

ALGORITMO DE CLASIFICACIÓN DE CENIZA VOLCÁNICA EN IMÁGENES SATELITALES PARA EL SENSOR VIIRS

Diana Rodríguez¹, Luciano Vidal¹, Soledad Osores¹

dmr@smn.gob.ar

¹ Servicio Meteorológico Nacional - Argentina

Palabras clave: Ceniza volcánica, Clasificación método de 3 bandas, NOAA-20

1) INTRODUCCIÓN

A lo largo de estas últimas décadas se han desarrollado a nivel internacional diversas metodologías para la clasificación de ceniza volcánica, combinando bandas térmicas utilizando diferentes instrumentos a bordo de distintos satélites que fueron evaluadas para distintas erupciones volcánicas (Rose y otros, 2001; Dean y otros, 2003; Tupper y otros, 2004). A nivel local, Osores y otros (2015) y Rodríguez y otros (2019) exploraron metodologías de clasificación de ceniza volcánica basadas en técnicas de diferencia de temperatura de brillo entre bandas (BTD, del inglés *Brightness Temperature Difference*) para su detección siguiendo a Prata (1989a,b) en combinación con la temperatura de la superficie terrestre. En dichos trabajos se estudió la utilización de diferentes umbrales para la detección de ceniza durante las erupciones del Complejo volcánico Puyehue Cordón Caulle en 2011 y Calbuco en 2015. El objetivo del presente trabajo es presentar una metodología mejorada para la clasificación de píxeles de ceniza volcánica a partir de 3 bandas térmicas basada en satélites polares para una posterior automatización. El análisis se centra en la nube de ceniza asociada a la erupción del Volcán Ubinas (Perú) ocurrida el día 19 de julio de 2019.

2) DATOS Y METODOLOGÍA

Se utilizaron datos del sensor VIIRS a bordo del satélite NOAA-20 para la escena correspondiente al día 19 de julio de 2019 a las 17:56 UTC obtenidos del catálogo de datos on line CLASS¹. Se adaptó la metodología de 3 bandas térmicas propuesta por Guéhenneux y otros (2015) para el sensor SEVIRI. Esta se comparó con el método de 2 bandas o split window. Se utilizaron los canales M14 (8.55 μm), M15 (10.763 μm) y M16 (12.013 μm) para confeccionar las $\text{BTD}_{\text{M15-M16}}$ y $\text{BTD}_{\text{M14-M15}}$. Como apoyo a la metodología se generaron los compuestos RGB Color Verdadero y RGB Ceniza (Fig. 1a). Para determinar los umbrales a utilizar en la clasificación, se inspeccionaron transectas en diferentes regiones de la nube de ceniza volcánica. Luego se identificaron píxeles con presencia de ceniza, y para su clasificación se utilizó un algoritmo *booleano* basado en BTDs. Se realizaron 3 experimentos de clasificación con el objetivo de minimizar las falsas alarmas. Para una evaluación preliminar se llevó a cabo una comparación con los resultados obtenidos con el método de 2 bandas (M2B). Para ello se utilizó un enfoque de tabla de contingencia.

3) RESULTADOS

Los umbrales utilizados para los 3 métodos de clasificación se muestran en las Tablas 1 a 3. Las imágenes resultantes se presentan en la Figura 1 b a d, donde en rojo y naranja se pueden observar los píxeles clasificados como ceniza. La imagen M3B1 (Fig. 1c) muestra una mejora respecto de M2B (Fig. 1b) reduciendo las falsas detecciones por fuera del polígono azul, aunque no consideró dentro del polígono algunos píxeles detectados y agregó algunos píxeles clasificados como ceniza por fuera. Luego, se incluye una nueva condición para obtener la imagen M3B2 (Fig. 1d). En la misma se observa que este experimento incorporó algunos

¹ <https://www.avl.class.noaa.gov/saa/products/welcome>

píxeles (dentro del polígono azul) clasificados como “Ceniza 2” que fueron determinados como ceniza por el método M2B (Fig. 1b), sin embargo, agregó algunos píxeles por fuera del polígono.

