

# DETECCIÓN DE NUBES DE CENIZA VOLCÁNICA Y SO<sub>2</sub> UTILIZANDO DATOS DEL SENSOR ABI A BORDO DEL SATÉLITE GOES-16

Diana M. Rodríguez<sup>1</sup>, Juan Díaz<sup>1,2</sup>, Luciano Vidal<sup>1</sup>, Soledad Osoreo<sup>1</sup>



<sup>1</sup> Servicio Meteorológico Nacional (SMN), Av. Dorrego 4019, CABA, Argentina

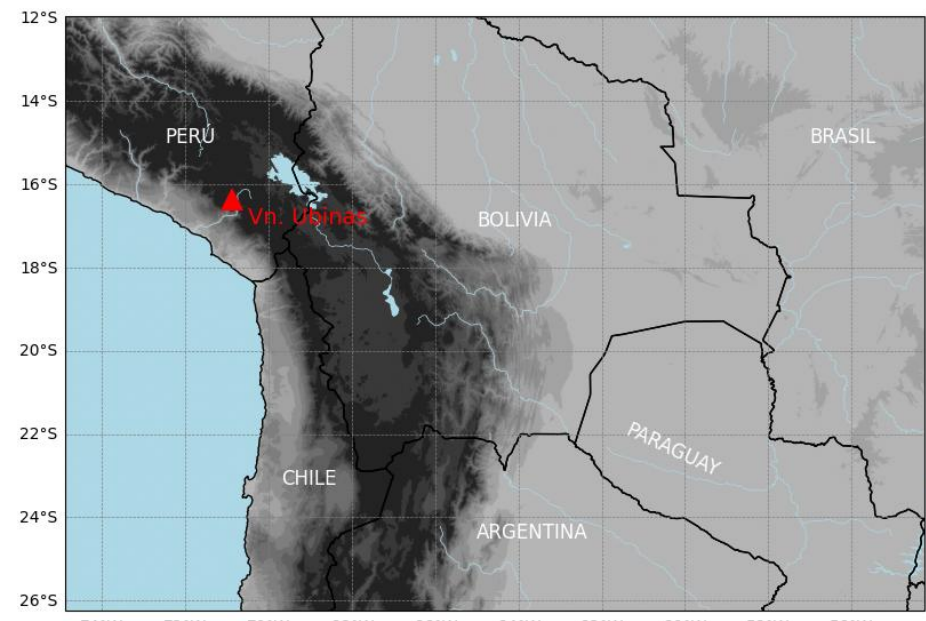
<sup>2</sup> Facultad de Ciencias Astronómicas y Geofísicas, Universidad Nacional de La Plata (UNLP), La Plata, Buenos Aires, Argentina

[dmr@smn.gob.ar](mailto:dmr@smn.gob.ar)

