

# **ESTIMACION DE LA REFLECTIVIDAD EN EL SUELO COMO UN NUEVO PRODUCTO EN LOS CENTROS REGIONALES DE RADAR DEL INM**

**Fernando Aguado Encabo**  
**Sección de Teledetección Terrestre del INM**

## **RESUMEN**

El error sistemático en la pluviometría radar muestra una fuerte dependencia de la distancia debido a que la precipitación en tierra se infiere de medidas realizadas a altura creciente según nos alejamos del equipo. Numerosos estudios han demostrado, sin embargo, que el perfil vertical de reflectividad permanece razonablemente constante dentro de los límites geográficos y temporales de la exploración radar, lo que abre la posibilidad de mejorar la estimación de lluvia si se conoce o supone un perfil vertical aproximado. El autor publicó un estudio en el IV Simposium Nacional de Predicción, en el cual se describía y evaluaba una corrección de esas características para los radares regionales del INM. Este trabajo describe la incorporación de ese desarrollo como un nuevo producto en las plataformas de procesamiento de datos radar.

## **INTRODUCCIÓN**

Considerado desde el principio como una fuente de datos complementaria a las redes pluviométricas, el radar meteorológico es un sistema de observación capaz de obtener en minutos ingentes cantidades de información sobre los sistemas de precipitación circundantes y deducir de ella estimaciones más que aceptables sobre su magnitud y distribución espacial; los productos se presentan habitualmente en forma de imágenes con coberturas superiores a 200 km. y resoluciones en malla regular del orden del km.

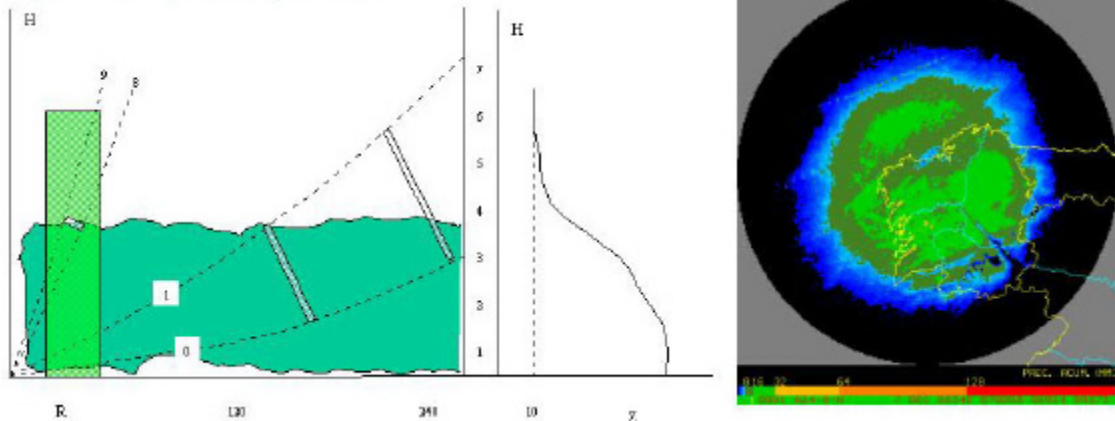
Las estimaciones de la precipitación junto al suelo se infieren normalmente de los datos de reflectividad medidos por el radar en la primera elevación del barrido volumétrico; los cálculos a realizar, incluyen una trasposición de promediados espaciales lo que hace que la calidad de la estimación presente, de principio, un problema de representatividad o ajuste entre las zonas a las que se refieren los promediados.

En la Fig.1 se intenta describir este problema. A la izquierda, se ha dibujado un corte RHI de la atmósfera con un hipotético estrato de precipitación que va desde el suelo hasta unos cuatro km. de altura; entre líneas de puntos aparecen las zonas iluminadas por dos trayectorias de la exploración radar de igual anchura angular, siendo la más baja, la correspondiente a la primera elevación; en su interior, se han dibujado también tres volúmenes atmosféricos en forma de pequeños rectángulos que delimitan las zonas de promediado de otros tantos datos de reflectividad.

