiste en la ejecución de una nueva serie de comparaciones internacionales. El instrumento de referencia base para la comparación con los diferentes pluviómetros nacionales efectuará sus medidas en la superficie del terreno. Este instrumento patrón, que será del tipo de *hoyo*, se situará de modo que su borde esté al nivel del terreno. Debe instalarse en el centro de una zona protegida contra salpicaduras, colocada al nivel del borde citado, fabricado en metal inoxidable o plástico rígido en forma de retícula (fig. 1). Estos hoyos o instrumentos al nivel del suelo, han sido empleados ampliamente en la URSS (Struzer, 1965), en el Reino Unido (Rodda, 1967) y en otros países, y han demostrado tener, en algunos aspectos y usos particulares, grandes ventajas sobre los pluviómetros elevados más conocidos. Están poco expuestos a la acción del viento, la salpicadura hacia dentro del instrumento está prácticamente eliminada y están menos sujetos a errores por evaporación. En resumen, se considera que los instrumentos al nivel del suelo dan mediciones más aproximadas al verdadero valor de la lluvia y ofrecen una referencia aconsejable para utilizar en comparaciones internacionales.

Hace cierto tiempo que se han reconocido las ventajas del uso de instrumentos al nivel del suelo, o de hoyo, para la medida de la lluvia (Stevenson, 1842; Koschmeider, 1934). Estos instrumentos son, por el contrario, de poca utilidad para la medida de la nieve. En consecuencia, una de las tareas del grupo de trabajo será la recomendación de un instrumento para medida de nieve, equivalente al citado para medida de lluvia. No obstante, la variabilidad superficial de la precipitación en forma de nieve y de la capa de nieve sobre el suelo es tal, que las mediciones puntuales necesitan combinarse con otros procedimientos, por ejemplo, itinerarios de medida de nieve, antes que los resultados se consideren suficientemente representativos para garantizar la extrapolación a una zona. Hasta el momento, aún las mejores técnicas distan mucho de ser satisfactorias.

Realmente, este es un campo en el que la Vigilancia Meteorológica Mundial (VMM) puede ser de la mayor utilidad para los hidrólogos. Se ha iniciado, de acuerdo con esto, un estudio de planificación de la VMM sobre *estudios de nieve mediante satélites* cuya finalidad es: evaluar las ventajas y necesidades del uso de satélites para la determinación de la extensión superficial de la cubierta de nieve y de sus otras características; establecer métodos normalizados para presentar e intercambiar los datos de nieve procedentes de satélites y sugerir una posible mejor organización de los programas de observación de nieve en el futuro.

Estados Unidos y la URSS llevan a cabo programas de satélites que incluyen aspectos de aplicación a estudios hidrológicos de nieve. Se han investigado varios tipos de sistemas de sensores remotos, siendo los sistemas de imagen los que tienen mayor probabilidad de ofrecer una mejor ayuda a los aspectos de investigación y operativo de la hidrología en el futuro (Popham, 1968). Las fotografías de los satélites meteorológicos TIROS, NIMBUS y ESSA se han empleado operativamente durante varios años en oficinas de predicción de río del oeste de EE. UU. para informar sobre la cubierta de nieve. Otros países han utilizado también las fotografías de satélites para el estudio de la nieve, pero principalmente con fines de investigación. Por ejemplo, el Instituto Meteorológico Suizo ha utilizado fotografías de varios satélites de EE. UU. y de la URSS, para estimar la extensión de la cubierta de nieve en la Meseta Suiza y en los Alpes. Con ayuda de una serie de mapas transparentes de Suiza, preparados especialmente, en que en cada uno se muestra una curva de nivel diferente, se ha demostrado la posibilidad de determinar la altitud de la línea de nieve a partir de las fotografías del satélite, hasta una aproximación vertical de unos 200 metros. Este trabajo podría realizarse en forma rutinaria con base diaria, si fuera preciso, para la totalidad del invierno, con beneficios indudables.

Se sabe que quedan aún algunas cuestiones que resolver, antes de que se pueda sacar todo el provecho posible a esas fotografías. Los contrastes de vegetación, nubes, orientación de la topografía, diferencias en la congelación y fusión, cambios en el albedo debidos a la permanencia de la nieve e incluso el tiempo de exposición de las fotografías, suponen complicaciones para la interpretación de éstas. Puede mejorarse la calidad de las fotografías, pero es dudoso si esta mejora provendrá de avances técnicos en las cámaras o de la utilización de satélites en órbitas más bajas. La situación del verdadero terreno a partir de las fotografías es otro problema importante, en especial si se tienen en cuenta otras características distintas de la extensión superficial de la nieve. Pero es en esto donde la observación de la nieve a base de satélites debe ligarse con los métodos tradicionales con base en tierra.

