

EL ROL DEL CALOR DIABÁTICO EN LA INTENSIFICACIÓN DE UNA CICLOGÉNESIS EXPLOSIVA EN EL ATLÁNTICO SUR OCCIDENTAL: MODELADO CON WRF

Lisandro Pinto¹, Lucas Zapata¹, Juan Augusto Diaz^{1,2}
lpinto@fcaglp.unlp.edu.ar

¹Facultad de Ciencias Astronómicas y Geofísicas - UNLP

²Servicio Meteorológico Nacional (SMN)

Palabras clave: ciclogénesis explosiva, wrf, modelado.

1) INTRODUCCIÓN

Entender la dinámica de los sistemas de baja presión es fundamental para la realización del pronóstico del tiempo. En la teoría de ciclogénesis, se distinguen tres tipos de desarrollo. Ciclogénesis tipo A: se caracteriza por el predominio de un sistema frontal en superficie, que puede desarrollarse sin la necesidad de una perturbación en altura. Este tipo de ciclogénesis es poco común. Ciclogénesis tipo B: es la más frecuente y se produce cuando una vaguada en niveles altos se superpone a una zona baroclínica en superficie, intensificando el sistema a medida que las advecciones de temperatura y vorticidad se refuerzan. Ciclogénesis tipo C: está marcada por una liberación significativa de calor latente debido a la convección, y se intensifica principalmente por el calor diabático (Plant y otros 2003). Este tipo de eventos suelen estar acompañados de vientos intensos y precipitaciones severas. Sanders and Gyakum (1980) proponen un criterio para definir la ciclogénesis explosiva, según la tasa de caída de la presión en superficie y la latitud media del centro del ciclón. En la región de Sur América, las bajas explosivas son más frecuentes durante el invierno aunque durante el otoño mantienen una frecuencia considerable, y de 200 ciclones explosivos sólo el 3 por ciento se desarrolló sobre el continente (Possia, 2004).

El objetivo de este trabajo es cuantificar el aporte de los términos de calor latente durante un evento de ciclogénesis explosiva que afectó la ciudad de Mar del Plata con vientos fuertes, lluvias y tormentas intensas entre los días 28 al 30 de abril de 2020.

2) DATOS Y METODOLOGÍA

Para poder comprender la dinámica que dominó la ciclogénesis explosiva se realizaron 4 simulaciones utilizando el modelo WRF-ARWv4.2 (Skamarock y otros 2019). El WRF-ARW es un modelo numérico de pronóstico del tiempo desarrollado por el National Center of Atmospheric Research (NCAR) de los Estados Unidos y es utilizado en forma operativa en varios Servicios Meteorológicos Nacionales del mundo. Las simulaciones se enfocaron en evaluar el impacto del calor latente como forzante en la intensificación del sistema ciclónico. Las mismas comprenden el periodo 28/04/2020 a las 00:00 UTC hasta el 01/05/2020 a las 00:00 UTC. Se utilizó el mismo dominio, resolución horizontal, vertical y temporal para las 4 simulaciones, al igual que las condiciones de borde e iniciales, tomadas a partir de los campos de análisis generados por el modelo GFS de resolución de 0.22° cada 3 horas.

Además, se utilizaron las mismas parametrizaciones de configuración modificando únicamente el bloque de microfísica de nube y el parámetro `no_mp_heat`. Como se muestra en la tabla 1, las simulaciones RUN-2 y RUN-4 utilizan el parámetro `no_mp_heat` activado (configuración NoHeat), lo que inhabilita la liberación de calor latente y posterior aporte a la tendencia de temperatura, humedad en el esquema de microfísica. En las simulaciones

RUN-1 y RUN-3, no se tuvo en cuenta el parámetro `no_mp_heat` y se utilizan parametrizaciones diferentes con el objetivo de analizar la sensibilidad del sistema ante diferentes representaciones de los procesos de nube.

Esquema	RUN-1	RUN-2	RUN-3	RUN-4
<code>no_mp_heat</code>	No	Si	No	Si
<code>mp_physics</code>	8 Thompson	8 Thompson	6 WSM6	6 WSM6

Tabla 1: Esquema de microfísica para cada una de las simulaciones

Se utilizaron datos de reanálisis ERA5, con una resolución espacial de $0.25^\circ \times 0.25^\circ$ proporcionada por el European Centre for Medium-Range Weather Forecasts (ECMWF). Se seleccionaron las siguientes variables: presión a nivel medio del mar (PNMM), altura geopotencial en 1000 hPa y 500 hPa, vorticidad relativa en 500 hPa, velocidad del viento, temperatura y precipitación acumulada en superficie.

Para identificar la ciclogénesis explosiva se siguió el criterio de Sanders y Gyakum (1980) aplicado a las 4 simulaciones y datos de reanálisis:

$$\left| \frac{\Delta P}{\Delta t} \right| \cdot \left| \frac{\text{sen}(60^\circ)}{\text{sen}(\varphi_{\text{medio}})} \right| \geq 1 \cdot \frac{hPa}{h} \quad (1)$$

Donde φ_{medio} es la latitud media del centro del ciclón durante el periodo de análisis.

Además se utilizaron las imágenes del radar RMA6 Mar del Plata de la red SiNaRaMe producto COLMAX y Doppler para verificar las rafagas e intensidad de la tormenta sumado a los datos de viento y precipitación de la estación meteorológica Mar del Plata Aeropuerto del SMN. Por último se consultaron estaciones automáticas disponibles en el portal wundermap.

