

Estimación de los volúmenes de precipitación en el PMC empleando el área cubierta obtenida con radar*

**Juan C. ANTUÑA
y **Adalberto OSUNA

RESUMEN. *Se aplica al Polígono Meteorológico de Cuba (PMC) un método de estimación de los volúmenes de precipitación, que evita el empleo de la relación Z-R del tipo Marshall-Palmer, que consiste en correlacionar el por ciento de área cubierta con el volumen de precipitación diario. Se obtuvo una correlación significativa cuando se tomaron volúmenes diarios de precipitación sobre el PMC, mientras que no se halló correlación para el volumen de precipitación por estaciones. Este trabajo abre el camino para un método de pronóstico del volumen diario de precipitaciones empleando datos del radar.*

INTRODUCCIÓN

La utilidad del radar meteorológico es hoy en día un hecho establecido, avalada por su empleo en el estudio de la Física de la Atmósfera, la Microfísica, la Dinámica de las Nubes y Sistemas, el estudio de la atmósfera clara desde la capa fronteriza a la estratosfera, así como en la realización y evaluación de experimentos de influencia activa y pronóstico a mediano y corto plazo (Smith *et al.*, 1974; Rastogi *et al.*, 1975; Browning, 1983).

En particular, la medición de las precipitaciones con radar ha sido uno de los as-

pectos donde se han concentrado grandes esfuerzos, tomando como base la relación empírica entre la reflectividad (Z) y la intensidad de las precipitaciones (R), más conocida comúnmente como relación $Z-R$, que tiene la expresión:

$$Z = A R^B \quad (1)$$

*Manuscrito aprobado en julio de 1986.

**Centro Meteorológico Experimental de Camagüey.

donde A y B son constantes evaluadas experimentalmente, que tienen el inconveniente de verse afectadas por factores como las condiciones geográficas y topográficas, la latitud, las condiciones sinópticas, la estructura termodinámica de la atmósfera y el tipo de precipitación (Battan, 1973; Smith *et al.*, 1975). Si se toma un área específica, las grandes diferencias debidas a las condiciones geográficas y la latitud son eliminadas, no así las relacionadas con la estructura termodinámica de la atmósfera y la evolución de la situación sinóptica.

No obstante lo anterior, este método se emplea actualmente, brindando innegables resultados.

En los últimos años se ha desarrollado un método para pronosticar volúmenes de precipitación a mesoescala, que evita el empleo de la relación $Z-R$, pues considera la ocurrencia de la precipitación de por sí (Doneaud *et al.*, 1979). Su esencia consiste en la existencia de una buena correlación entre las áreas de precipitación y los volúmenes de las mismas.

El estudio antes mencionado se realizó en un área de 7 000 km² y utilizando datos de área cubierta por precipitación según datos de radar y volúmenes de precipitación de una red pluviográfica de 22 instrumentos, contando con una muestra de 18 días-datos.

INFORMACIÓN EMPLEADA

Los datos que sirven de base a este trabajo fueron tomados durante la realización del Experimento Complejo de Nubes Tropicales KETO-84, del Laboratorio Conjunto Cubano-Soviético de Meteorología Tropical, efectuado durante los meses de agosto y septiembre de 1984 en el Polígono Meteorológico de Cuba (PMC), ubicado en la Provincia de Camagüey. Entre su equipamiento, el PMC cuenta con el radar dual MRL-5, en el que se ha instalado el cifrador EC-9002, que permite grabar la información del radar en banda magnética, que luego es procesada con un sistema de programas elaborados en el Observatorio Aerológico Central (TSAO) de la URSS, brindando la impresión de los cortes planos a alturas constantes (CAPPI) cada kilómetro, hasta una altura máxima de 13 km, en un radio de 80 km en torno al radar (Antuña *et al.*, 1984).

La muestra consta de un total de 16 días-datos, para un área de aproximadamente 20 000 km², con una red pluviométrica de 32 pluviómetros y 9 pluviógrafos.

La información de radar empleada consistió en el porcentaje de área cubierta del nivel 0-1 km del CAPPI, la cual fue tomada según dos criterios:

- a) Se calculó el porcentaje de área cubierta promedio para todo el día.
- b) Se halló el porcentaje de área cubierta máxima en todo el día.

Los parámetros anteriores fueron calculados a dos escalas para toda el área (20 000 km²) y sobre un área de 1 600 km² sobre las estaciones meteorológicas que cuentan con pluviógrafos en el área de exploración del radar.

