

ANÁLISIS DE ZH y ZDR DURANTE UN EVENTO DE CONVECCIÓN INTENSA USANDO INFORMACIÓN DE RADARES POLARIMÉTRICOS EN BANDA C Y S

Emanuel Alfie¹, Esteban Semino¹,
emanuelalfie@hotmail.com, esti.semino@hotmail.com

¹Universidad de Buenos Aires, Facultad de Ciencias Exactas y Naturales, Departamento de Ciencias de la Atmósfera y los Océanos. Buenos Aires, Argentina

1) INTRODUCCIÓN

En la región de Sudamérica hay distintas redes de radares meteorológicos, los cuales son una herramienta capaz de proveer información sobre las características internas de las nubes, como las especies de hidrometeoros presentes, sus formas y tamaños para intervalos de tiempo breve sobre grandes extensiones. En particular en Argentina, actualmente la red de radares del Sistema Nacional de radares Meteorológicos (SiNaRaMe) y el Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria (INTA) administran 18 radares de doble polarización de banda C. Asimismo, en la región de Brasil existen numerosos radares principalmente de banda S y en la región del AMBA se encuentra el radar del SIVIGHILA administrado por el gobierno de la Ciudad de Buenos Aires.

Los radares polarimétricos transmiten radiación horizontal y verticalmente polarizada simultáneamente, por lo que al comparar las señales recibidas de ambas componentes se puede obtener información acerca del tamaño, la forma y orientación de los blancos dentro del volumen de atmósfera iluminado por el radar (Kumijan 2013). Dependiendo de la longitud de onda a la que transmite el radar, la radiación electromagnética interactúa de forma distinta con los posibles blancos que se puede encontrar el haz en su trayectoria. Los tamaños de hidrometeoros para los cuales los radares sufren de efectos como la atenuación diferencial o resonancia dependerá de la longitud de onda de la radiación a la que transmite. En particular, los radares de banda S cumplen la suposición de dispersión de Rayleigh para una variedad de tamaños mayor que los radares de banda C (Rauber and Nesbitt, 2018).

Sobre el noreste argentino y sudeste de Brasil los radares operativos en banda C (RMA5, Bernardo de Irigoyen, Misiones, Argentina) y otro de banda S (Cascavel, Paraná, Brasil) presentan un área de superposición permitiendo distinguir el comportamiento de las distintas bandas ante diversas situaciones de precipitación. El presente trabajo analiza las diferencias entre distintas variables polarimétricas derivadas de ambos radares, para un evento de actividad convectiva profunda intensa durante el 24 de octubre de 2024.

2) METODOLOGÍA

Se generó un Constant Altitude Plan Position Indicator (CAPPI) para los primeros 10 km sobre la superficie a partir de los volúmenes de ambos radares medidos a las 18:45 UTC del 24/10/2024, horario en el cual el sistema convectivo se encontraba aproximadamente entre la posición de ambos sensores. Estas interpolaciones se generaron respecto del mismo punto geográfico, lo cual garantiza que sea válida la comparación punto a punto las variables polarimétricas de ambos volúmenes de datos interpolados en una retícula tridimensional. El análisis se focalizó en el factor de reflectividad horizontal (ZH) y la reflectividad diferencial (ZDR).

Posteriormente, se generó una máscara para filtrar aquellos datos de ZH y ZDR que corresponden a puntos de la malla que presentaban valores del coeficiente de correlación co-polar (CC o RHOHV) menores a 0.8, ya que esto asegura que los datos analizados contengan únicamente ecos meteorológicos, filtrando ecos no-meteorológicos no deseados en el análisis.

3) RESULTADOS

En la Figura 1 se observan gráficos de dispersión entre ZH y ZDR de ambos radares a 10 km de altura con una máscara de $CC > 0.8$. A esta altura hay seguridad de que la única fase presente es hielo (probablemente copos de hielo), ya que según el sondeo observado, la isoterma de -40°C en este día se encontraba aproximadamente a ese nivel. Se sabe que el radar de Cascavel estaba correctamente calibrado, debido a que el CAPPI a 10 km mostró valores de ZDR prácticamente nulos para todo el dominio, para distintos valores de ZH. En la Figura 1 b), se observa que, para todo el rango de valores de ZH, ZDR es cercano a cero. Esto indicaría que todas las partículas de hielo presentes son más bien esféricas, lo cual es razonable.