Si pensamos que esos datos deben usarse para estimar lo que sucede en áreas del orden del km<sup>2</sup> situadas en el suelo, resulta evidente que la estimación debe presentar un error sistemático dependiente de la distancia al radar con una componente vertical dominante

que estará compuesta por dos factores principales, la altura y el rellenado pluviométrico parcial del volumen atmosférico del que procede la medida

Fig. 1 Descripción del problema



Las imágenes de acumulación radar (un ejemplo de las cuales se presenta a la derecha de la Fig 1) muestran con cierta frecuencia el problema descrito con un patrón circular y poco realista, según el cual solo llueve alrededor del radar. La magnitud del error que se produce, limita la utilidad hidrológica de los datos radar a poco más de los primeros cien kilómetros de cobertura.

En 1986, Koistinen propuso corregir una parte del sesgo usando datos del perfil vertical de reflectividad representativo del sistema de precipitación. Desde entonces, la llamada corrección por perfil vertical ha sido incorporada a la operación de varias redes de radar meteorológico como la suiza (Joss 1995) o la española, presentada en este trabajo.

Aunque lo ideal sería usar para cada dato de la imagen un perfil diferente y representativo de las condiciones locales, la dificultad de obtenerlo y el hecho de que el perfil sea razonablemente constante dentro de los límites geográficos y temporales de la exploración radar, aconseja el uso de un perfil de tipo climatológico o de alguno calculado con los propios datos del radar.

En la red de radares del INM se determina un perfil promedio obtenido de N ciclos de exploración con datos volumétricos cuya distancia al radar esté entre 30 y 70 km (ver rectángulo de la izquierda en la Fig. 1) para estimar la reflectividad junto al suelo  $Z(0)$  a partir de la medida en altura  $Z(h)$  en la primera elevación (PPI) y los datos de perfil  $Z_p$ , de acuerdo con la siguiente fórmula:

$$Z(x, y, 0) = Z(x, y, h) + \frac{N}{6} (Z_p(0) - Z_p(h)) f(m)$$

La corrección tiende a sobrevalorar la convección embebida en las precipitaciones de perfil estratiforme; para evitarlo, se introduce un factor reductor  $f(m)$  que la limita cuadráticamente conforme el valor del píxel se aleja del correspondiente valor del perfil a la altura correspondiente.

La corrección del PPI se va intensificando (y debilitando) de forma paulatina desde que se detecta el primer perfil significativo hasta que su número sea  $N=6$ , momento en el cual se pueden apreciar cambios como el reflejado en la Fig.2..

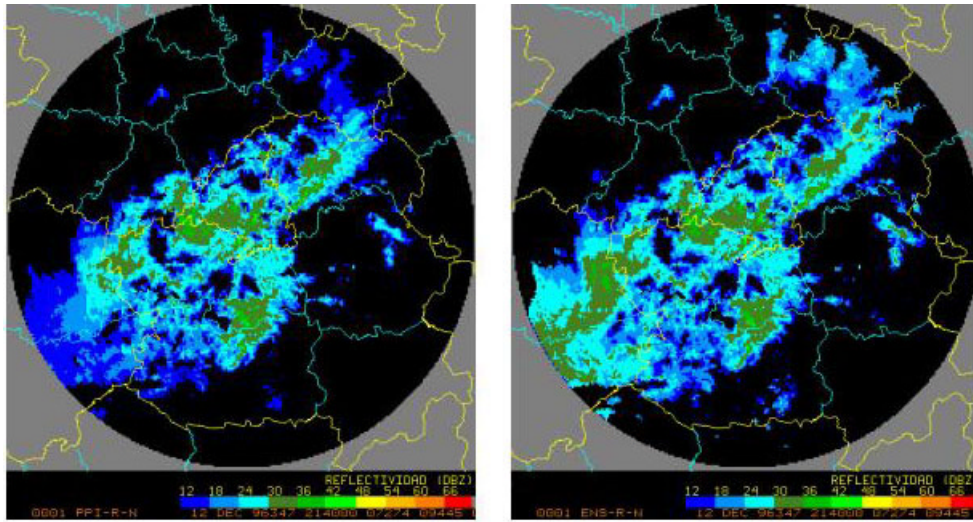


Fig 2. Imágenes PPI original y corregida por PVR (Estimación a nivel del suelo)

El arreglo induce asimismo, un resultado muy positivo sobre la calidad de las acumulaciones de lluvia que se obtienen a partir de los datos de reflectividad y el uso de la relación de Marshall y Palmer, lo que se puede comprobar, por ejemplo, en el par de imágenes de la Fig. 3.

