

## EL PAPEL DE LA TEMPERATURA SUPERFICIAL DEL MAR (SST) EN LOS EVENTOS DE PRECIPITACIONES INTENSAS EN EL LEVANTE ESPAÑOL: APLICACIÓN AL EPISODIO DE SEPTIEMBRE DE 1996

C. Badenas <sup>(1,2)</sup>, M. J. Estrela <sup>(1)</sup>, M. M. Millán <sup>(1)</sup>

<sup>(1)</sup> Fundación CEAM (Centro de Estudios Ambientales del Mediterráneo)  
Parque Tecnológico, Calle 4, Sector Oeste. 46980 Paterna (Valencia)

<sup>(2)</sup> Departamento de Termodinámica. Facultat de Física. Universidad de Valencia  
Doctor Moliner, 50. 46100 Burjassot (Valencia)

**RESUMEN:** Las inundaciones resultantes de las precipitaciones torrenciales son uno de los más importantes riesgos naturales en la cuenca occidental mediterránea y especialmente en el Levante español. Un buen conocimiento de los procesos que causan estas precipitaciones torrenciales puede contribuir a su predicción y a ayudar a prevenir algunos de sus catastróficos efectos. El CEAM está trabajando con el concepto de frente de retroceso para analizar y pronosticar las condiciones que generan precipitaciones torrenciales. Por encima de todos los factores que intervienen en este concepto, el cambio experimentado por la SST (Sea Surface Temperature) del mar a lo largo del camino de masa de aire advechado entre los días previos a las precipitaciones y una vez el evento de lluvias ha pasado, es uno de los factores que más importancia tiene. Por tanto, la determinación de la SST con el menor grado de error posible es fundamental para llegar a valorar los cambios de temperatura experimentados por el Mar Mediterráneo. En este trabajo, la SST se analiza a partir de imágenes HRPT del sensor AVHRR a bordo de los satélites NOAA.

### INTRODUCCIÓN

La determinación de la SST a partir de imágenes del AVHRR a bordo de los NOAA se viene realizando en el CEAM en tiempo real desde Julio de 1993 gracias a una antena APT, para la cual se ha desarrollado una metodología de tratamiento

de las imágenes capturadas que permitía obtener SST con un error de  $\pm 1.1$  K (Badenas 1994, Badenas *et al.* 1997b, 1997c). Esta metodología ha permitido estudiar en directo los eventos de lluvias torrenciales en la Comunidad Valenciana correspondientes a Octubre-Noviembre de 1993, y Octubre de 1994. Otros eventos se han estudiado de forma retrospectiva utilizando las imágenes capturadas en el CEAM antes de Julio de 1993, y también comprando imágenes HRPT históricas (Millán *et al.* 1995, 1997). Desde Julio de 1996 la SST se está obteniendo en tiempo real con una antena HRPT propiedad del CEAM, por lo cual se ha estado desarrollando la metodología necesaria para el tratamiento de tales imágenes (Badenas *et al.* 1997a). En este trabajo analizamos el cambio que ha sufrido la SST durante el episodio de Septiembre de 1996, a fin de valorar el papel que la SST juega en estos eventos de precipitaciones intensas en el Levante español.

### PRECIPITACIONES

El estudio de los registros de 101 puntos de medida de precipitaciones diarias en la Comunidad Valenciana correspondientes a la Confederación Hidrográfica del Júcar durante el mes de Septiembre de 1996 permite obtener las siguientes conclusiones:

1) Durante los días 1-8, 10, y 14-30 de este mes se registran precipitaciones insignificantes o poco cuantiosas, siendo la precipitación diaria acumulada promediada

en las estaciones de la Comunidad Valenciana menor de 5 mm.

2) Durante estos mismos días, sólo el 10% de las estaciones en algún momento registran precipitaciones mayores a 20 mm, y en ninguna se producen precipitaciones superiores a los 40 mm.

