

La campaña DTS-MEDEX-2009 10-febrero-2010

Durante los meses de octubre, noviembre y diciembre de 2009 se ha llevado a cabo en el Mediterráneo la campaña científica denominada DTS-MEDEX-2009, un momento culminante del desarrollo del proyecto internacional MEDEX, iniciado en 2000, auspiciado por la Organización Meteorológica Mundial y liderado desde la Agencia Estatal de Meteorología (AEMET).

Los objetivos de MEDEX son la mejora del conocimiento y de la predicción de los ciclones (o depresiones, o borrascas) que producen tiempo de alto impacto social en el Mediterráneo, como fuertes vientos o lluvias torrenciales. Durante su primera fase MEDEX ha estado más focalizado en la mejora del conocimiento sobre los fenómenos indicados, mientras que en la segunda fase se ha incluido el ensayo de algunos métodos de mejora de la predicción. Se ha considerado, en particular, el método de la observación adaptada u orientada a objetivos (*data targeting*, en inglés). La campaña DTS-MEDEX-2009 ha sido, en concreto, un ensayo en toda regla del método de la observación adaptada, en este caso para la mejora de la predicción de los ciclones o depresiones que producen tiempo potencialmente adverso en el Mediterráneo. El método de la observación adaptada se había empezado a utilizar en otros proyectos, en particular en relación con el THORPEX, que es un macroproyecto mundial de investigación meteorológica, dentro del cual se considera integrado el MEDEX, en su fase actual.

Veamos, sucintamente, en que consiste el método de la observación adaptada o *data targeting*, DT. Para entender el DT hay que tener en cuenta que la base de la predicción meteorológica actual son los modelos numéricos de predicción, pero estos modelos necesitan información fidedigna sobre las condiciones atmosféricas iniciales para poder simular con suficiente corrección el comportamiento futuro de la atmósfera. La determinación de las condiciones iniciales, a su vez, necesita de datos de observación, no sólo en superficie, sino también en niveles atmosféricos altos. Dado el coste de esas observaciones, los radiosondeos típicamente, no se puede disponer de ellas en todas partes, a todas horas, y esa limitación en la observación, limita también la calidad de la predicción. En principio se puede pensar que añadir datos de observación, particularmente radiosondeos, en un cierto momento, en alguna zona, ha de producir automáticamente una mejora de la predicción. Se supone que eso es cierto, pero hay que matizarlo. Ante una situación meteorológica concreta, para predecir determinados fenómenos en una región en particular, la utilidad de una observación añadida no es la misma si esa observación se realiza en un lugar cualquiera, arbitrario, o en un lugar elegido, especialmente *sensible frente a la predicción* en cuestión. Ante un fenómeno de interés –un fenómeno adverso o de alto impacto, en una determinada zona, por ejemplo- las zonas más sensibles no son siempre las áreas en las que el fenómeno en cuestión se



supone que puede tener lugar o las más cercanas a dicha zona, sino que pueden ser áreas incluso bastante alejadas, donde las perturbaciones futuras se están gestando. Ante un determinado fenómeno, afectando potencialmente a una determinada región, en un momento futuro dado, hay metodologías que permiten determinar cuales son *las zonas más sensibles*, donde un aumento en el número de observaciones, un cierto número de horas antes de que el fenómeno pueda desencadenarse, es capaz de producir la más importante mejora posible en la predicción. El método de la observación adaptada, *data targeting* o DT, consiste en determinar anticipadamente las zonas más sensibles para la predicción de una determinada situación meteorológica futura de interés y realizar observaciones adicionales en esas zonas más sensibles, para mejorar esa predicción.

Un *sistema de observación adaptada (data targeting system, DTS)* es algún tipo de software y organización que permite la aplicación operativa o el ensayo real del método del *data targeting* para tratar de mejorar la predicción. Desarrollar un DTS ha interesado en Europa a diversos colectivos y proyectos, destacando EUCOS (Programa de EUMETNET -Red de Servicios Meteorológicos Europeos- para un Sistema Compuesto de Observación), THORPEX-Europa, Eurorisk/Preview (proyecto europeo sobre fenómenos de alto impacto) y, también, MEDEX. En un momento dado se pensó que lo más rentable era desarrollar un DTS europeo único, susceptible de ser usado por distintos grupos, para distintas pruebas o experimentos. De hecho, en 2007 se desarrolló un DTS en el Centro Europeo de Predicciones Meteorológicas a Plazo Medio (ECMWF), con una participación muy activa de la Oficina Meteorológica Británica (UK-MO) y con el soporte de EUCOS.

