



Situación de lluvias torrenciales en Santa Cruz de Tenerife el 31 de marzo de 2002. Análisis de los factores meteorológicos relevantes

F. Elizaga¹, C. Rus², J. J. Bustos², C. Marrero², R. Sanz², X. Calvet³, P. Ripodas³, C. J. Alejo³, F. Martín¹, I. San Ambrosio¹ y P. del Río⁴

(1) Servicio de Técnicas de Análisis y Predicción

(2) Centro Meteorológico Territorial en Canarias Occidental.

(3) Centro Meteorológico Territorial en Canarias Oriental.

(4) Servicio de Modelización Numérica del Tiempo.

Instituto Nacional de Meteorología

Durante la tarde del 31 de marzo de 2002 se produjeron lluvias torrenciales en la ciudad de Santa Cruz de Tenerife, que ocasionaron 8 muertos y cuantiosos daños materiales. Las precipitaciones que llegaron a acumular cantidades de 204,1 mm en menos de 3 horas, estuvieron asociadas con estructuras convectivas que presentaron dos características fundamentales: por un lado, fueron muy eficientes en la producción de precipitación y, por otro, fueron cuasiestacionarias, permaneciendo ancladas y afectando a prácticamente el mismo lugar de manera continuada. Con objeto de conocer e intentar comprender y explicar los fenómenos meteorológicos que provocaron las lluvias torrenciales, se han analizado todos los datos disponibles. Del estudio realizado se concluye que los desarrollos convectivos fueron consecuencia de la combinación de diferentes factores, entre los que destacan la inestabilidad atmosférica existente, el forzamiento asociado con una perturbación mesoescalar y la convergencia del viento en niveles bajos, resultado a su vez de la interacción del flujo general con la marcada orografía de la isla de Tenerife.

1. Caracterización del entorno sinóptico

1.1. Niveles altos

Las Islas Canarias habían estado los días anteriores bajo la influencia de una depresión aislada en niveles altos (DANA), Posteriormente, al tiempo que el núcleo principal de la DANA se desplazó hacia el nordeste, una nueva perturbación se descolgó y se situó al suroeste de las islas. En la Figura 1-a se observa que la DANA se extiende desde el suroeste de las Islas Canarias al nordeste de la isla de Madeira, con dos máximos de vorticidad bien definidos. Estos máximos de vorticidad están asociados con sendos núcleos fríos claramente visibles (con -20°C y -21°C).

El sistema en niveles altos evolucionó de forma que el chorro subtropical se desplazó hacia el este. Esto permitió la entrada sobre las islas de un máximo relativo de viento, asociado al chorro polar y que formaba parte de la circulación interna de la DANA, así como la penetración del aire frío asociado a la vaguada térmica.

1.2. Niveles bajos

En superficie (no mostrado) existía una débil borrasca centrada al oeste de Canarias, con un fuerte gradiente de temperatura en 850 hPa sobre las islas. Los vientos en superficie, Figura 1-b, son de componente S y muestran una línea de convergencia al sur de las islas a 12 UTC, la cual fue determinante en el desarrollo de estructuras nubosas que afectaron a Tenerife y las islas orientales durante la mañana.

La depresión se desplazó hacia el nordeste, provocando un cambio en la dirección del flujo en niveles bajos sobre la isla de Tenerife: comienza siendo de componente S durante la mañana, gira al



SW en los momentos cercanos al desarrollo de los principales fenómenos convectivos, y finalmente se establece un flujo de componente NW, momento que coincide con la disipación de los mismos.

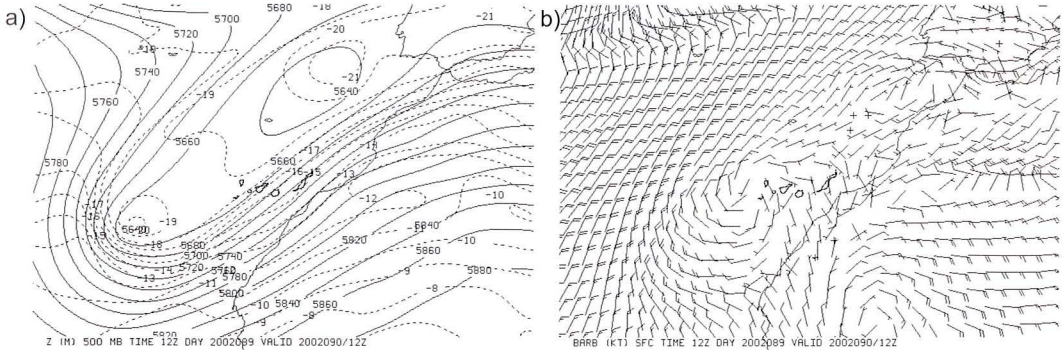


Fig. nº:1. a) Geopotencial (m, línea continua) y temperatura (C, línea discontinua) en 500 hPa previstos para el 31/03/02 a 12 UTC (pasada ECMWF del 30/03/02 a 12 UTC) b) Viento (kt) en superficie previsto para la misma hora por el mismo modelo.

1.3. Inestabilidad

La comparación de los sondeos de 00 UTC (no mostrado) y de 12 UTC (Figura 2-a), pone de manifiesto la fuerte inestabilización del perfil vertical, tal y como muestran la mayoría de los índices y parámetros. Así, el índice CAPE (Energía potencial convectiva disponible) aumenta significativamente desde 84 J/kg hasta 429 J/kg. Adicionalmente, se produce también un incremento de la humedad disponible, pasando el agua precipitable total de 22.9 mm a 27.2 mm, un elemento que pudo favorecer la eficiencia de las precipitaciones.