3) Los días 9, 11, y 13 se producen precipitaciones mayores, aunque sin alcanzar la torrencialidad. El promedio en la Comunidad Valenciana para estos días es de 7, 9 y 15 mm respectivamente. Estos días las precipitaciones máximas son de 43,8 mm (Buseo), 57,6 mm (Pinet), y 69,4 mm (Font en Carrós), respectivamente.

4) Por último, el día 12 de septiembre de 1996 se registraron precipitaciones mayores de 80 mm en el 12% de los observatorios, siendo superiores a 160 mm en el 5% del total de estaciones de la Comunidad Valenciana. El promedio en este 12% de puntos fue de 171 mm, mientras que en el resto resultó ser tan sólo de 24 mm. La máxima precipitación se registró en el observatorio de Pinet, con 425 mm de lluvia en tan sólo 24 horas.

Estos datos muestran la intensidad de las lluvias durante este evento, que se mantuvo por lo tanto centrado en los días 9-13 de Septiembre, alcanzando su máxima intensidad durante el día 12.

### SITUACIÓN SINÓPTICA PREVIA

El estudio de los mapas de análisis proporcionados por el Instituto Nacional de Meteorología correspondientes a presión a nivel del mar y topografía a 700 y 500 hPa durante la primera quincena de Septiembre de 1996 indica que:

1) Durante todo este periodo se mantuvo localizado alrededor de las Islas Británicas un anticiclón que impulsaba aire frío continental sobre el Mar Mediterráneo. Este aire frío, por el mecanismo de Frente de Retroceso (Millán y Estrela 1992, Millán *et al.* 1997) dejó la atmósfera cargada de aire húmedo y potencialmente inestable sobre el Mediterráneo Occidental.

2) Precisamente, la inestabilización de la atmósfera sobre el Mar Adriático el día 4 se produjo cuando este anticiclón migró momentaneamente hacia los países escandinavos con lo que esta área del Mediterráneo Central sufrió una invasión de aire de características polares.

3) Desde el día 5 la circulación en altura se mantuvo bloqueada por una serie de vaguadas procedentes del Atlántico Norte, quedando una situada sobre la Península Ibérica de los días 8 al 12.

4) Esta vaguada se profundizó los días 10 y 11 llegando a formar un embolsamiento de aire frío en altura, posiblemente como consecuencia de un mayor recorrido de las masas de aire anticiclónicas frías sobre el atlántico hasta llegar al relativamente cálido Golfo de Cádiz. A este respecto hay que señalar que la temperatura del mar en el Golfo de Cádiz alcanza los 25 °C mientras que al Norte de Finisterre es menor de 21 °C.

5) A este proceso contribuyó la Baja Térmica Ibérica, que se desplazó desde la Meseta (días 8 y 9) hacia el Golfo de Cádiz (día 10).

### DESENCADENAMIENTO DE LAS PRECIPITACIONES

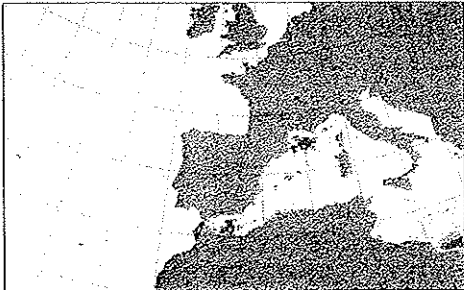
Una vez puesto en marcha el mecanismo del Frente de Retroceso, todo el proceso posterior se desarrolló con rapidez: La situación sinóptica indica el día 10 un fuerte flujo en superficie del Este sobre la Comunidad Valenciana que impulsa hacia las cadenas montañosas del Levante español toda la humedad acumulada durante los anteriores días sobre el Mediterráneo Occidental. La depresión del Golfo de Cádiz se fusionó con la Baja Térmica Nord-Africana y migró hacia el Mediterráneo Occidental el día 11 reforzando la entrada de la masa de aire marítima ya inestable en la Comunidad Valenciana. Durante las primeras horas del día 12 el flujo sinóptico continuó siendo importante, entrando en la Comunidad el resto de la masa de aire