A nivel de estación meteorológica se correlacionaron el área cubierta y el volumen de precipitación con intervalos de 15 min y 1 h para un total de 37 registros, mientras que para ambas escalas se correlacionaron las áreas cubiertas máximas y promedio con el volumen de precipitación total diaria. Como paso previo se procedió al gráfico de los parámetros entre los que se buscaba correlación.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

A nivel de estación no se encontró correlación entre los porcentos de área cubierta máxima y promedio con los volúmenes de precipitación tomados cada 15 minutos, cada 1 hora y cada día. Esto coincide con lo planteado en la literatura (Doneaud *et al.*, 1979) de que las correlaciones empeoran notablemente para pequeñas escalas temporales y espaciales.

A escala del área de exploración del radar (20 000 km²) se encontró una correlación muy mala entre el área cubierta promedio y los volúmenes de precipitación, mientras que para el área cubierta máxima se encontró correlación entre el porcentaje de área cubierta y el logaritmo del volumen de precipitación, con coeficiente de determinación 0,793 y una correlación de 0,890. Como puede apreciarse según estos resultados,

existe una correlación significativa de 79% entre ambas variables. En la Fig. 1 puede apreciarse el resultado gráfico del porcentaje de área cubierta contra el logaritmo del volumen de precipitación, donde ha sido tratada la ecuación ajustada por el método de los mínimos cuadrados y que tiene la expresión:

$$Y = 7,55 \log X - 3,78$$

donde Y es el porcentaje de área cubierta máximo y X el volumen de precipitación diario.

Estos resultados difieren de los obtenidos por Doneaud *et al.* (1979), e cuanto a la relación entre el área cubierta y el volumen de precipitaciones, pues se encontró una correlación lineal; a pesar de ello,

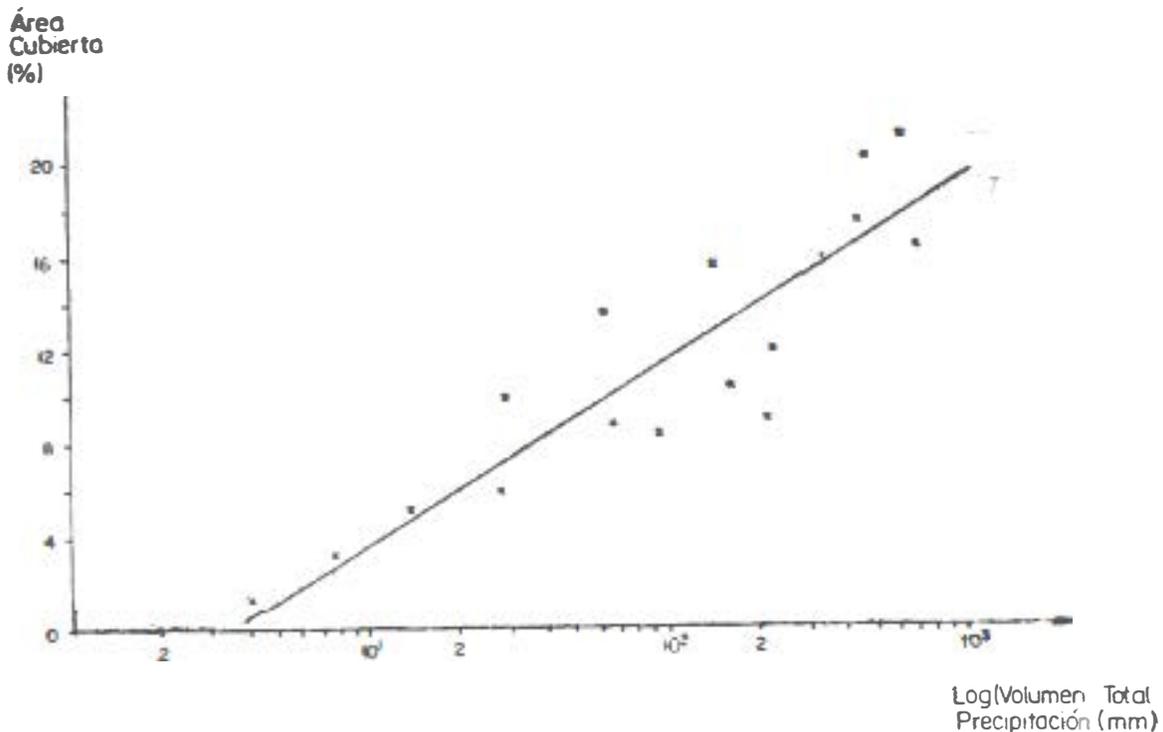


FIG. 1. Por ciento del área cubierta contra el logaritmo del volumen de precipitación.