El DTS europeo (ECMWF, UK-MO, EUCOS) funciona en base a una lista de estaciones de radiosondeo que han aceptado realizar observaciones adicionales bajo demanda y también incluye la posibilidad de aumentar el número de observaciones AMDAR (realizadas por la aviación comercial). El DTS permite a los participantes en un experimento (a) estudiar la situación meteorológica adecuadamente, usando principalmente productos del ECMWF, (b) hacer propuestas de casos de estudio, en base a la predicción, ante la posibilidad de ocurrencia de un fenómeno de interés, en determinado momento futuro, en una zona concreta, con indicación de fecha y área afectada, (c) seleccionar entre las propuestas, (d) lanzar cálculos para la determinación de la zona o zonas más sensibles para la mejora de la predicción la fecha y zona seleccionados, (e) determinar, en consecuencia, que sondeos adicionales vale la pena lanzar y, finalmente, (f) requerir a los servicios meteorológicos implicados que realicen esos lanzamientos adicionales. Hay que tener en cuenta que las estaciones de radiosondeo incluidas en la lista no son nuevas, añadidas para un experimento dado, sino que son parte de las operativas, ya existentes. Esas estaciones realizan sondeos ordinarios, operativos, a las 00 y a las 12 UTC, por lo que los sondeos adicionales son sondeos a realizar a horas intermedias, a las 06 o a las 18 UTC. A la demanda de sondeos adicionales el sistema permite añadir la demanda de AMDAR adicionales.

