

METODOLOGÍA PARA LA ESTIMACIÓN DEL SESGO EN LA REFLECTIVIDAD DIFERENCIAL DE LOS RADARES DEL SINARAME

Martin Rugna ¹, Diego Giménez ¹, Luciano Vidal ¹, Aldana Arruti ¹
mrugna@smn.gob.ar

¹Servicio Meteorológico Nacional, Argentina

Palabras clave: radar meteorológico, reflectividad diferencial, calibración

1) INTRODUCCIÓN

Los radares meteorológicos de doble polarización son instrumentos vitales para diferentes aplicaciones donde las variables polarimétricas juegan un rol fundamental (por ej. estimación cuantitativa de precipitación). Una de las variables a utilizar es la reflectividad diferencial (Z_{DR}) que permite, entre otras, conocer qué tan chata es la gota de lluvia que precipita. No obstante, para ser utilizada en aplicaciones cuantitativas, Z_{DR} debe ser calibrada y en particular, se debe corregir el sesgo que se presenta por el propio uso del radar (Zrníc y otros, 2006) con una precisión de hasta 0,3 dB (Kumjian, 2013). Una revisión de diversos métodos para calcular y corregir el sesgo que se presenta rutinariamente en Z_{DR} puede encontrarse en Giménez y otros (2022).

Dentro de los métodos basados en la dispersión de blancos naturales, uno de ellos busca estimar el sesgo de Z_{DR} en presencia de lluvia débil o llovizna utilizando escaneos verticales con la antena a 90° (“*birdbath scans*”; Gorgucci y otros 1999) donde $Z_{DR} \approx 0$ dB. En los casos donde este escaneo no se incluya en los escaneos operativos, se pueden utilizar perfiles cuasi-verticales (QVP, por sus siglas en inglés) para monitorear la calibración de Z_{DR} a partir de lo propuesto por Ryzhkov y otros (2016) con elevaciones de antena de más de 10° (Sánchez-Rivas y Rico-Ramírez, 2022). En este trabajo se analizan datos de los radares polarimétricos RMA-C320 que son capaces de generar escaneos verticales y se va a comparar el desempeño de ambos métodos (escaneo vertical y QVP) para estimar el sesgo de Z_{DR} utilizando observaciones de largo plazo.

2) DATOS Y METODOLOGÍA

Para el cálculo de los QVP se utilizó una elevación de 20° que se encuentra dentro del escaneo operativo. Estos datos tienen una frecuencia aproximada de 10 minutos. Para cada círculo en un determinado rango se tomaron los píxeles (*gates*) con coeficiente de correlación (CC) $> 0,6$ y reflectividad horizontal (Z_H) > -10 dBZ. Luego, si el número de *gates* válidos (o azimuts) a lo largo del círculo excede los 30, estos se promedian para generar un píxel del QVP. La resolución vertical resultante de los QVP queda determinada por la resolución radial del escaneo y el ancho del haz del radar.

A partir de los QVP, el nivel de fusión (altura de la isoterma de 0°C) suele aparecer como una región de reflectividad intensificada conocida como banda brillante (BB). En contraste con el perfil vertical de Z_H , el CC proporciona una descripción mucho mejor de la estructura vertical de la BB y se lo utiliza entonces para detectar la BB. Luego se implementó un algoritmo de detección basado en las características geométricas del perfil vertical del CC (Qi y otros, 2013b y Shusse y otros, 2011). Esta técnica consiste en identificar el mínimo local (CC $< 0,94$; altura del pico) dentro de un rango de búsqueda sugerido en $\pm 1,0$ km respecto de la altura conocida de la isoterma de 0°C . El desarrollo completo de la técnica puede consultarse en Giménez y otros (2021).

Para la estimación del sesgo de Z_{DR} se adaptó el método propuesto por Trabal y otros (2009) basado en el análisis de la región de hielo seco (“dry snow layer”), comúnmente presente en los primeros 2 km por encima del tope de la BB. Esta región se caracteriza por valores de $Z_{DR} \approx 0$ dB. A los efectos de discriminar hielo seco de hielo húmedo o hielo cristalizado en los primeros 2 km por encima de la BB se emplean los siguientes umbrales: $Z_H < 25$ dBZ y $CC > 0,95$.

