

VALIDACIÓN DEL MODELO CLIMÁTICO *COMMUNITY ATMOSPHERE MODEL* PARA SU APLICACIÓN EN EL ESTUDIO DE LA VARIABILIDAD FUTURA DE LAS ONDAS DE TORMENTA EN LA PLATAFORMA CONTINENTAL ARGENTINA EN UN CONTEXTO DE CAMBIO CLIMÁTICO

Sofía C. Muñoz^{1,2,3}, Matias G. Dinápoli^{1,2,3}, Claudia G. Simionato^{1,2,3}, Pedro DiNezio⁴
sofiacamila20000@gmail.com

¹Departamento de Ciencias de la Atmósfera y los Océanos, FCEN, UBA

²Centro de Investigaciones del Mar y la Atmósfera, CONICET-UBA

³Instituto Franco-Argentino Para el Estudio del Clima y Sus Impactos (IRL 3351 IFAECI)

⁴Department of Atmospheric and Oceanic Sciences, University of Colorado Boulder

Palabras clave: Ondas de Tormenta, Plataforma Continental Argentina, Cambio Climático

1) INTRODUCCIÓN Y MOTIVACIONES

La Plataforma Continental Argentina (PCA) es especialmente sensible a las configuraciones atmosféricas, dando lugar a distintas respuestas del océano al forzante meteorológico; la generación de ondas de tormenta (ODT) es una de las más significativas (Alonso et al., 2024; Dinápoli et al., 2024; Dinápoli y Simionato, 2025). Estas pueden provocar descensos o ascensos anómalos del nivel del mar en escalas de tiempo de horas a días, lo cuales pueden generar desde importantes inundaciones en el estuario del Río de la Plata (D'Onofrio et al., 1998; Dinápoli et al., 2020) a erosiones costeras significativas en la costa bonaerense (Bachino et al., 2023).

En un contexto de cambio climático es de vital importancia contar con información de los potenciales cambios que pueden tener las ODT a mediano y largo plazo, ya que es un insumo indispensable para el diseño de estrategias de adaptación y para la toma de decisiones. Los recientes trabajos de Alonso et al. (2024), Dinápoli et al. (2024) y Dinápoli y Simionato (2025) demostraron que la respuesta oceánica sobre la PCA al forzamiento atmosférico de escala sinóptica puede sintetizarse en tres modos de oscilación asociados a configuraciones características de pasaje de ondas de Rossby atmosféricas sobre Sudamérica y/o ciclogénesis del Litoral. Por ello, el estudio de potenciales cambios de regímenes de ODT puede enfocarse en la caracterización de los cambios en estos modos de variabilidad atmosférica. Para entender y evaluar estos cambios es necesario contar con simulaciones numéricas de la variabilidad atmosférica bajo diferentes escenarios futuros, vinculados a diferentes niveles de emisión de gases de invernadero. Sin embargo, no cualquier simulación climática resulta adecuada para este tipo de estudio, ya que la representación de la variabilidad sinóptica está fuertemente condicionada por la resolución espacial del modelo. En particular, se requiere una resolución del orden de 50 km o mayor para poder simular correctamente la intensidad de la variabilidad atmosférica, dado que esta depende de una adecuada representación de los procesos de mesoescala. En este sentido, el modelo atmosférico CAM (Community Atmosphere Model), componente del modelo acoplado global CESM (Modelado del Sistema

Terrestre Comunitario), con una resolución horizontal de $0,25^\circ$, cobra una importante relevancia (Neale et al., 2012).

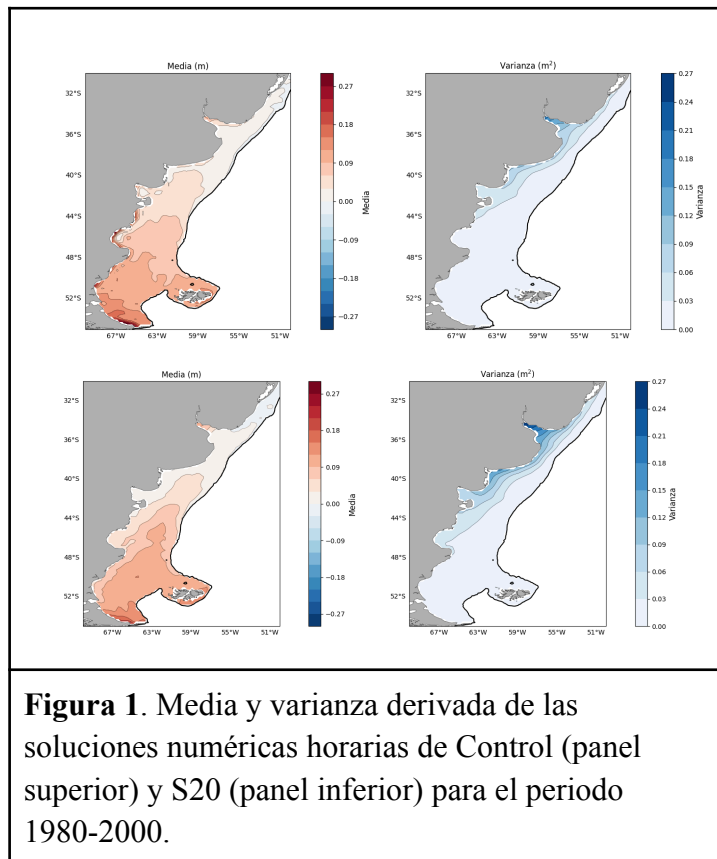
En este trabajo se evalúa la capacidad del modelo climatológico CAM de ser útil para representar la señal barotrópica forzada por el atmósfera en la PCA en el escenario presente; particularmente, se hace foco en su capacidad en reproducir las características climáticas de las ODT positivas que afectan la PCA. Para ello se analizan soluciones de relativa alta resolución provistas por el Sistema para el Modelado del Mar Argentino (SiMMAR) desarrollado por el grupo Proceso y Modelado de la Plataforma Continental Argentina y el Estuario del Río de la Plata del Centro de Investigaciones del Mar y la Atmósfera, el cual fue extensivamente validado y aplicado en distintos estudios científicos regionales (Dinápoli y Simionato, 2025, y referencias allí).