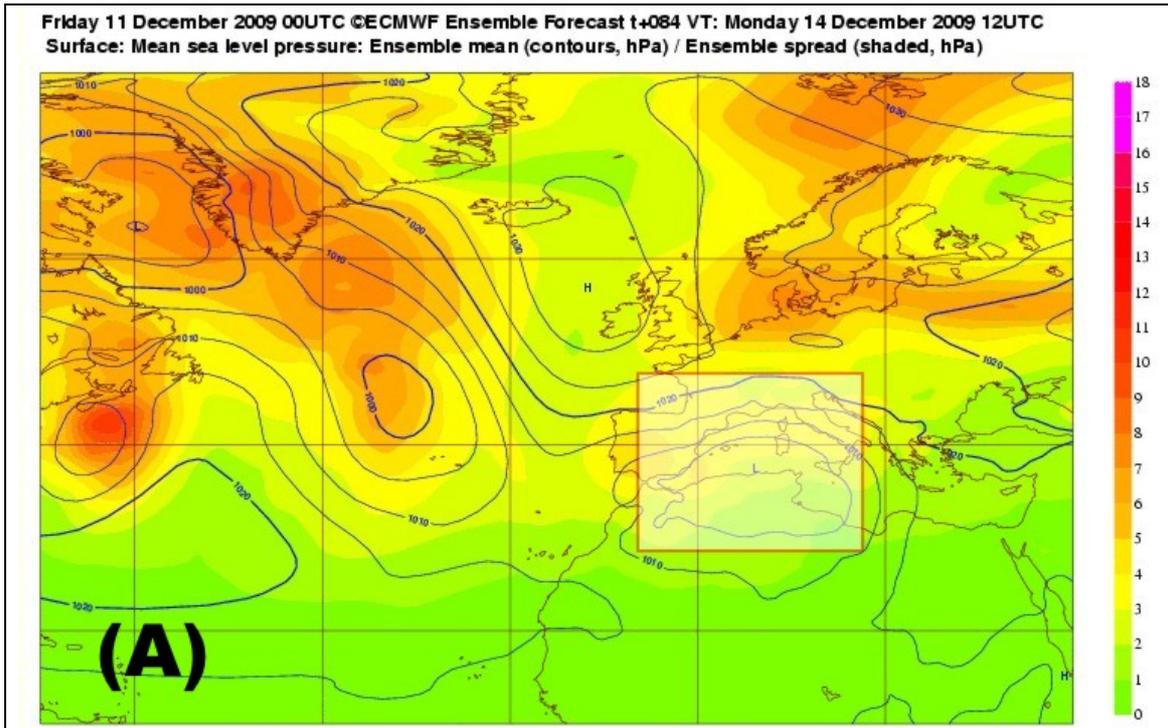


El DTS europeo fue usado prácticamente en 2008, para una campaña de todo el año, la campaña Eurorisk/Preview, con el apoyo de EUCOS, orientada a la predicción de fenómenos de alto impacto en toda Europa. MEDEX fue invitado a participar activamente en ese experimento, sin coste añadido alguno, durante los meses de septiembre a diciembre. En nombre del colectivo MEDEX, desde Palma, por la Unidad de Estudios Meteorológicos Mediterráneos de la Delegación de AEMET, se utilizó una cuenta de usuario específicamente concedida para participar activamente en la campaña. Como consecuencia, más de 50 casos de interés para MEDEX (susceptibles de producir fenómenos potencialmente de alto impacto en el Mediterráneo) resultaron seleccionados y dieron lugar a más de 600 sondeos añadidos, extraordinarios, en un conjunto de 60 estaciones. Se puede considerar que ésta fue, por tanto, una precampaña DTS-MEDEX o una primera campaña DTS-MEDEX. Pero la primera campaña DTS-MEDEX propiamente dicha ha tenido lugar en 2009.

En 2009, finalmente, cumpliéndose planificaciones anteriores, MEDEX afrontó la realización de una campaña DTS específica, más corta y más modesta que la DTS-Eurorisk/Preview de 2008, pero plenamente orientada al Mediterráneo y a los fenómenos de interés para MEDEX. La campaña cubrió, de hecho, algo menos de lo previsto, concretamente desde el 30 de septiembre al 20 de diciembre de 2009, si bien los últimos días ya no hubo observaciones adicionales, por agotamiento del presupuesto.

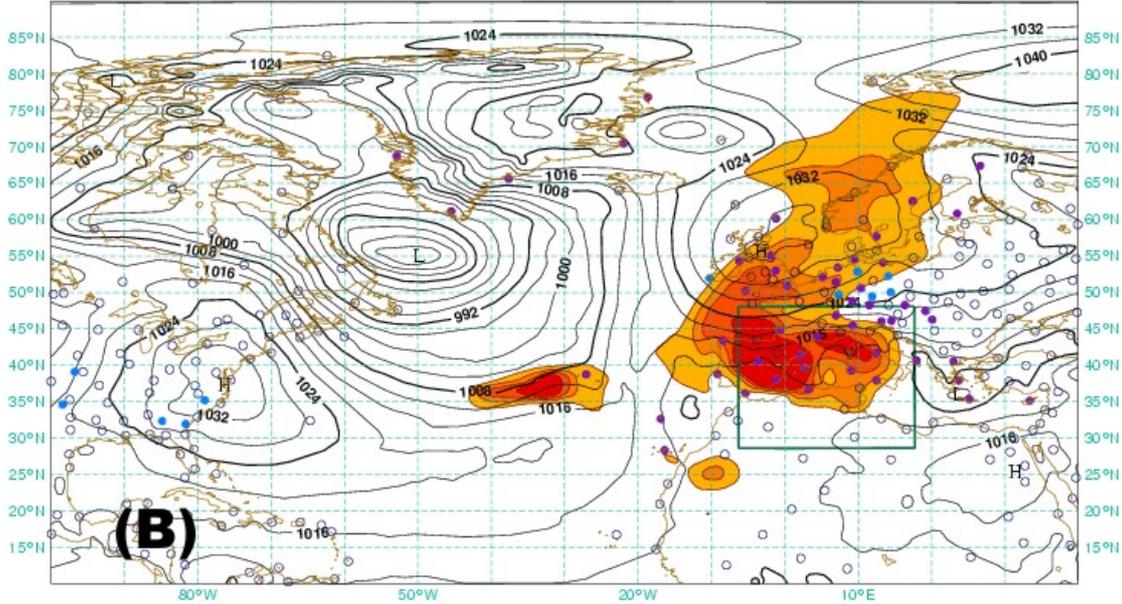
La campaña DTS-MEDEX-2009 tuvo una magnífica acogida por parte de EUCOS, por parte del ECMWF y por parte de numerosos servicios meteorológicos, además de alguna otra institución. EUCOS, además de experiencia y organización, aportó 90.000 € para costear la campaña (sondeos extra y AMDAR). ECMWF activó el DTS y lo puso a disposición de MEDEX. Gracias a la buena disposición de los servicios meteorológicos, se pudo confeccionar una lista de 50 estaciones de radiosondeo susceptibles de realizar observaciones adaptadas (adicionales), pertenecientes a 16 servicios meteorológicos nacionales (desde Portugal a Chipre y desde Finlandia, Suecia y Dinamarca hasta Argelia) y a un servicio regional (Catalunya). Hemos apreciado mucho la participación de Argelia, que no había entrado en la campaña DTS-Eurorisk/Preview-2008. No todas las estaciones de cada servicio meteorológico formaron parte de la lista; AEMET, por ejemplo, puso a disposición cinco de sus siete estaciones. Aparte de las personas responsables de sondeos, diez equipos, de cinco países, realizaron las actividades de seguimiento del tiempo y propuesta de casos. Siempre hubo, además, un responsable de la toma de decisiones, el llamado *lead user*, función que asumió la Jefa de la Unidad de Estudios Meteorológicos Mediterráneos de la Delegación de AEMET en Balears, durante la primera parte de la campaña, hasta final de octubre. El resto del tiempo, la función de *lead user* fue asumida por un equipo de Météo-France, en Toulouse. La coordinación general de la campaña recaía en el coordinador de MEDEX, Delegado Territorial en Illes Balears de AEMET.

