

## VIII. CONCLUSIONES

Delta fue un ciclón de origen no tropical, que experimentó un conjunto de transformaciones muy complejas desde su fase inicial hasta que llegó a afectar a las Islas Canarias. Estos procesos se pueden incluir dentro de la categoría de ciclogénesis marina, de transiciones tropical, inicialmente, y extratropical, en su fase final. Cuando llegó a las Islas Canarias lo hizo como una perturbación extratropical conducido por una perturbación polar de niveles altos. Antes de barrer las Islas, Delta llegó a ser una tormenta tropical según el Centro Nacional de Huracanes, CNH, de EE.UU. Los procesos que experimentó Delta se pueden agrupar, aproximadamente, en estas fases:

- Ciclogénesis marítima subtropical (20-22 noviembre)
- Transición tropical, TT (22-23)
- Tormenta tropical, CT (23-27)
- Transición extratropical, TE, (27/12 UTC-28/12UTC) y, finalmente
- Borrasca o ciclón extratropical (28/12UTC- 29)

Para realizar la diagnosis de Delta se han empleado, principalmente, los análisis del modelo del CEPPM T799L91 con 25 km de resolución horizontal, aproximadamente, e imágenes de satélite del MSG1 Y MET7. Para verificar el comportamiento de los modelos numéricos y simulaciones de alta resolución se ha utilizado la información suministrada por el "Best Track Data" del CNH.

En su fase final, entre el 27 y 28 de noviembre de 2005, la tormenta tropical Delta se desplazó hacia latitudes más altas desde el Atlántico Central subtropical hacia las Islas Canarias para pasar a Marruecos embebida en el flujo de los oestes. Desde latitudes más bajas, el sistema aceleró su desplazamiento, perdió progresivamente su carácter simétrico y fue ganando asimetría para llegar a ser un ciclón extratropical de núcleo cálido. Todo ello ocurría mientras encontraba aguas más frescas, entornos con más cizalladura vertical y vaguadas polares en sus cercanías. Esto acontecía entre el 27/12 UTC y 28/12 UTC.

La última fase de su ciclo de vida se llevó a cabo al oeste y noroeste de Canarias a finales del día 28 y principios del 29. Los vientos de la antigua tormenta tropical se desacoplaron con las zonas de precipitación más activas, quedando éstas al norte de las Islas y del centro de la baja en superficie. La zona más activa de vientos intensos aumentó su radio de acción, ocupando áreas más amplias que las originarias del ciclón tropical y algo más lejos del centro depresionario. Este proceso extratropical se vio favorecido con el acoplamiento positivo de los restos del ciclón tropical con una vaguada polar situada al oeste y corriente arriba respecto a la posición de la baja en superficie. Como apunta Hart et al., (2006) parece ser que los procesos de rápida transición en el Atlántico Norte están relacionados con vaguadas amplias orientadas meridionalmente, donde la TSM está por debajo de los 27°C pero con un gradiente marcado en la zona de transición. Estos factores se dieron durante la transición extratropical de Delta. Del análisis y diagnóstico sinóptico, la evolución final de Delta puede asimilarse a la del modelo conceptual de ciclón extratropical de Shapiro – Keisler, donde una baja lleva asociada un frente cálido bien definido y arqueado hacia atrás, un frente frío de escasa actividad y una seclusión cálida.

Los intensos vientos en Canarias, que se registraron a partir de las 18 UTC del día 28, se debieron no sólo a la intensidad de los vientos generalizados sino, y sobre todo, al papel modulador de la orografía de las Islas. La compleja orografía de las Islas condicionó y moduló los efectos locales de los intensos vientos, llegando a aparecer rachas de tipo huracanado en algunos lugares. La ubicación de los observatorios respecto al flujo sinóptico, las canalizaciones, descendencias intensas de ladera, etc., fueron factores fundamentales que condicionaron los registros de viento y rachas. Ni la precipitación ni el oleaje en la costa fueron elementos destacados. Los aumentos de temperatura y descensos de humedad durante la tarde-noche también son elementos indicadores de los posibles efectos de la orografía local y de las descendencias a sotavento respecto al flujo sinóptico que incidía sobre zonas altas.

La baja predecibilidad de estas transiciones, a veces explosivas, repercute en la dificultad que tienen los modelos numéricos de predicción en reproducir con exactitud su evolución. Del estudio comparativo sobre el comportamiento de los modelos operativos se deduce que en el medio plazo (a 3 ó más días vista) el modelo determinista y operativo del CEPPM en aquella fecha, el T511, desplazó la baja hacia la zona de Canarias pero ni la profundizó ni generó vientos tan intensos. Tampoco el modelo experimental determinista de alta resolución del CEPPM en aquellas fechas, el T799, manejó bien la situación ya que intensificaba la perturbación con vientos muy fuertes pero la llevaba a latitudes alejadas de Canarias para los días D+3, D+4.