2. Influencia del entorno sinóptico en la evolución de los fenómenos convectivos

La existencia de una inversión en 800 hPa dificulta inicialmente el desarrollo de convección. Durante la mañana del día 31 se forma una banda nubosa, orientada en dirección suroeste-nordeste, asociada a la línea de convergencia ya comentada. Esta banda nubosa provocó un significativo humedecimiento de los niveles por debajo de 500 hPa, y también la desaparición de la inversión.

La modulación del flujo en superficie por la orografía provoca la aparición de convergencia a sotavento, responsable del desarrollo inicial de la convección en la zona de Santa Cruz de Tenerife. En este caso, toda la isla en conjunto hizo de obstáculo al viento del SW. Además, el macizo de Anaga ayudó a modificar localmente la posición de las zonas de convergencia. La permanencia de la convergencia y de la alimentación en capas bajas mantuvo anclado el sistema (sistema cuasiestacionario), focalizando la convección y sus efectos sobre el mismo lugar.

Un elemento importante fue la presencia de un máximo de viento relativo ("jet-streak") asociado a la circulación interna de la DANA. La banda oscura en la imagen de vapor de agua asociada al máximo de viento relativo se observa en la Figura 2-b, localizada entre La Palma y Tenerife. Este máximo de viento es importante ya que, por un lado, provoca incrementos de inestabilidad al superponerse aire seco sobre aire más húmedo existente en niveles bajos y, por otro, está asociado con el forzamiento de movimientos verticales ascendentes. La irrupción de este ingrediente, coincidiendo en tiempo y lugar con el resto de los factores que ya se han comentado, fue fundamental para el disparo inicial de la estructura convectiva que dio lugar a las precipitaciones torrenciales.

Los desarrollos convectivos se mantuvieron sobre la zona de Santa Cruz de Tenerife mientras existieron las condiciones propicias, liberando la energía potencial acumulada. Finalmente desaparecieron, cuando el giro gradual de los vientos del SW al W, y más tarde al NW, provocó un doble efecto: por un lado el flujo dejó de ser tan cálido y húmedo y, por otro y de forma mucho más importante, desaparecieron los factores que habían provocado la convergencia de vientos en superficie en las cercanías de Santa Cruz de Tenerife.

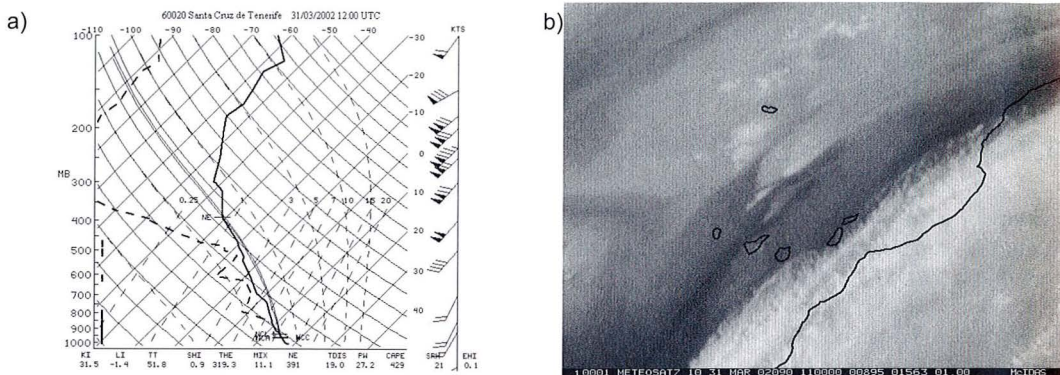


Fig. nº:2. a) Sondeo de Santa Cruz de Tenerife del 31/03/02 a 12 UTC b) Imagen Meteosat vapor de agua del 31/03/02 11 UTC.

3. Resumen

Factores y elementos relacionados con el desarrollo de un entorno favorable para el inicio y mantenimiento de los fenómenos convectivos:

- Máximo de viento relativo en niveles altos ("jet-streak") sobre Tenerife. Importante tanto por su efecto inestabilizador como por el forzamiento asociado.
- Embolsamiento frío en altura, de hasta -18°C en 500 hPa sobre Tenerife.
- Vientos cálidos y húmedos del SW en niveles bajos, que alimentan los desarrollos.
- Banda nubosa procedente del sur asociada con una línea de convergencia en superficie.
- Convergencia de vientos a sotavento, provocada por la orografía y que sirvió para focalizar los desarrollos sobre una zona determinada.
- Forzamiento adicional provocado por el relieve de la península de Anaga.

Principales factores que contribuyeron a la disipación de la convección:

- La desaparición de la convergencia y del flujo alimentador en niveles bajos, consecuencia del giro del viento de SW al W y posteriormente al NW, provocado por el desplazamiento de la depresión en niveles bajos hacia el nordeste.

4. Referencias

- F. Elizaga, C. Rus, J. J. Bustos, C. Marrero, R. Sanz, X. Calvet, P. Ripodas, C. J. Alejo, F. Martín, I. San Ambrosio y P. del Río, 2003: Situación de lluvias torrenciales en Santa Cruz de Tenerife (31 de marzo de 2002). Nota Técnica del INM, Madrid