Luego se generan las series temporales de QVP para las variables Z_H , CC y Z_{DR} . Se identifica la BB con los umbrales propuestos y finalmente se estima el sesgo de Z_{DR} considerando los píxeles dentro de la zona de hielo seco. Al mismo tiempo, se calculan las series temporales de los perfiles verticales (VP) con una frecuencia aproximada de 30 minutos y se estima el sesgo utilizando los mismos umbrales que en los QVP. Esta metodología se aplicó sobre los radares meteorológicos RMA-C320 pertenecientes al SINARAME, sobre todos los eventos de lluvia identificados desde enero del 2019 a diciembre del 2021, inclusive.

3) RESULTADOS

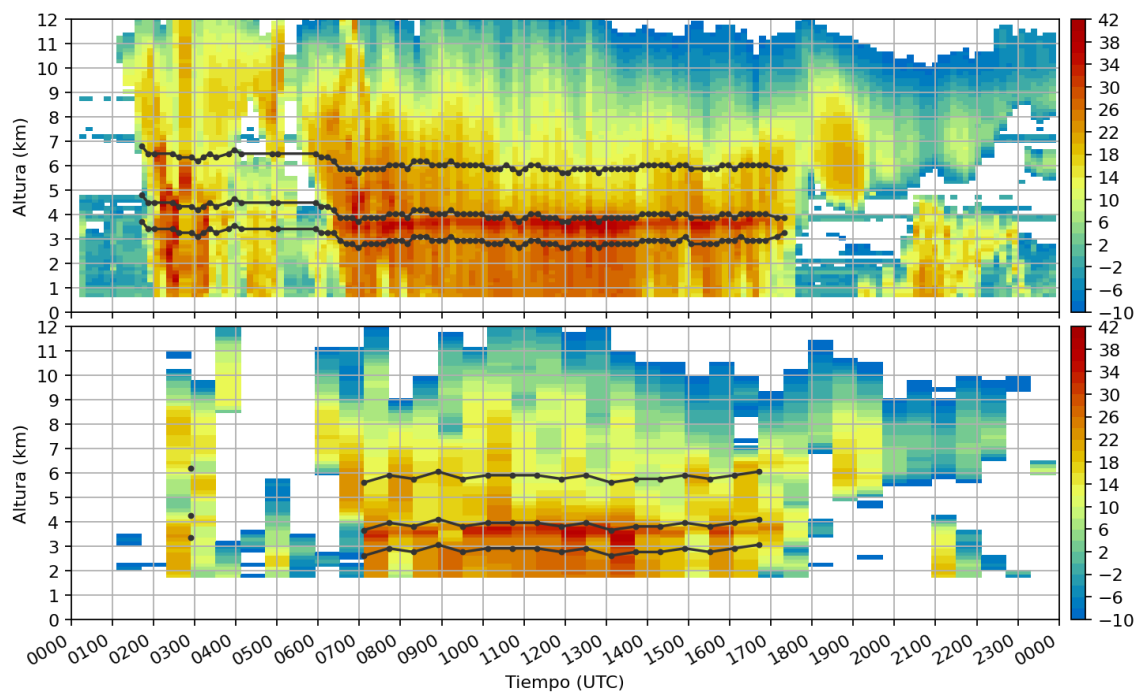


Figura 1: Series temporales del perfil cuasi vertical (QVP, arriba) y del perfil vertical (VP, abajo) de la variable reflectividad horizontal para el radar RMA2-Ezeiza el 25/03/2021. En puntos negros se muestran la ubicación de la base y el tope de la banda brillante y los 2 km por encima de la misma.