3) RESULTADOS

El 28 de abril de 2020 se inició una ciclogénesis al sudeste de la provincia de Buenos Aires, que rápidamente se profundizó hacia la tarde/noche mientras se desplazaba hacia el sudeste.

La Figura 1 muestra la evolución temporal de la PNMM en el centro del ciclón, comparando los resultados de las cuatro simulaciones realizadas con el modelo WRF con los datos del reanálisis ERA5. Se observa una fuerte caída de la presión en todas las simulaciones, aunque con diferente intensidad y momento de profundización según la configuración del modelo.

Según el criterio de Sanders and Gyakum (1980) y la serie ERA5 este proceso calificó como ciclogénesis explosiva entre las 12 UTC del 28 de abril y las 12 UTC del 29 de abril, para una latitud media de 39°S . Este resultado es consistente con lo hallado en el trabajo de Allen et al. (2010) donde encuentra que en el HS hay un máximo de ciclones explosivos al este de Sudamérica.

Por su parte, las simulaciones RUN-1 y RUN-3, que incluyen el efecto del calor latente en el esquema de microfísica, reproducen con mayor precisión tanto la magnitud como la tendencia de presión de acuerdo con lo observado en ERA5. En contraste, las simulaciones RUN-2 y RUN-4, en las que se encuentra desactivado el parámetro `no_mp_heat`, muestran un debilitamiento considerable del sistema y una evolución más lenta, lo que pone en evidencia la importancia del calor diabático en el desarrollo e intensificación de este tipo de ciclones.

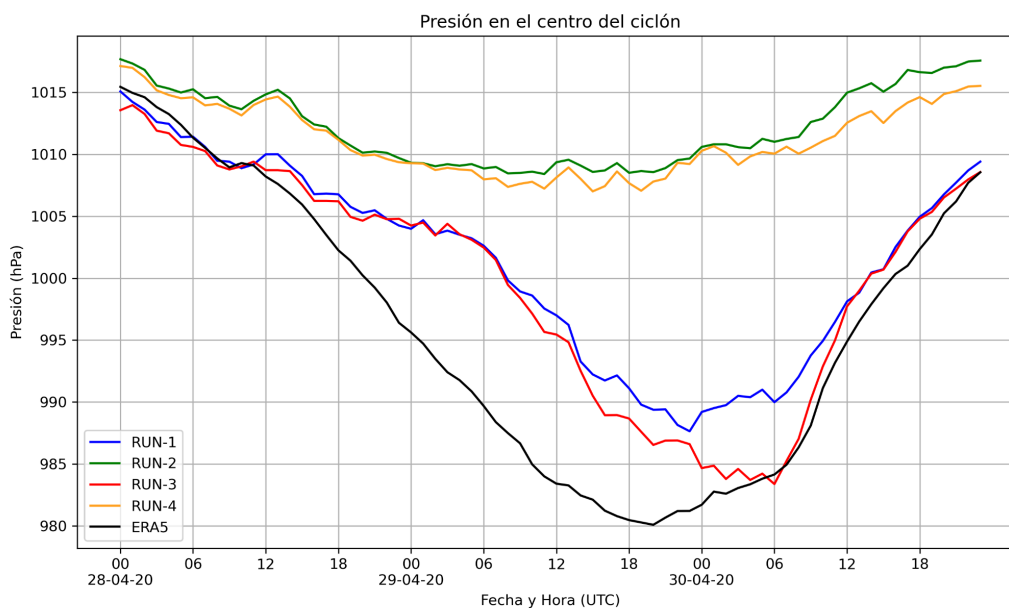


Figura 1: PNMM. Azul: RUN-1, Verde: RUN-2, Rojo: RUN-3, Amarillo: RUN-4 y Negro: ERA5

La profundización del sistema estuvo acompañada de vientos fuertes, con ráfagas de hasta 40 km/h registradas en la estación de Mar del Plata. Además se registraron 91 mm de precipitación acumulada, casi alcanzando la media mensual de 97 mm para abril en solo dos días, destacando la magnitud del evento meteorológico.

4) CONCLUSIONES

Las simulaciones RUN-1 y RUN-3 obtiene un buen resultado en la representación de la tendencia de precesión, sin embargo, subestiman el valor mínimo absoluto con una diferencia del orden de 10hPa y 5hPa respectivamente. Como era de esperarse las simulaciones RUN-2 y RUN-4 obtienen una tendencia de presión cuasi estacionaria con presiones mínimas del orden de 1008hPa con una diferencia del orden de 30hPa con ERA5. Los resultados confirman la importancia de los procesos de calor diabático en la intensificación de las ciclogénesis explosivas.

REFERENCIAS

- Allen, J. T., A. B. Pezza, and M. T. Black, 2010:** Explosive cyclogenesis: A global climatology comparing multiple reanalyses. *J. Climate*, 23, 6468–6484.
- Sanders, F., & Gyakum, J. R. (1980).** Synoptic-dynamic climatology of the “bomb”. *Monthly Weather Review*, 108(10), 1589-1606.
- Plant, R. S., C. G. Craig, and S. L. Gray, 2003:** On a threefold classification of extratropical cyclogenesis. *Quart. J. Roy. Meteor. Soc.*, 129, 2989–3012.
- Possia, N. E. (2004).** Estudio de los ciclones explosivos sobre la región sur de Sudamérica (Doctoral dissertation, UBA. Facultad de Ciencias Exactas y Naturales).
- Skamarock W.C., Klemp, J.B., Dudhia, J. y otros, 2019:** A description of the advanced research WRF v4. NCAR/TN–556+STR TECHNICAL NOTE. DOI: 10.5065/1dfh-6p97.