Los modelos de predicción a corto plazo, hasta dos días vista, tendían a desplazar los restos de Delta algo más al norte, con vientos algo menos intensos y una baja algo menos profunda. Todos ellos marcaban un aumento progresivo de la intensidad de los vientos en Canarias, aunque con un leve retraso temporal de entre 2 a 6 horas. La intensidad de los vientos fue subestimada por los modelos operativos.

En los estudios y experimentos de sensibilidad de los modelos de alta resolución, realizados en el INM, se observa que las salidas de los campos de viento en las Islas son altamente sensibles a las condiciones iniciales de partida y de contorno del modelo. El carácter caótico de la atmósfera se ve realzado en sistemas extremadamente sensibles a las condiciones iniciales. Uno de los resultados obtenidos es que dichos modelos generan perturbaciones orográficas asociadas a las islas mayores y más altas del Archipiélago, lo cual queda reflejado en el campo de velocidad de los vientos.

Cuando se realizan las verificaciones con respecto a las estaciones automáticas del INM se observa que con los modelos experimentales no se gana, en promedio, calidad en la información al aumentar la resolución desde 9 hasta 1 km. Los mejores resultados de verificación objetiva lo dan los modelos de 9 y 3 km de resolución para esta situación.

De este estudio, usando modelos a medio y corto plazo, y de los resultados aplicables a la predicción operativa, se tiene que la predicción debe pasar por utilizar predicciones de tipo probabilística, basadas en sistemas con múltiples integraciones o EPS (Ensemble Prediction System) y la utilización de varios modelos deterministas. Usar diferentes escenarios de evolución como base para realizar predicciones es el método más realista y eficaz debido a las incertidumbres de los análisis de partida y de la representación de los procesos físicos en los modelos de predicción operativos. De esta manera, se puede cuantificar el grado de incertidumbre o de probabilidad de que se dé un fenómeno

adverso. Disponer de un solo modelo determinista con un escenario de evolución puede llevar a errores de predicción importantes y no deseados. En el caso de Delta las predicciones de las trayectorias realizadas por el EPS apuntaban sólo dos o tres días antes la posibilidad de su paso por las cercanías de Canarias. Este hecho es extensible a la utilización de un solo modelo de muy alta resolución para estas situaciones tan complejas y adversas. Se aconseja la utilización de varios modelos en entornos operativos de predicción, tanto determinista de alta resolución como los de tipo probabilístico.

El desplazamiento singular de Delta hacia las Islas Canarias se debió a una concatenación de acontecimientos, ciertamente raros, pero posibles. La situación de 13-15 de diciembre de 1975 es un buen ejemplo de otra depresión no tropical en su origen que se desplazó, se transformó a ciclón tropical y, posteriormente, experimentó una transición extratropical en las cercanías de Canarias, a la vez que interactuó con una vaguada polar en altura, en un proceso típico de desarrollo de latitudes medias.

La atmósfera no conoce fronteras de "tiempos", ni de países o regiones. En nuestras latitudes pueden convivir y coexistir perturbaciones polares y subtropicales que en un momento dado pueden interactuar para generar fenómenos adversos. Por otra parte, y aunque no es objeto de este nota técnica, no hay elementos para concluir que la situación de Delta se debió a los efectos del cambio climático por el calentamiento global atmosférico. Ya en diciembre de 1975 se vivió otra situación parecida a Delta. Por otro lado, la mayor actividad de la estación de huracanes de 2005 en el Atlántico Norte está justificada dinámica y termodinámicamente en la Región de Desarrollo Principal, aunque en las zonas de extratropicos todavía no se conocen totalmente los factores que la controlan.

Las situaciones atmosféricas ligadas a perturbaciones catalogadas por el CNH como tropicales durante 2005, Delta y Vince, han sido un reto importante para el INM, siendo las primeras que se han observado en Canarias y suroeste peninsular, respectivamente, zonas que hasta hace poco no habían sido afectadas "oficialmente" por perturbaciones catalogadas como tropicales.

Los dos sistemas aludidos no afectaron a las zonas terrestres españolas ciclones tropicales, sino como sistemas extratropicales. Estos, en sus ciclos de vida de transición extratropical, suelen extender sus efectos adversos a áreas en superficie cuya extensión es mayor que las asociadas en su etapa tropical, por lo que no se debe bajar la guardia cuando el CNH les quita la categoría de perturbación de tipo tropical.