Se presenta a modo de ejemplo el análisis realizado sobre el radar RMA2-Ezeiza para el 25/03/2021 en la Figura 1. Lo más evidente resulta la gran diferencia en frecuencia temporal de la información, donde los QVP triplican en cantidad a los VP. La metodología logró identificar correctamente las zonas donde se observa una BB (comparando además con el coeficiente de correlación no mostrado) aunque se puede ver que algunos QVP podrían contener precipitación convectiva y pasar los controles del algoritmo de BB. En este caso, la región de 2 km por encima de la banda brillante (i.e. la región de hielo seco) presenta un comportamiento similar en la reflectividad diferencial observando ambos métodos, con una persistencia de un sesgo de +1,5 dB a lo largo del período mostrado.

4) CONCLUSIONES

La técnica propuesta para el cómputo de los QVP fue capaz de representar adecuadamente la secuencia de los perfiles verticales a lo largo del tiempo. Entre las mejoras a incorporar se pueden numerar las siguientes: (a) incluir la separación del eco estratiforme y convectivo para evitar la contaminación de elementos convectivos espacialmente no uniformes; (b) utilizar elevaciones múltiples (pero relativamente cercanas) para la incertidumbre estadística; y (c) incorporar una técnica de control de calidad de los datos sobre todas las elevaciones previo a aplicar la técnica de QVP propuesta.

En cuanto a la metodología propuesta para identificar la BB y estimar el sesgo de Z_{DR} , con un desarrollo de bajo costo computacional y consistente fue posible abordar la identificación de la BB aparente y la potencial capa de hielo seco. Además fue capaz de seguir la dinámica del sistema precipitante a lo largo de la secuencia temporal de los eventos. Entre las mejoras a incorporar se pueden enumerar las siguientes: (a) análisis temporal de la dinámica de la BB a los efectos de eliminar segmentos no válidos y asegurar una continuidad temporal sobre las alturas inferior, de pico y superior de la misma; y (b) valoración estadística de los valores medios de Z_{DR} estimados a lo largo del tiempo a los efectos de discriminar aquellas estimaciones significativamente no estadísticas.

REFERENCIAS

Gorgucci, E., Scarchilli, G. y Chandrasekar, V., 1999: A Procedure to Calibrate Multiparameter Weather Radar using Properties of the Rain Medium. *IEEE Trans. Geosci. Remote Sens.*, 37, 269–276

Kumjian, M., 2013: Principles and Applications of Dual-polarization Weather Radar. Part I: Description of the Polarimetric Radar Variables. *J. Oper. Meteorol.*, 1, 226–242.

Qi, Y., J. Zhang, Q. Cao, Y. Hong y X.-M. Hu, 2013: Correction of radar QPE errors for nonuniform VPRs in mesoscale convective systems using TRMM observations. *J. Hydrometeorol.*, 14, 1672–1682.

Ryzhkov, A., Zhang, P., Reeves, H., Kumjian, M., Tschallener, T., Trömel, S. y Simmer, C., 2016: Quasi-vertical profiles—A new way to look at polarimetric radar data. *Journal of Atmospheric and Oceanic Technology*, 33(3), 551-562.

Sanchez-Rivas, D. and Rico-Ramirez, M. A., 2022: Calibration of radar differential reflectivity using quasi-vertical profiles, *Atmos. Meas. Tech.*, 15, 503–520.

Shusse, Y., N. Takahashi, K. Nakagawa, S. Satoh y T. Iguchi, 2011: Polarimetric radar observation of the melting layer in a convective rainfall system during the rainy season over the East China Sea. *Journal of Applied Meteorology and Climatology*, 50, 354–367.

Trabal, J. M., V. Chandrasekar, E. Gorgucci y D. J. McLaughlin, 2009: Differential Reflectivity (ZDR) calibration for CASA radar network using properties of the observed medium. *IEEE International Geoscience and Remote Sensing Symposium*, pp. II-960-II-963.

Vidal, L., Giménez, D. y M. Rugna, 2022: Metodología para la estimación del sesgo de la reflectividad diferencial de los radares del SINARAME. *Nota Técnica SMN 2022-122*.

Zrnić, D. S., V. M. Melnikov y J. K. Carter, 2006: Calibrating differential reflectivity on the WSR-88D. *J. Atmos. Oceanic Technol.*, 23, 944–951.