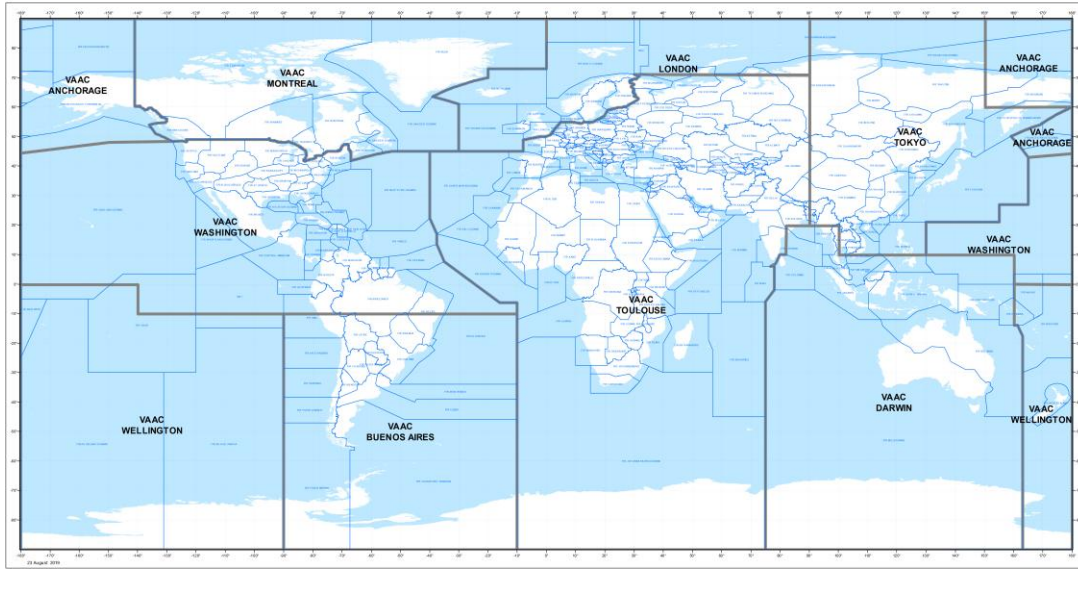
## RESUMEN

La dispersión de cenizas volcánicas en la atmósfera, originadas por erupciones volcánicas y su posterior resuspensión, provoca impactos ambientales, afecta las actividades humanas a distintas escalas y por lo tanto su detección es de suma importancia. Los **Centros de Avisos de Cenizas Volcánicas** (VAAC por sus siglas en inglés), vigilan la presencia de ceniza volcánica para contribuir en la seguridad aeronáutica. A través de sensores remotos montados a bordo de satélites es posible el monitoreo y seguimiento de las nubes de ceniza volcánica. Es por ello que el objetivo de este trabajo es presentar una metodología mejorada para la clasificación de píxeles mixtos que contienen ceniza volcánica y SO<sub>2</sub>, a partir del uso de 5 bandas térmicas y la máscara binaria de nubosidad del sensor ABI a bordo de satélite GOES-16. El análisis se focaliza en el estudio de la nube de ceniza volcánica producida por la erupción del volcán Ubinas (Perú) ocurrida el 19 de julio de 2019. Los resultados de este trabajo contribuirán a la labor de vigilancia y verificación de la información de los pronósticos de dispersión de ceniza del VAAC Buenos Aires.

## CASO DE ESTUDIO



**Figura 1:** Región de estudio donde se indica con un triángulo rojo la ubicación del volcán Ubinas (Perú).



**Figura 2:** Áreas de responsabilidad de los Centros de Avisos de Cenizas Volcánicas (VAAC) a nivel global. El estudio de este caso, se enmarca dentro del área del VAAC Buenos Aires.



ANDINA/Difusión

- El análisis se centra en la nube de ceniza del **volcán Ubinas (Perú)**.
- Localización:** (16.34°S; 70.89°O; 5672 m.s.n.m.)
- Características:** *Estratovolcán andesítico* que forma parte de la Zona Volcánica de los Andes Centrales y es uno de los volcanes más activos del Perú.
- El 19 de julio de 2019, a las 07:30 UTC se detectó la primera a través del satélite GOES-16. Durante las horas siguientes, el sistema VOLCAT estimó alturas de columna de hasta 18-20 km.** <https://volcano.ssec.wisc.edu>

## DATOS Y METODOLOGÍA

- Metodología de Guéhenneux et al. (2015) adaptada de 3 a 5 bandas térmicas.
- Datos del satélite GOES-16, sensor (ABI), NOAA, producto CMI Level 2, resolución 2km.
- ESCENAS:
  - 19 de julio de 2019 → 15:30 y 18:00 UTC
  - 20 de julio de 2019 → 03:10 UTC
- Máscara auxiliar: Clear Sky Mask (CSM) → NUBE=1 / NO NUBE=0
- Canales ABI C09 (6,9 µm), C10 (7,3 µm), C11 (8,4 µm), C13 (10,3 µm) y C15 (12,3 µm).
- Temperatura de brillo utilizadas (BTDs) (Tabla 1).
- A partir de los datos satelitales de las tres escenas, se definieron umbrales de las BTDs junto con el producto CSM, y se aplicaron tres métodos de clasificación de ceniza volcánica (M2B, M3B y M5B) mediante un algoritmo booleano.

**Tabla 1:** Descripción de las Diferencias de temperaturas de brillo (BTD).

BTD	Canales del sensor ABI	Características
C13 - C15	10,3µm - 12,3µm	Presencia de ceniza o polvo en la atmósfera con valores negativos.
C11 - C13	8,4µm - 10,3µm	Presencia de SO <sub>2</sub> y ceniza en niveles medios de la atmósfera generalmente con valores positivos y negativos muy cercanos a cero.
C10 - C09	7,3µm - 6,9µm	Presencia de SO <sub>2</sub> en niveles medios y altos de la atmósfera con valores iguales o menores a cero.