Por otro lado, se observó que el radar de banda C estaba descalibrado, ya que en la Figura 1 se muestran sistemáticamente valores de ZDR cercanos a 2 dBZ en posiciones donde el radar de Cascavel presentó valores prácticamente nulos. En el panel c) de la Figura 1 se observa que no todas las partículas de hielo presentes cumplen la suposición de dispersión en el régimen de Rayleigh, debido a la presencia de atenuación diferencial (valores negativos de ZDR). Las partículas de hielo que sí deberían cumplir esta suposición deberían encontrarse a lo largo del eje $ZDR = 0$.

En la figura 1 a), se observa que los ZH de Irigoyen son menores respecto de los de Cascavel, lo cual muestra claramente la atenuación que sufre el radar de banda C.

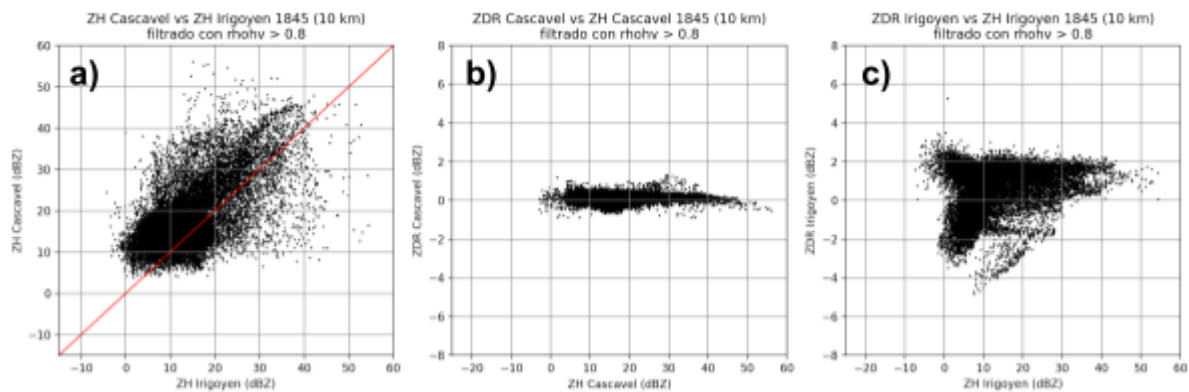


Figura 1: gráfico de dispersión ZH Cascavel vs ZH Irigoyen (a), ZDR Cascavel vs ZH Cascavel (b) y ZDR Irigoyen vs ZH Irigoyen (c) para 10km de altura. A todos los paneles se le aplica una máscara de $CC > 0.8$.

La figura 2 muestra el campo de ZH y ZDR de ambos radares a 3 km de altura. En el campo de ZDR de Irigoyen, se observa una zona con atenuación diferencial al sudeste del dominio (elipse roja en el panel b). Por otro lado, en el campo de ZDR de Irigoyen se observan regiones con efecto de resonancia (valores máximos dentro de la elipse verde en el panel b), las cuales no se condicen con el campo de ZDR del radar de Cascavel. La figura 3 ilustra este comportamiento.

La figura 3 es similar a la figura 1 pero para 3 km de altura. En la figura 3 a) se evidencia la atenuación diferencial de la misma manera que en el panel a) de la figura 1, ya que los ZH de Cascavel son mayores respecto de los ZH de Irigoyen.

En la figura 3 b) se observa que valores de ZH cada vez mayores se corresponden con ZDR también más grandes, es decir, en este nivel probablemente haya gotas grandes con mayor dimensión en la horizontal respecto de la vertical.

La figura 3 c) muestra que para ZH en el rango de 30 a 50 dBZ hay efecto de resonancia (elipse azul). Por otro lado, hay una gran cantidad de valores de ZDR por debajo de cero (rectángulo fucsia), lo cual implica atenuación diferencial.

