

MONITOREO SATELITAL DEL MAR DE NUBES EN EL AERÓDROMO DE LA BASE MARAMBIO: ANÁLISIS SINÓPTICO E IMPACTO DETERMINANTE EN LA EJECUCIÓN DE LAS OPERACIONES AÉREAS VISUALES

Noemí Ethel Troche¹, Diana Marina Rodríguez¹, Matías De Oto¹

ntroche@smn.gob.ar

¹ Servicio Meteorológico Nacional (SMN)

Palabras clave: Mar de nubes, Base Marambio, satélites

1) INTRODUCCIÓN

La Base Marambio (MBI), situada en una isla amesetada a unos 200 m.s.n.m. en el noreste de la Península Antártica, es un punto estratégico aeronáutico y logístico de la Antártida Argentina. La niebla constituye uno de los principales factores de riesgo para las operaciones aéreas visuales, siendo su anticipación un desafío constante.

Distintos estudios recientes han caracterizado la niebla marina en zonas cercanas como la isla 25 de Mayo/King George, destacando su origen advectivo vinculado a la entrada de aire cálido y húmedo sobre aguas frías del Pasaje Drake (Chen y otros, 2019; Jiménez García y otros, 2022). En la MBI, Jiménez García y otros (2024) identificaron episodios de niebla asociados tanto a la advección cálida y/o fría, aunque no abordaron en detalle un mecanismo particular observado: el ingreso de un mar de nubes compuesto de nubes estratiformes bajas, que al posicionarse al nivel de la pista de MBI reduce drásticamente la visibilidad. El objetivo de este trabajo es documentar y analizar dos eventos recientes en MBI en los que la niebla se produjo por la aproximación de un mar de nubes, utilizando observaciones *in situ*, datos satelitales y pronósticos numéricos.

2) DATOS Y METODOLOGIA

Se utilizaron imágenes infrarrojas nocturnas (IR) y en falso color (FC) diurnas del sensor AVHRR/3 a bordo de los satélites MetOp-B y C, correspondientes al 25 de enero (CASO 1; Fig. 1a, b) y al 3 de marzo (CASO 2; Fig. 1c, d) del 2025. Por otra parte, se compararon las salidas de las 00 UTC de los modelos WRF (Fig. 2) y GFS, con resoluciones espaciales de 3 y 21 km, respectivamente, junto con la secuencia horaria de los datos observados SYNOP/METAR para los periodos comprendidos entre el 24 y el 27 de enero (Fig. 3a) y entre el 3 y el 6 de marzo (Fig. 3b). Considerando esta información, se describió la situación sinóptica.

3) RESULTADOS

CASO 1. Se observa cielo despejado y enfriamiento superficial del mar asociado a un anticiclón de 986 hPa al sur de MBI (Fig. 2a), mientras que desde el norte ingresa una masa de aire templada y húmeda favoreciendo la formación de una inversión térmica y generando nubosidad al nivel del mar, apreciable en la imagen IR en tonos de grises que contrastan con los más claros del hielo (Fig. 1a). En el periodograma (Fig. 3, panel superior) se muestra una circulación predominante del sector sur del orden de 10 kt, favoreciendo condiciones estables y escasa nubosidad. A medida que la intensidad del viento aumenta a 14 kt, se produce una reducción de la visibilidad por niebla entre 01 UTC y 15 UTC del día 25. Posteriormente, el viento rota al noroeste disminuyendo a 5 kt generando una mejora temporal hasta el 26 a la 01 UTC. Luego, el viento se incrementa

a 15 kt del nornoroeste, dando lugar a una reducción de visibilidad que persiste hasta las 08 UTC. Más tarde, disminuye a 5 kt del sudoeste y rota al noroeste, mejorando las condiciones entre las 09 y las 19 UTC. A partir de ahí y durante todo el 27 se mantiene la niebla. Las imágenes satelitales muestran el desplazamiento de stratus en tonos de amarillo desde el sur bordeando la ladera oriental de la isla e ingresando al Mar de Erebus y Terror en contraste con el tono blanco del mar congelado en la imagen FC (Fig. 1b).