mediterráneo inestable, que ocasionó las precipitaciones más intensas

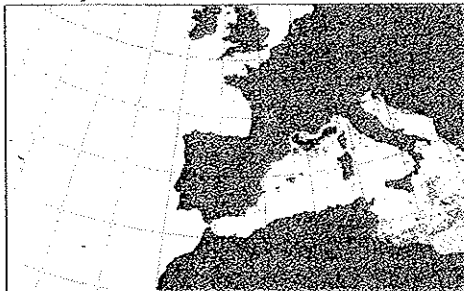
TEMPERATURA DEL MAR

La campaña de seguimiento de la temperatura del Mar Mediterráneo se inició en el CEAM a mediados de Agosto de 1996, tomándose todas las imágenes HRPT transmitidas por los satélites NOAA 12 y 14 (8-12 imágenes diarias). Sólomente aquellas con poca cobertura nubosa se almacenan en soporte magnético. Aquí mostramos algunas de las imágenes tratadas según el procedimiento descrito por Badenas *et al.* (1997a):

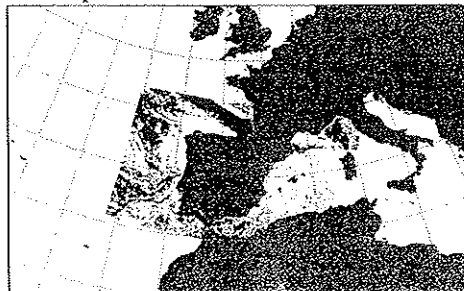
4 de Septiembre de 1996



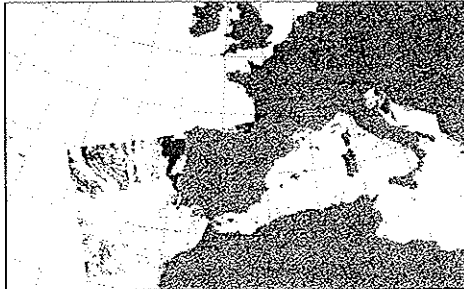
5 de Septiembre de 1996



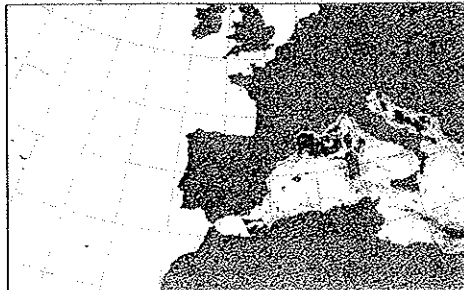
8 de Septiembre de 1996



9 de Septiembre de 1996



15 de Septiembre de 1996

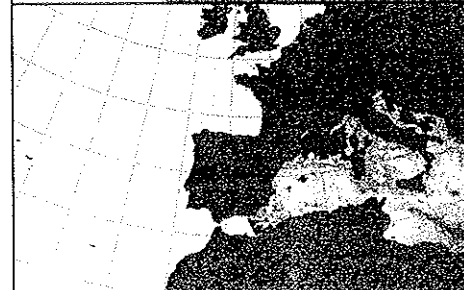
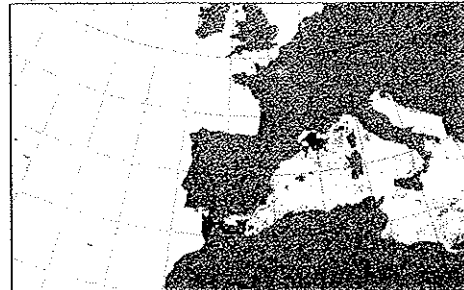


Temperatura superficial del mar (°C)