El uso de satélites para el estudio de la nieve debe ser de gran valor en todos los países en donde es significativa esta forma de precipitación. Con vistas a profundizar en las variadas necesidades y demandas nacionales, se envió un cuestionario preliminar a todos los Miembros de la OMM. Se recibieron contestaciones de 72 Miembros; 32 países indicaron que necesitaban información sobre la cubierta de nieve y 27 de ellos expresaron su disposición a tomar parte en un proyecto internacional en relación con este tema. Esta respuesta favorable indica que el proyecto puede continuar. Se desea ponerlo en marcha a principios de 1971.

Finalmente, otro proyecto en el campo de la precipitación es la preparación de un mapa mundial de precipitación. Esta es parte de la contribución de la OMM al DHI, si bien naturalmente, los mapas de precipitación se han incorporado ya a los programas de atlas regionales, promovidos por las Asociaciones Regionales de la OMM. Se ha efectuado un estudio sobre la disponibilidad de datos de precipitación en un gran número de países y se está estudiando la posibilidad de realización de ese mapa. Existen algunas dudas sobre el valor y la necesidad del mapa de precipitación a escala mundial. Sin embargo, no hay duda de que la OMM es el organismo más apropiado para

realizar este trabajo, posiblemente con la cooperación de algunos Institutos Nacionales de Investigación bien conocidos.

La precipitación es un elemento hidrológico de importancia indudable. Debe concederse igual importancia a los programas relacionados con su estudio, tanto si son para su medida, su análisis en la superficie y el tiempo o su estimulación.

John C. RODDA

BIBLIOGRAFIA

- FLANDERS, A. F. (1969): *Hydrological requirements for weather radar data*, Informe de proyecto OMM/DHI N.º 9, 16 págs.
- GERAELSEN, C. E. (1967): *Reliability of can-type precipitation gauge measurements*, Utah Water Research Laboratory, Tech. Report N.º 2, 73 págs.
- KESSLER, E. y WILK, K. E. (1968): *Radar measurement of precipitation for hydrological purposes*, Informe de proyecto OMM/DHI N.º 5, 46 págs.
- KOSCHMEIDER, H. (1934): *Methods and results of definite rain measurements III*, Drenzig Report (I), Monthly Weather Review, 62, págs. 5-7.
- KURTYKA, J. C. (1953): *Precipitation measurements study*, Illinois State Water Survey, Report of Investigation. N.º 20, 178 págs.
- PONCELET, L. (1959): *Comparison of raingauges*, Boletín de la OMM, 8, 4, págs. 186-190.
- POPHAM, R. W. (1968): *Satellite applications to snow hydrology*, Informe de proyecto OMM/DHI N.º 7, 10 págs.
- RAINBIRD, A. F. (1967): *Methods of estimating areal average precipitation*, Proyecto OMM/DHI N.º 3, 42 págs.
- RODDA, J. C. (1969): *The rainfall measurement problem*, Proc. Bern. Assembly, IASH Pub N.º 78, págs. 215-231.
- STEVENSON, T. (1842): *On the defects of raingauges with a description of a new form*, Edinburgh New Phil. Journ., 33, págs. 12-21.
- STRUZER, L. R. y otros (1965): *Systematic errors of measurement of atmospheric precipitation*, Met. gidr. N.º 10, págs. 50-54.
- OMM (1969): Informe del presidente del grupo de trabajo sobre medida de la precipitación, de la Comisión de instrumentos y métodos de observación de la OMM, quinta reunión, Versalles, septiembre 1969.

Conferencia técnica de los servicios meteorológicos e hidrológicos

En la sede de la OMM tendrá lugar una conferencia técnica de los servicios meteorológicos e hidrológicos del 27 de septiembre al 7 de octubre de 1970. Esto dará una oportunidad a ambos servicios de los países Miembros de considerar los distintos asuntos de interés general y de gran importancia.

El desarrollo eficaz y la explotación de recursos hidráulicos precisan de la coordinación de esfuerzos de los Servicios Nacionales Meteorológicos e Hidrológicos. Una de las bases para lograr esta coordinación, es la consecución de uniformidad y normalización.

Dado que los Reglamentos Técnicos de la OMM no cubren las importantes actividades en el campo de la hidrometeorología y de la hidrometría, la