**Tabla 2:** Condiciones y categorías de clasificación según M2B, M3B y M5B

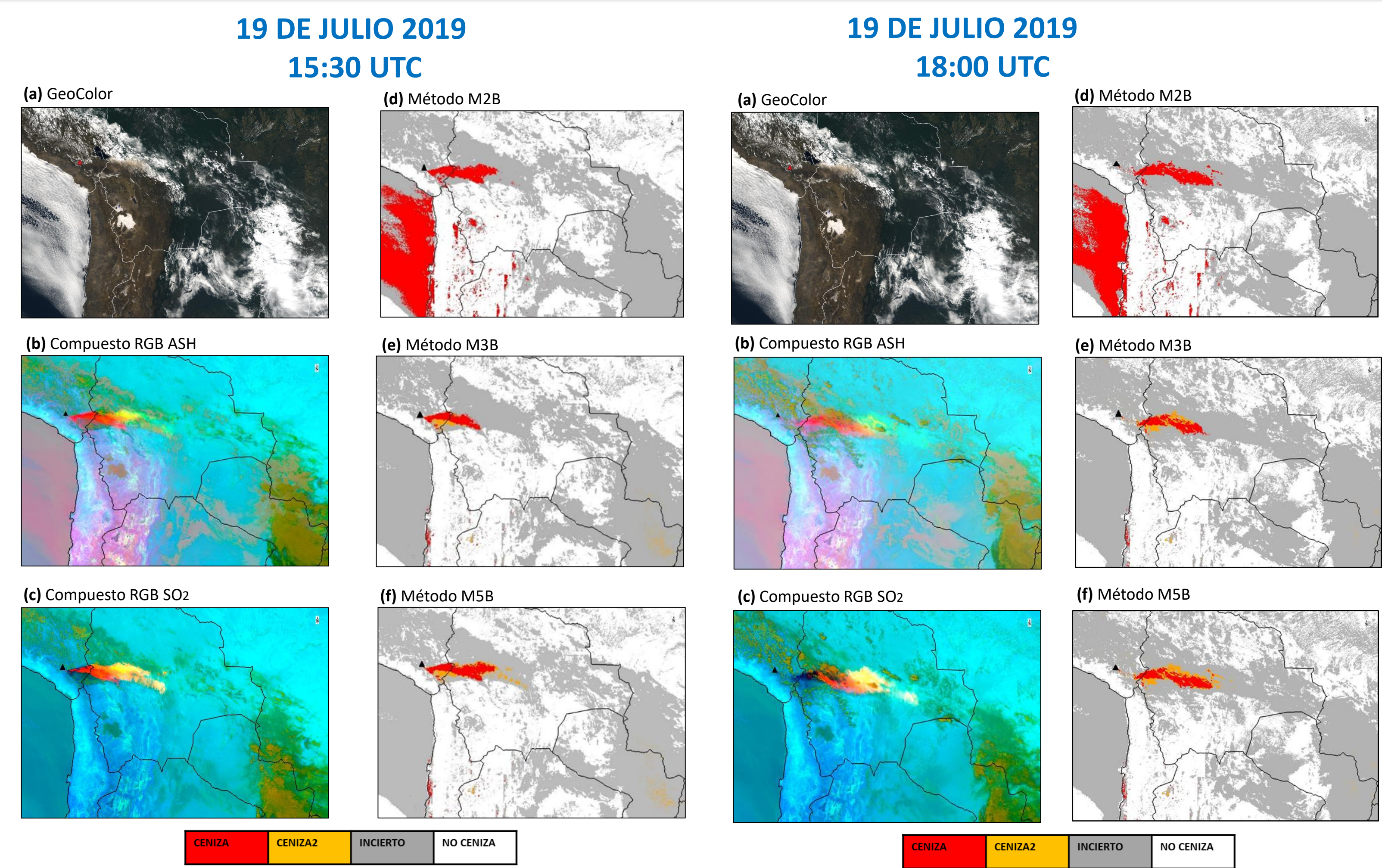
Método	Categoría	Condición	
M2B	Ceniza	$(BTD_{(C13-C15)} \leq 0.0K) \text{ y } (CSM=1)$	
	No ceniza	$(BTD_{(C13-C15)} > 0.0K) \text{ y } (CSM=0)$	
	Incierto	No incluido en CENIZA y CSM=1	
M3B	Ceniza 1	$(BTD_{(C13-C15)} \leq -0.7K) \text{ y } (BTD_{(C11-C13)} \geq -1.2K) \text{ y } (CSM=1)$	
	Ceniza 2	$(-0.7K < BTD_{(C13-C15)} \leq 1.0K) \text{ y } (BTD_{(C11-C13)} \geq -0.1K) \text{ y } (CSM=1)$	
	No ceniza	No incluido en CENIZA 1 y 2 y (CSM=0)	
M5B	Incierto	No incluido en CENIZA 1 y 2 y (CSM=1)	
	Ceniza 1	$(BTD_{(C13-C15)} \leq -0.7K) \text{ y } [(BTD_{(C11-C13)} \geq -1.2K) \text{ o } (BTD_{(C10-C09)} \leq 0.0K)] \text{ y } (CSM=1)$	
	Ceniza 2	$(-0.7K < BTD_{(C13-C15)} \leq 1.0K) \text{ y } [(BTD_{(C11-C13)} \geq -0.1K) \text{ o } (BTD_{(C10-C09)} \leq 0.0K)] \text{ y } (CSM=1)$	
	No ceniza	No incluido en CENIZA 1 y 2 y [CSM=0]	
	Incierto	No incluido en CENIZA 1 y 2 y [CSM=1]	