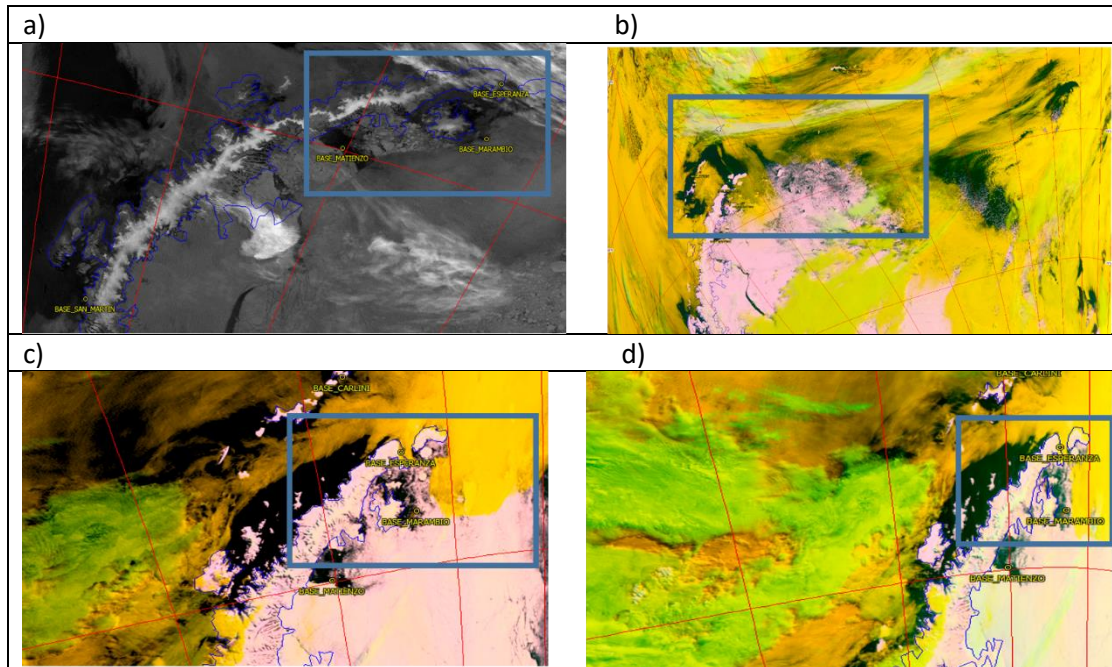


Figura 1: (a) Imagen en infrarrojo AVHRR/3-MetOp-B a las 02:04Z y (b) imagen en falso color AVHRR/3, MetOp-C a las 10:46Z, correspondientes al Caso 1 del 25 de enero de 2025. (c) Imagen en falso color AVHRR/3-MetOp-B a las 12:06Z y (d) imagen AVHRR/3, MetOp-C, correspondientes al Caso 2 del 3 de marzo de 2025. El rectángulo azul indica la zona donde se observa el mar de nubes sobre la Península Antártica.

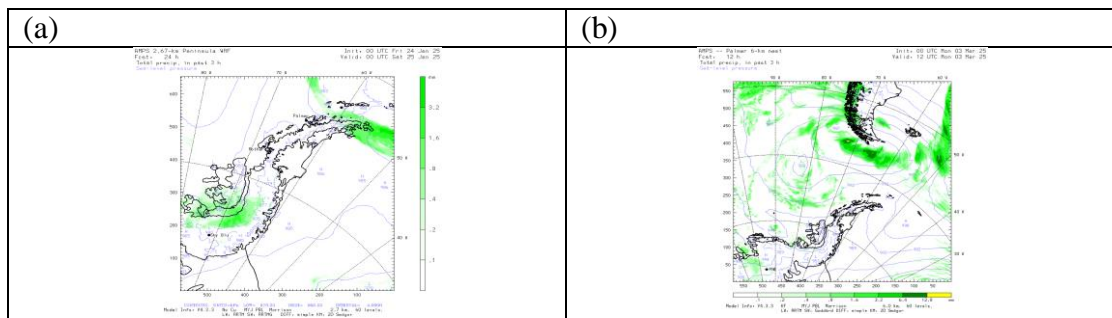


Figura 2: Modelos WRF a) a 3 km de resolución espacial para el CASO 1 y b) WRF a 6 km para el CASO 2.