Tabla 1: Umbrales M2B.

Categoría	Condición
Ceniza	$BTD_{M15-M16} < 0K$
No ceniza	$BTD_{M15-M16} \geq 0K$

Tabla 2: Umbrales M3B1.

Categoría	Condición 1	Condición 2
Ceniza	$BTD_{M15-M16} \leq -0.6K$	$BTD_{M14-M15} \geq -9K$
No ceniza	$BTD_{M15-M16} > -0.6K$	$BTD_{M14-M15} < -9K$

Tabla 3: Umbrales M3B2.

Categoría	Condición 1	Condición 2
Ceniza 1	$BTD_{M15-M16} \leq -0.6K$	$BTD_{M14-M15} \geq -9K$
Ceniza 2	$-0.6K < BTD_{M15-M16} \leq +0.1K$	$BTD_{M14-M15} \geq -1.2K$
No ceniza	$BTD_{M15-M16} > +0.1K$	$BTD_{M14-M15} < -9K$

4) CONCLUSIONES

En este trabajo se documentan los resultados de aplicar diferentes algoritmos de clasificación de ceniza volcánica en una imagen satelital VIIRS basados en diferencias de temperaturas de brillo de dos y tres longitudes de onda, variando las condiciones de filtrado con el objetivo de obtener una mejor clasificación de escenas con ceniza. Los resultados encontrados son alentadores, siendo el método de 3 bandas el que mejor desempeño presenta, ya que logra incluir la mayor parte de los píxeles clasificados visualmente como ceniza al mismo tiempo que descarta gran parte de las falsas detecciones.

En particular, en los dos experimentos basados en las BTDs que involucran las 3 bandas, si bien el experimento M3B1 tiene una tasa de falsas alarmas menor que el experimento M3B2, los porcentajes de acierto son mayores en este último caso. Entre las dificultades de la escena se encuentra la determinación de valores umbrales de clasificación ya que la señal de las BTDs se amplifica o disminuye debido al poco contraste que suele producirse con el suelo árido y/o desértico característicos de esta región de la Cordillera de los Andes.

Con el objeto de avanzar en una futura implementación del algoritmo de manera automática, es necesario ampliar el número de eventos de modo tal de darle más robustez a los resultados. Además, es importante remarcar que es necesario incluir diferentes zonas geográficas de modo tal de abarcar distintas condiciones de suelo, ya que afectan los umbrales de clasificación debido al poco contraste entre la nube de ceniza y el suelo árido y/o desértico característico de los Andes en estas latitudes.