## CONCLUSIONES

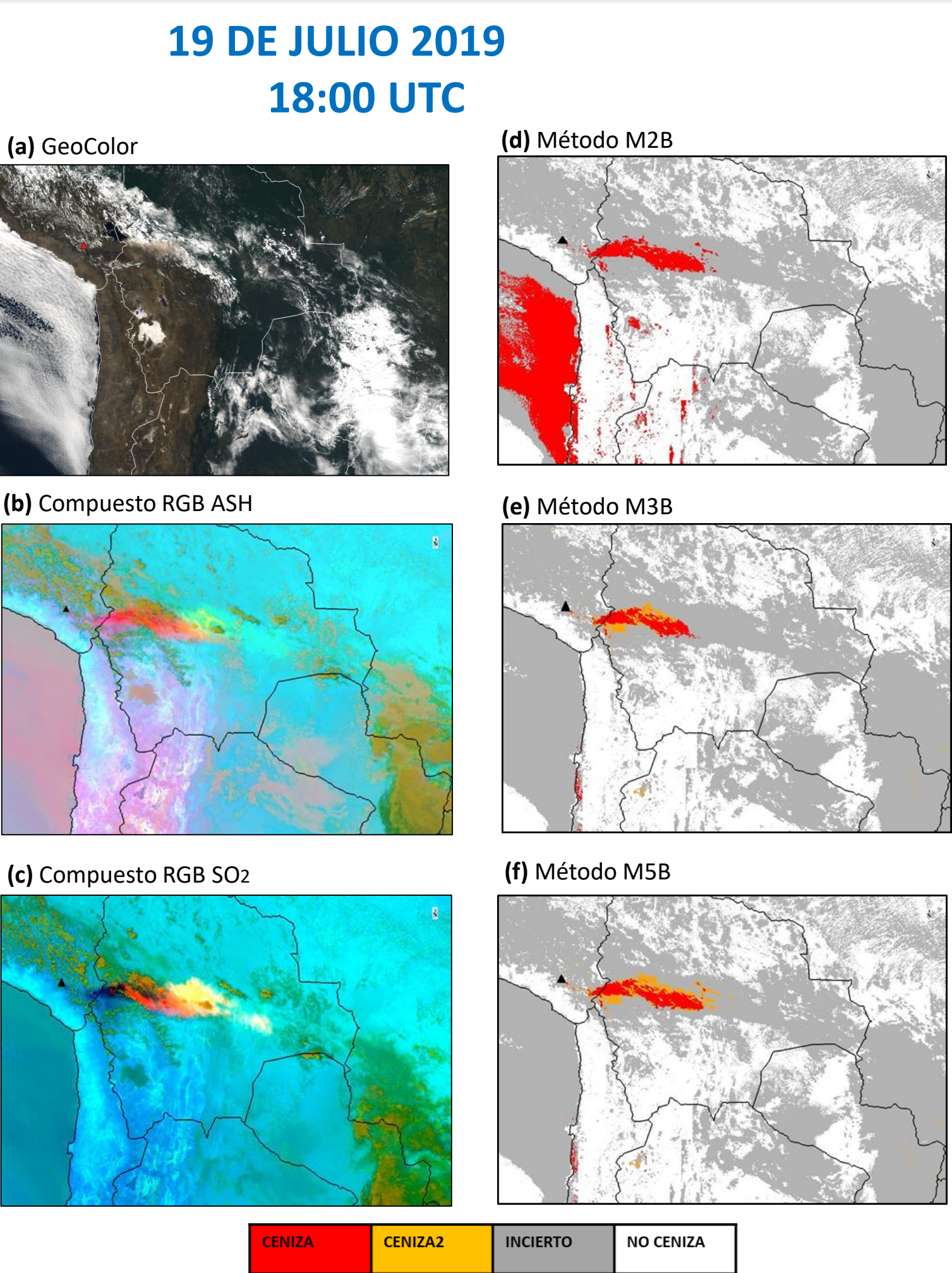
- El método **M2B** sobrestima la presencia de ceniza, con una gran cantidad de falsas alarmas en regiones áridas y en zonas oceánicas.
- El método **M3B** permite detectar píxeles mixtos y reduce las falsas alarmas en el Océano Pacífico y en zonas áridas.
- El método **M5B** obtiene el mejor desempeño durante las horas diurnas.
- En la escena nocturna los 3 métodos subestiman la detección de ceniza volcánica en gran parte, debido a que la nube de cenizas es translúcida.
- La inclusión del **producto CSM** permitió una mejora importante en los tres métodos ya que elimina las falsas alarmas sobre las regiones áridas. Sin embargo, cuando la pluma empieza a ser más translúcida la máscara filtra píxeles y subestima la presencia de ceniza.