CASO 2. La noche previa se observa cielo despejado sobre MBI y sobre el Mar de Erebus y Terror se detecta el desplazamiento de una masa de aire templada y húmeda, asociada a una depresión de 976 hPa sobre el Drake Sur, con un rápido movimiento hacia el sureste (Fig. 2b). Esta perturbación se observa en la imagen FC (Fig. 1c) en tonos amarillos indicando el mar de nubes y su posterior avance hacia MBI (Fig. 1d). Entre ambas imágenes se estimó la velocidad de desplazamiento del fenómeno en ~40 km/h. Este avance coincide con la evolución del viento en superficie (Fig. 3, panel inferior), que muestra un flujo del sector norte entre 5 y 10 kt hasta las 14 UTC del 3 de marzo. Con la

rotación del viento al noreste ingresa la niebla que persiste hasta las 07 UTC del día 4, y a partir de las 12 UTC hay una mejora temporal con la rotación al noroeste. Desde las 22 UTC del 4 hasta las 10 UTC del 6 se registra niebla con vientos variables. Y a partir de las 11 UTC mejora la visibilidad.

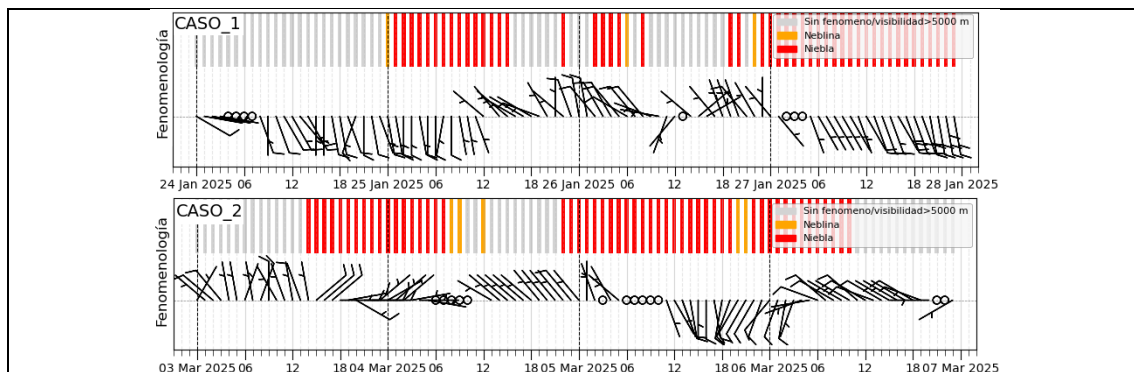


Figura 3: *Periodogramas para CASO 1 (superior) y CASO 2 (inferior). En barras de colores se muestra la fenomenología asociada al mar de nubes (ver leyenda) y el viento en barbas (nudos).*

4) CONCLUSIONES

Se analizaron dos eventos de mar de nubes que afectaron intermitentemente la visibilidad en la pista del MBI durante cuatro días. La secuencia temporal de los datos y el análisis sinóptico fueron clave para su detección y monitoreo. Los modelos de mesoescala representaron el fenómeno de forma más realista en comparación con los modelos globales. Las imágenes de satélites geoestacionarios, aunque útiles por su alta frecuencia temporal, mostraron limitaciones en resolución espacial en latitudes altas. En cambio, los satélites polares, con mejor resolución espacial, permitieron una observación más precisa, incluso estimando la velocidad del fenómeno en 40 km/h en uno de los casos. Esto resalta la importancia de contar con recepción satelital polar en tiempo real en la MBI para mejorar la predicción de este tipo de eventos.

AGRADECIMIENTOS

Se agradece a Antonio Gil por sus valiosas contribuciones al área de Meteorología Antártica.

REFERENCIAS

Chen, J., B. Han, Q. Yang, L. Wei, Y. Zeng, R. Wu, y Z. Ding, 2019: Analysis of a sea fog episode at King George Island, Antarctica. *Atmosphere*, **10**(10), 585.

García, M. J., A. Céspedes Ávila, G. Jiménez Sánchez, Á. R. Martínez Mancera, K. A. Chicaeme Ordoñez, y J. Mejía, 2022: Understanding sea fog variability in King George Island, Antarctica using special observations and cloud-resolving simulations (A12H-08). *American Geophysical Union Fall Meeting 2022*, Chicago, IL.

García, M. J., J. Mejía, J. J. Henao, N. Troche, A. R. Martínez, y K. A. Chicaeme, 2024: Visibility and fog synoptic and mesoscale variability over Marambio Base, Antarctic Peninsula (No. EGU24-14236). *Copernicus Meetings*.