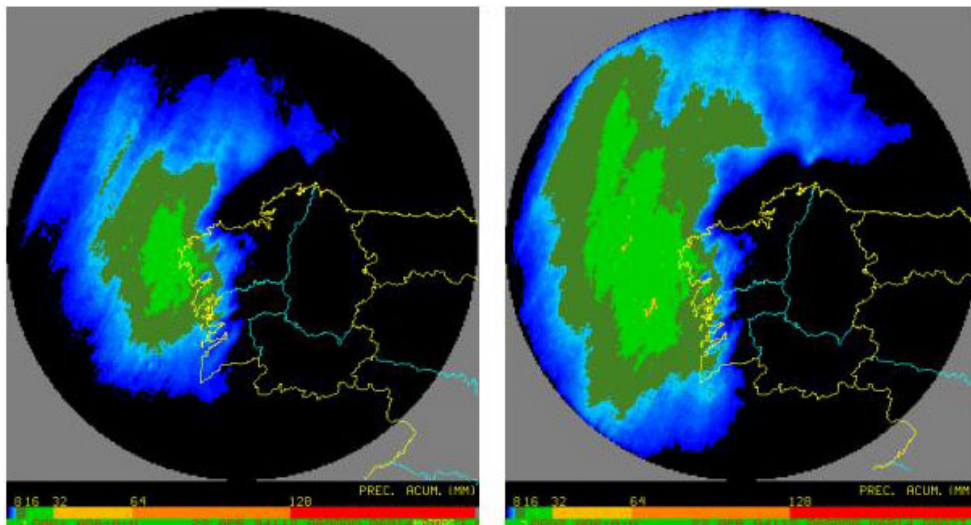


Fig 3. Acumulaciones diarias original y corregida por PVR

## **NUEVO PRODUCTO**

El nuevo producto de reflectividad junto al suelo ha sido incorporado como una imagen más en los ficheros cartesianos del modo normal de operación de los radares del INM; la modificación ha hecho que el fichero contenga ahora catorce imágenes en lugar de las trece que tenía anteriormente. Para conseguir el nuevo producto, se ha retocado el módulo que prepara las tablas de conversión de datos desde la representación polar a la cartesiana, de forma que los programas de barrido definibles para el primer scan y la máscara de ecos fijos que les correspondan, puedan ser tenidos en cuenta a la hora de determinar las celdillas que deben intervenir en la determinación del perfil; las celdillas, al igual que otros datos relevantes para el cálculo, quedan señaladas en las propias tablas de conversión

La definición de la nueva imagen y su incorporación dentro de los ficheros cartesianos ha implicado introducir acotaciones en las condiciones de cálculo de los productos volumétricos. El núcleo del desarrollo ha afectado al módulo de generación de imágenes donde se han escrito las rutinas necesarias para gobernar el cálculo de los promedios y suavizados del perfil y los cálculos conducentes a la estimación de reflectividad en el suelo.

Por último se han hecho las modificaciones oportunas para que las interfaces de usuario WUI, CUI y los servicios McIDAS puedan presentar, administrar y explotar el nuevo producto, que ha quedado disponible como el nombre de Zens desde WUI y CUI y con el de ENS-R-N desde el servidor McIDAS.

Para completar el desarrollo y obtener de él una mejora de los productos hidrológicos del radar, solo resta definir a la nueva imagen como la nueva fuente de datos del módulo de acumulación.

## **REFERENCIAS**

Joss, J. R. and Lee, R. 1995: The Application of radar Gauge Comparisons to Operational Precipitation Profile Corrections. Journal of Applied Meteor. AMS, 1995. Vol 34. pp 2612-2630

Aguado, F. 1999. Corrección por Perfil Vertical de Reflectividad de los datos de precipitación radar IV Simposio de Predicción. Serie Monografías. Ministerio de Medio Ambiente.