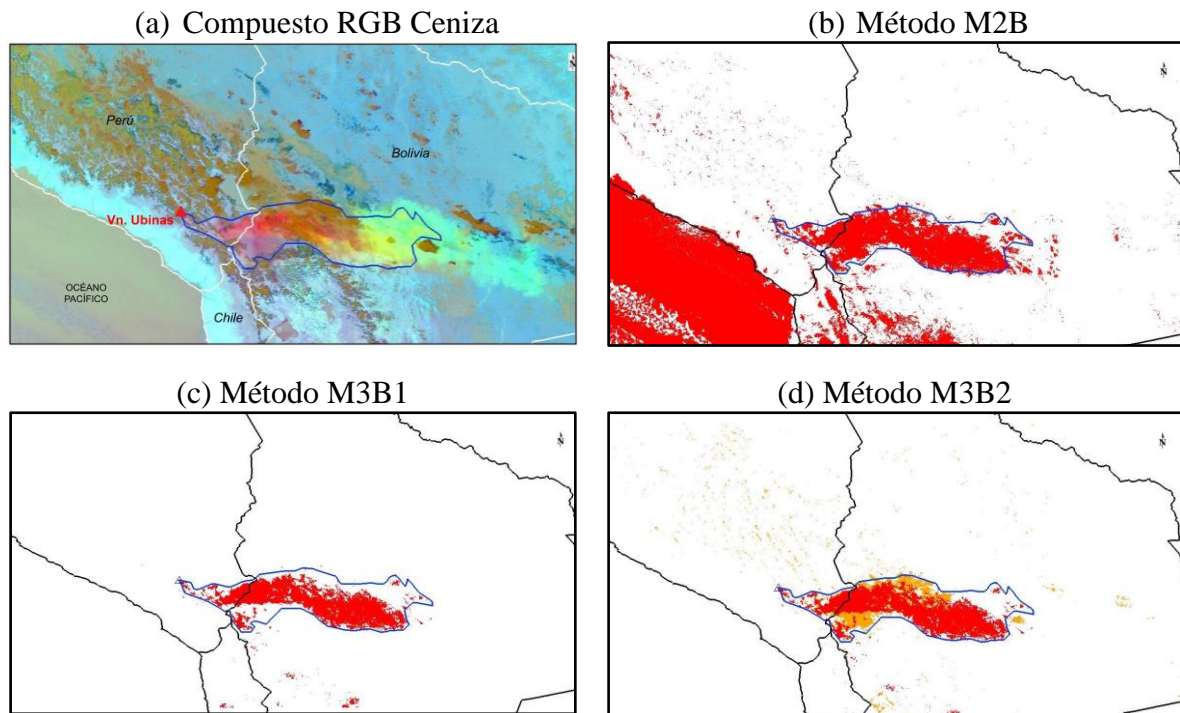


Figura 1: (a) Imagen RGB Ceniza sensor VIIRS/NOAA-20 para el día 19/7/2019 a las 17:56 UTC. La ubicación del Volcán Ubinas se indica con un triángulo rojo. En contorno azul se marca el borde de la nube de ceniza volcánica determinado visualmente por un experto. (b) Método M2B. (c) Método M3B1. (d) Método M3B2. La categoría “Ceniza 1” se muestra en rojo mientras la “Categoría 2” en naranja.

REFERENCIAS

- Dean, K.G., Dehn, J., Papp, K., Smith, S., Izbekov, P., Peterson, R., Kearney, C., Steffke, A., 2003: Integrated satellite observations of the 2001 eruption of Mt Cleveland Alaska. *J. Volcanol. Geotherm. Res.* 135, 51–73, <http://dx.doi.org/10.1016/j.jvolgeores.2003.12.013>.
- Guéhenneux, Y., Gouhier, M., Labazuy, P., 2015: Improved space borne detection of volcanic ash for real-time monitoring using 3-Band method. *Journal of Volcanology and Geothermal Research*, 293, 25-45.
- Osores, S., Toyos, G., Pujol, G., Ruiz, J., Collini, E., Folch, A., 2015: Mass loadings of the 2011 Cordón Caulle volcanic ash clouds. A quantitative comparison between MODIS and numerical simulations. IUGG-IAVCEI General Assembly. Praga.
- Prata, A.J., (1989a): Observations of volcanic ash clouds using AVHRR-2 radiances. *Int. J. Remote Sens.* 10 (4–5), 751–761, <http://dx.doi.org/10.1080/01431168908903916>.
- Prata, A.J., (1989b): Radiative transfer calculations for volcanic ash clouds. *Geophys. Res. Lett.* 16 (11), 1293–1296, <http://dx.doi.org/10.1029/GL016i011p01293>.
- Rodríguez, D.M., Bolzi C., Rossi Lopardo, M.S., Osores, S., Maciel, S., 2019: Assay of satellite methodology for volcanic ash classification: Calbuco volcano case. AMS 100 2019 Joint Satellite Conference, September 28 - October 04, 2019 Boston, USA.
- Tupper, A., Carn, S., Davey, J., Kamada, Y., Potts, R., Prata, F., Tokuno, M., 2004: An evaluation of volcanic cloud detection techniques during recent significant eruptions in the western ‘Ring of Fire’. *Remote Sens. Environ.* 91, 27–46, <http://dx.doi.org/10.1016/j.rse.2004.02.004>.