Los ajustes concuerdan muy bien, pues se obtuvo un coeficiente de correlación de 0,888 y coeficientes de determinación de 0,789.

La diferencia existente entre ambos tipos de ajuste se atribuye, por los autores, a la diferencia de latitudes y clima existente entre las dos áreas, pues la zona de McKenzie Country se halla ubicada en los Grandes Llanos de Estados Unidos en la latitud 45°, y cuenta con un clima continental, mientras el PMC se halla en los 21° en un clima tropical.

A partir de los resultados obtenidos los autores proponen un método de pronóstico a corto plazo de volumen de precipitación que puede comenzar a aplicarse de inme-

diato en el PMC, con fines tanto de servicio como de adecuación y mejoramiento del mismo.

De un análisis preliminar realizado por los autores, el máximo porcentaje de área cubierta en los niveles 0-1 km (precipitación) tiene lugar entre la 1:00 y las 3:00 p.m., hora normal, por lo que en este intervalo debe ser medida el área cubierta a partir de una rejilla superpuesta en la pantalla del radar, para un ángulo de elevación de 1°. Se calculará posteriormente qué porcentaje del área total está cubierta, y con este dato se usará la Fig. 1 para determinar el volumen total de precipitaciones.

CONCLUSIONES

Se ha encontrado una buena correlación entre el porcentaje de área cubierta máxima y los logaritmos de los volúmenes de precipitación, que permite establecer un mé-

todo preliminar de pronóstico empleando datos del radar.

La correlación sólo es buena para intervalos de tiempo grandes.

RECONOCIMIENTOS

Los autores agradecen al Lic. Roger Rivero la revisión de los manuscritos, y al Lic.

Luis Batista el aporte de la bibliografía.

REFERENCIAS

- Antuña, J. C., R. E. Rivero, y S. Esquivel (1984): Estudio de la línea de turbonadas del 1° de septiembre de 1984. *1er Forum Científico Provincial CMSICT-ACC*, Camagüey, 28 pp.
- Battan, L. J. (1973): Radar observation of the atmosphere. *University of Chicago Press*, Chicago, 324 pp.
- Browning, K. A. (1983): The role of radar in weather forecasting. *Phys. Technol.*, 14(3):140-145.
- Doneaud, A. A., S. Sengupta, P. L. Smith, Jr, y A. S. Dennis (1979): A combined synoptic and statistical method for forecasting. Daily rain volume over small areas. *6th Conf. on Statistics and Probability in Atm. Sci.*, A. M. S., oct. 9-12, pp. 39-45.
- Harrold, T. W., E. J. English, y C. A. Nicholass (1974): The accuracy of radar derived rainfall measurements in Hilly Terrain. *Quart. J. R. Met. Soc.*, pp. 331-350.
- Rastogi, P. K., y S. A. Bowhill (1975): Remote sensing of the mesosphere using the Jicamarca incoherent scatter radar. *Aeronomy Report. No. 68*, University of Illinois, 239 pp.

Smith, P. L., Jr, K. R. Haldy, y K. M. Glover (1974): Application of radar to meteorological operations and research. *Proceedings of the IEEE*, 62(6):724-745.

Smith, P. L., Jr, y A. S. Dennis (1975): Derivation of an R-Z relationship by computer optimiza-

tion and its use in measuring daily areal rainfall. En *Sixteenth preprints Radar Meteorological Conference*, Houston, Texas, AMS, pp. 461-466

Ciencias de la Tierra y del Espacio, 15 y 16, 1989

ESTIMATION OF THE VOLUMES OF PRECIPITACION BY MEANS OF EMPLOY OF COVERT AREA USING RADAR DATA

Juan C. ANTUÑA
and Adalberto OSUNA

ABSTRACT. *A method to estimate the total volumes of precipitation, that exclude the use of the Marshall-Palmer equation, is applied. It consist in the correlation of the percentage of covert area with the total volumes of daily precipitation. The correlation is significative when are used the total daily volumes of the PMC, but is not significative with the total volumes by station. This results open the way to a forecasting method of the total daily volumes of precipitation using radar data.*