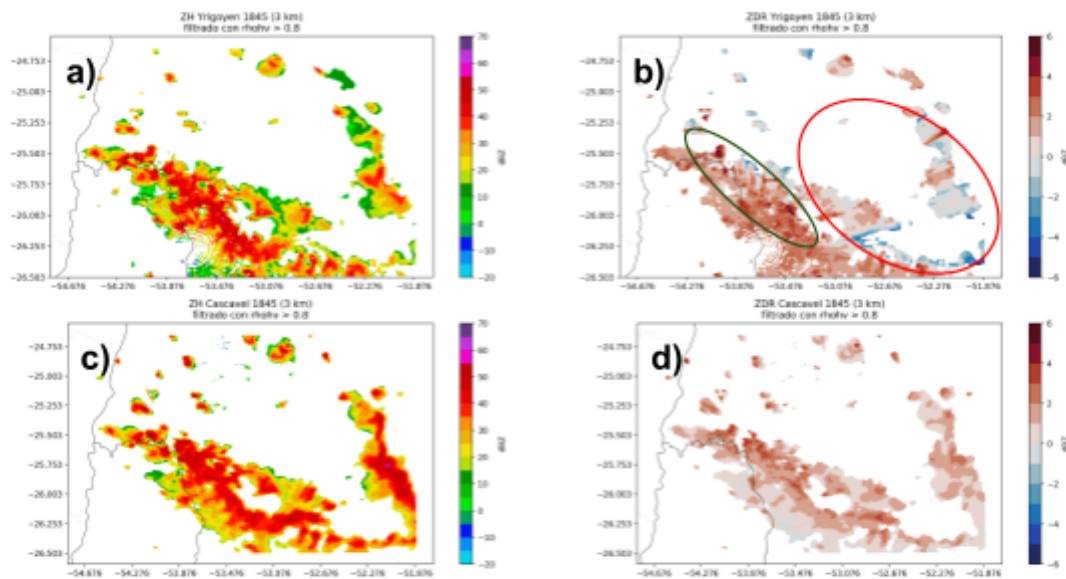


Figura 2: ZH Irigoyen (a), ZDR Irigoyen (b), ZH Cascavel (c) y ZDR Cascavel (d) para 3km de altura. A todos los paneles se le aplica una máscara de $CC > 0.8$.

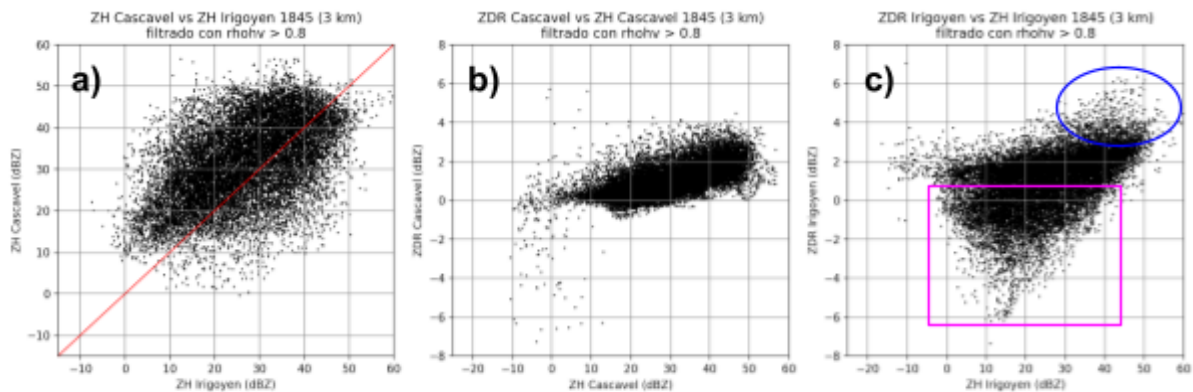


Figura 3: gráfico de dispersión ZH Cascavel vs ZH Irigoyen (a), ZDR Cascavel vs ZH Cascavel (b) y ZDR Irigoyen (c) para 3km de altura. A todos los paneles se le aplica una máscara de $CC > 0.8$.

4) CONCLUSIONES:

Ante el interés regional por contar con un producto que integre la información de todos los radares disponibles en Sudamérica, el análisis del caso convectivo seleccionado revela la necesidad de avanzar en la corrección operativa de la reflectividad y la reflectividad diferencial en banda C. Esto se debe a la atenuación causada por hidrometeoros intensos, los cuales pueden generar diferencias significativas entre bandas y conducir a errores en la interpretación de la información de radar.

AGRADECIMIENTOS: Este trabajo se realizó en el contexto de la materia Sensoramiento del Sistema Terrestre 2. Agradecemos a las docentes por las sugerencias realizadas para llegar a este trabajo. Agradecemos a SIMEPAR por suministrar la información del radar del Cascavel para el presente análisis, así como al SINARAME por la información del RMA5.

5) REFERENCIAS

Kumjian, M. R. (2013). Principles and Applications of Dual-Polarization Weather Radar. Part I: Description of the Polarimetric Radar Variables. *Journal of Operational Meteorology*, 1.

<http://dx.doi.org/10.15191/nwajom.2013.0119>

Nesbitt, S. W., & Rauber, R. M. (2018). *Radar meteorology: A first course*. John Wiley & Sons.

<https://doi.org/10.1002/9781118432662>