21 22 23 24 25 26 27 28 29 30

A las imágenes del 4 y 15 de Septiembre (previa y posterior al evento de precipitaciones intensas) se les aplicó la técnica de eliminación de nubes descrita por Badenas *et al.* (1997b), obteniendo las siguientes imágenes:



En estas imágenes se aprecia que entre estos dos días la temperatura del mar ha sufrido un moderado descenso (1-2 °C) al Sudeste de las Islas Baleares, al Sur de Ibiza, y al Sur de la zona entre Cerdeña y Sicilia, mientras que el descenso es más importante (2-5 °C) entre Baleares y Cataluña, al Oeste de Córcega y en el área delimitada por Córcega, Cerdeña, Sicilia y la Península italiana.

El cálculo de las trayectorias de las masas de aire que llegaron a la Comunidad Valenciana previamente y durante el evento de lluvias torrenciales indica que las masas de aire húmedo potencialmente inestable tuvieron su origen y recorrido por las zonas del Mar Mediterráneo donde se produjo el mayor descenso de temperatura del mar. Por otra parte, el cálculo de las trayectorias correspondientes a los días posteriores al evento indica un corte en el suministro de aire marítimo cargado de humedad llegando las masas de aire a la Comunidad Valenciana desde el Norte de la Península Ibérica.

#### CONCLUSIONES

Estos resultados vuelven a confirmar la importancia del papel de la temperatura del mar en los episodios de lluvias torrenciales en la Comunidad Valenciana (Millán *et al.* 1995, 1997). La obtención de mapas de SST en tiempo real junto con el cálculo de las trayectorias previstas de masas de aire son las herramientas fundamentales que pueden utilizarse para pronosticar este tipo de eventos.

#### BIBLIOGRAFÍA

Badenas, C., 1994, *Obtención de la temperatura superficial del Mar Mediterráneo en tiempo real. Aplicación a la detección de tormentas torrenciales*. Memoria de Trabajo de Investigación, Departamento de Termodinámica, Universidad de Valencia, 115 pp.

Badenas, C., Caselles, V., Estrela, M. J., y

Marchuet, R., 1997a, Some improvements on the processes to obtain accurate maps of Sea Surface Temperature from AVHRR raw data transmitted in real time. Part 1: HRPT images. *International Journal of Remote Sensing* (en prensa).

Badenas, C., Estrela, M. J., Marchuet, R., y Caselles, V., 1997b, Some improvements on the processes to obtain accurate maps of Sea Surface Temperature from AVHRR raw data transmitted in real time. Part 2: APT images. *International Journal of Remote Sensing* (en prensa).

Badenas, C., Estrela, M. J., Marchuet, R., y Caselles, V., 1997c, Obtención de mapas de temperatura superficial del agua del mar a partir de imágenes NOAA transmitidas en formato APT. En *Teledetección: Usos y Aplicaciones*, editado por J. L. Casanova y J. Sanz (Valladolid, Spain: Secretariado de Publicaciones e Intercambio Científico, Universidad de Valladolid), pp. 125-132.

Millán, M. M., y Estrela, M. J., 1992, El Frente de Retroceso como mecanismo desencadenante de precipitaciones torrenciales en el Levante español. *Actas del I Congreso Iberoamericano sobre Técnicas Aplicadas a la Gestión de Emergencias para la Reducción de desastres naturales, Valencia (Spain), 1-4 Diciembre 1992*.

Millán, M. M., Estrela, M. J., y Caselles, V., 1995, Torrential precipitations on the Spanish east coast: The role of the Mediterranean sea surface temperature. *Atmospheric Research*, 36, 1-16.

Millán, M. M., Estrela, M. J., y Badenas, C., 1997, Torrential precipitations on the Spanish east coast: The back-door-front concept. *Proceedings of the INM/WMO International Symposium on Cyclones and Hazardous Weather in the Mediterranean, Palma de Mallorca (Spain), 14-17 Abril 1997*, (en prensa).