La figura adjunta (fig. 1) ilustra el funcionamiento del sistema y del método, visualizando un caso real. En esta ocasión el fenómeno potencialmente adverso considerado consiste en la formación de un ciclón o depresión intensa en el Mediterráneo occidental, presumiblemente generador de vientos fuertes. De hecho, en relación con ese episodio se registraron vientos de hasta 120 y 130 km/h en puntos de Illes Balears. También hubo vientos fuertes en Catalunya y Valencia.



ECMWF-SAP based on TE-SVs (moist TL95) and MSL
 Valid time: 20091212, 18 UT (Targeting Time)
 Shading: areas of 8, 4, 2, 1 x10⁶ km²
 trajectory initialized from fc 20091211, 00 UT +42 h
 Targ. time: 20091212, 18 UT / Verif. time: 20091214, 12 UT (opt: 42h)

● targetable ● operating ○ not available



ECMWF-SAP based on TE-SVs (moist TL95) and MSL
 Valid time: 20091212, 18 UT (Targeting Time)
 Shading: areas of 8, 4, 2, 1 x10⁶ km²
 trajectory initialized from fc 20091211, 00 UT +42 h
 Targ. time: 20091212, 18 UT / Verif. time: 20091214, 12 UT (opt: 42h)

● targetable ● operating ○ not available

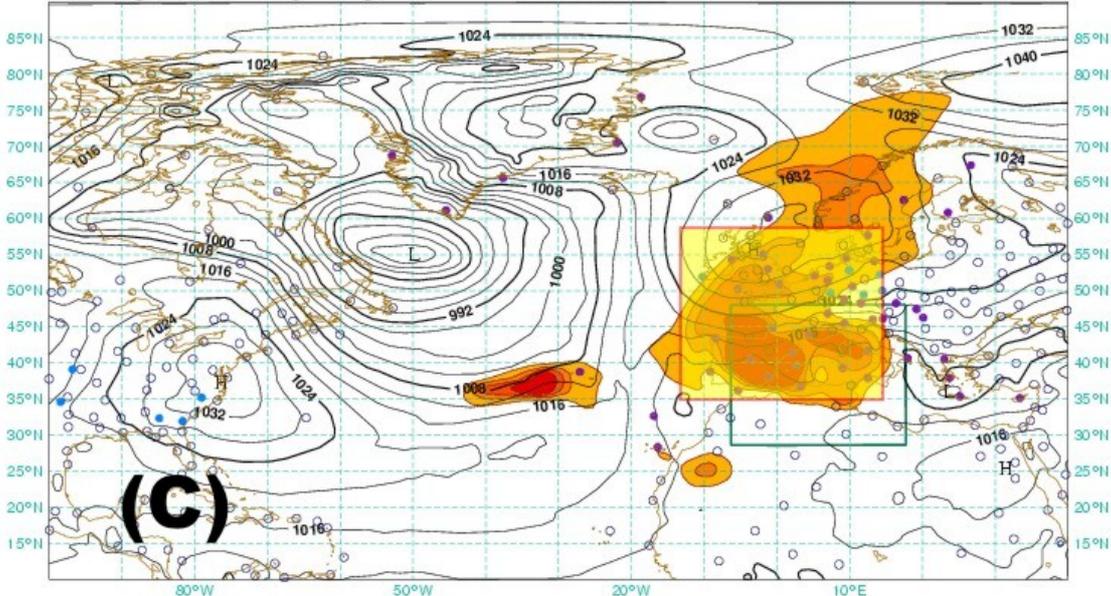


Fig. 1. Un ejemplo de “modus operandi” con el DTS europeo durante la campaña DTS-MEDEX-2009. (A) Día 11 de diciembre se propone la situación de día 14 a las 12 UTC como caso de interés; se prevé una importante depresión en el Mediterráneo occidental que daría vientos fuertes en el norte de la región; el área de interés (“target area”) aparece recuadrada, con fondo amarillo. (B) Sensibilidades calculadas (por el ECMWF) en relación con las predicciones en el