## REFERENCIAS

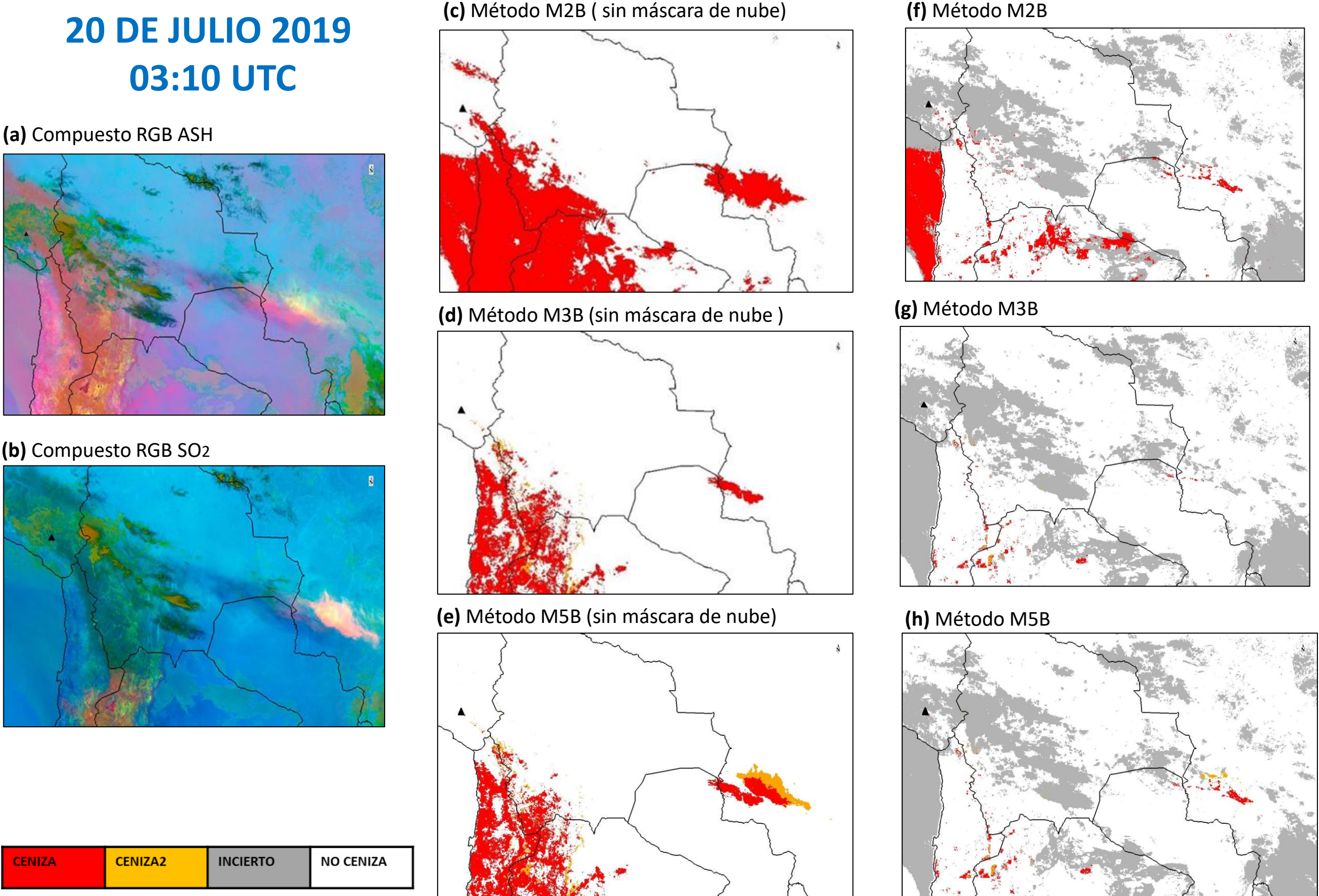
- Dean, K.G., Dehn, J., Papp, K., Smith, S., Izbekov, P., Peterson, R., Kearney, C., Steffke, A.: Integrated satellite observations of the 2001 eruption of Mt Cleveland Alaska. Journal of Volcanology and Geothermal Research 135, 51–73 (2003)
- Tupper, A., Carn, S., Davey, J., Kamada, Y., Potts, R., Prata, F., Tokuno, M.: An evaluation of volcanic cloud detection techniques during recent significant eruptions in the western 'Ring of Fire'. Remote Sensing of Environment 91, 27–46 (2004)
- Osoreo, S., Toyos, G., Pujol, G., Ruiz, J., Collini, E., Folch, A.: Mass loadings of the 2011 Cordon Caulle volcanic ash clouds. A quantitative comparison between MODIS and numerical simulations. In: Proceedings of the 10th IEEE International Symposium on High Performance Distributed Computing, pp. 181–184. IEEE Press, New York (2001).
- Rodriguez, D.M., Bolzi, C., Rossi Lopardo, M.S., Osoreo, S., Maciel, S.: Assay of satellite methodology for volcanic ash classification: Calbuco volcano case. In: AMS 100 2019 Joint Satellite Conference, September 28 - October 04, 2019, Boston, USA (2019).
- National Oceanic and Atmospheric Administration, <https://www.noaa.gov/>
- Guéhenneux, Y., Gouhier, M., Labazuy, P.: Improved space borne detection of volcanic ash for real-time monitoring using 3-Band method. Journal of Volcanology and Geothermal Research 293, 25–45 (2015)



**Figura 3:** a) GeoColor, b) Composición RGB ASH, c) RGB SO<sub>2</sub>, d) M2B, e) M3B y f) M5B, obtenidas por el satélite GOES-16/ABI el 19 de julio de 2019 a las 15:30 UTC.



**Figura 4:** a) GeoColor, b) Composición RGB ASH, c) RGB SO<sub>2</sub>, d) M2B, e) M3B y f) M5B, obtenidas por el satélite GOES-16/ABI el 19 de julio de 2019 a las 18:00 UTC.



**Figura 5:** a) Composición RGB ASH, b) RGB SO<sub>2</sub>, c) M2B sin máscara de nubes, d) M3B sin máscara de nubes, e) M5B sin máscara de nubes, f) M2B, g) M3B y h) M5B, obtenidas por el satélite GOES-16/ABI el 20 de julio de 2019 a las 03:10 UTC.