2) RESULTADOS Y CONCLUSIONES

En primer lugar se analizó la representatividad de las señales de medias forzadas por la atmósfera. Para ellos se compararon soluciones horarias provenientes de SiMMAR forzado sólomente con el reanálisis atmosférico CFSR (de ahora en adelante denominadas Control) que cubre el periodo 1980-2020 y campos del modelo CAM (de ahora en más S20) que cubre el periodo 1950-2000. La comparación se realizó para el intervalo 1980-2000, cuando se tiene información en ambos modelos atmosféricos. Los resultados indicaron que S20 es capaz de representar el campo

medio, la varianza y el ciclo estacional del nivel del mar forzado por la atmósfera. Además se encontró que S20 es capaz de representar adecuadamente la respuesta interanual tanto espacial como espectralmente. Las diferencias entre simulaciones indican que S20 genera una anomalía como mucho un 10% más energética, lo que indica una respuesta oceánica robusta al forzamiento atmosférico con el modelo climatológico.

Una vez corroborada la capacidad del CAM para representar se dinámica general del nivel del mar forzado por la atmósfera, se procedió a la validación de la representación estadística de las ODT. La detección de ODT se realizó en base a la señal en el Puerto de Buenos Aires ya que: (i) el registro es afectado por las tres variantes de la ODT, y (ii) se cuenta con una serie temporal de observaciones directas del nivel del mar suficientemente larga (1930-2024)



para comparar la estadística derivada de CAM más allá del periodo en común con las soluciones de Control. Para ello, se utilizó el periodo 1965-2000, dado que los datos entre 1963 y 1965 fueron descartados por inconsistencias en el registro.

En base al trabajo de Alonso et. al (2024) se consideró como ODT a todo evento en el registro que supera el percentil 75. El análisis de las soluciones de CAM arrojó 673 casos para el periodo 1965-2000, con un promedio de 19 casos por año, lo cual se compara correctamente con las observaciones que indican 609 eventos y un promedio de 17 casos por año para el mismo periodo. Para el caso particular de los casos extremos (eventos por encima del percentil 95) se obtuvieron 129 (4 eventos por año) para CAM y 117 (3 eventos por año) para las observaciones, siendo la diferencia explicada por el extra de energía que impone CAM ya observada en el campo medio y su varianza (Figura 1). En cuanto a las estructuras de las ODT, el modelo forzado con CAM es capaz de reproducir las estructuras con leves diferencias en la amplitud consistente con los resultados anteriores.

Por lo tanto, se concluye que el modelo CAM es adecuado para representar estadísticamente la dinámica de la señal forzada por la atmósfera en la PCA y, por lo tanto, los escenarios futuros asociados a este modelo pueden ser utilizados para el estudio de los potenciales cambios de las ODTs en la PCA en un contexto de cambio climático.

3)REFERENCIAS

Alonso, G., Simionato, C. G., Dinápoli, M. G., Saurral, R., y Bodnariuk, N., 2024: Positive storm surges in the Río de la Plata Estuary: Forcings, long-term variability, trends and linkage with Southwestern Atlantic Continental Shelf dynamics. *Natural Hazards*. <https://doi.org/10.1007/s11069-024-06402-w>

Bacino, G., Alonso, G., Billet, C., Dragani, W., Bedmar, J., y Farenga, M., 2023: Assessing the morphological evolution of a breakwater-protected sandy beach by means of UAV surveys at Mar del Plata, Argentina. *Journal of South American Earth Sciences*, 127, 104379. <https://doi.org/10.1016/j.jsames.2023.104379>

D'Onofrio, E., y Fiore, M., 1998: Niveles medios que aproximan al geoide en el litoral marítimo argentino. Informe Técnico N° 100/98, Departamento Oceanografía del Servicio de Hidrografía Naval.

Dinápoli, M. G., Simionato, C. G., Alonso, G., Bodnariuk, N., y Saurral, R., 2024: Negative storm surges in the Río de la Plata Estuary: Mechanisms, variability, trends and linkage with the Continental Shelf dynamics. *Estuarine, Coastal and Shelf Science*, 305, 108844. <https://doi.org/10.1016/j.ecss.2024.108844>

Dinapoli, M. G., y Simionato, C. G., 2025: On the impact of Southeastern Pacific-generated storm surges on the Southwestern Atlantic Continental Shelf: Interoceanic connections through coastally trapped waves. *Journal of Geophysical Research: Oceans*, 130, e2024JC021685. <https://doi.org/10.1029/2024JC021685>