área de interés a realizar desde el día 12 a las 18 UTC, válidas para el día 14 a las 12; las zonas más sensibles (donde es más útil realizar observaciones adicionales) aparecen sombreadas en ocres y rojos. (C) Teniendo en cuenta la distribución de sensibilidades y otros criterios adicionales, el *lead user* define, finalmente, el área geográfica que encuadra las estaciones de radiosondeo para las que se requerirán sondeos adicionales día 12 a las 18 UTC. El recuadro rojo con fondo amarillo es esa área elegida.

Un episodio de tiempo potencialmente adverso o de alto impacto, como el anteriormente citado, puede contener varios *casos seleccionados*, llamando caso a una combinación concreta de área de interés, momento de interés o momento para la verificación (*verifying time*) y momento elegido para las observaciones adicionales (*target time*), que ha de ser previo al momento de verificación. Por cierto que el lapso de tiempo entre el *target time* y el *verifying time* es el periodo máximo de la predicción que se pretende mejorar.

Durante la campaña DTS-MEDEX-2009 completa se seleccionaron 132 casos, correspondientes a veinte o treinta episodios de tiempo potencialmente adverso o de alto impacto (a veces encadenados), cubriendo todo el Mediterráneo, no sólo el occidental. Aparte de los AMDAR, fueron requeridos 524 sondeos adicionales (*targeted*) en las 50 estaciones implicadas, de los cuales 484 (el 92%) fueron efectivamente lanzados. Son bastantes sondeos teniendo en cuenta los limitados fondos disponibles, pero hay que tener en cuenta que la mayoría de los servicios meteorológicos que colaboraron renunciaron a percibir parte del coste de los sondeos (como los gastos de personal o la amortización de instalaciones).

Cuatro estaciones, en Groenlandia y en Finlandia, no llegaron a ser requeridas para ningún sondeo. En cambio las estaciones españolas y Argel fueron las más solicitadas. A Madrid se le requirieron 28 sondeos adicionales (de los que pudo realizar 27) y a Palma y Argel se les requirieron 26 a cada una, realizando 26 y 22, respectivamente. Hay que pensar, en principio, que las estaciones más requeridas son las más importantes de cara a la definición de las condicionales iniciales para la predicción de fenómenos meteorológicos potencialmente adversos en el Mediterráneo.

Para afinar un poco más en la consideración anterior hemos analizado con más detalle un subperíodo de la campaña, concretamente el que va del 31 de octubre al 13 de diciembre de 2009. Durante ese subperíodo estuvieron realmente disponibles *todas* las estaciones de radiosondeo involucradas, las 50 mencionadas. Durante octubre, en cambio, esa disponibilidad todavía no era completa, ya que algunas estaciones se incorporaron tarde, a lo largo del mes. Los últimos días de campaña (del 14 al 20 de diciembre) no se pudieron realizar sondeos adicionales, por agotamiento del presupuesto, como se ha dicho. Comparar el número de sondeos realizados entre estaciones que estuvieron disponibles períodos distintos, unos más largos que otros, no es del todo correcto. Por eso nos hemos restringido al subperíodo indicado, para obtener comparaciones no falseadas.

Durante el subperíodo indicado hubo 68 casos seleccionados y 384 sondeos requeridos (368 realizados, el 96%). La figura 2 sintetiza información referente a ese subperíodo. Aparecen en ella las estaciones utilizadas y, junto a cada una de ellas, su indicativo internacional y el número de sondeos adicionales que le fueron requeridos. El máximo, con 21 sondeos requeridos, vuelve a corresponder a Madrid, seguido de Barcelona, con 19 sondeos, y Coruña, Murcia, Palma, Gibraltar y Argel, todas con 18 requerimientos. Éstas serían las estaciones de radiosondeo más importantes para la predicción de fenómenos adversos en todo el Mediterráneo, considerado en su conjunto. Las isolíneas dibujadas marcan gráficamente esa importancia o peso relativo y en cierto modo podrían indicar indirectamente la *sensibilidad* global. En la misma figura aparece la localización de las zonas de interés consideradas en todos los casos seleccionados del subperíodo, mediante cuadrados en color rosado, situados en el centro de áreas de 2X2 grados de latitud-longitud. El tamaño de cada cuadrado es proporcional al número de casos seleccionados cuya zona de interés tiene centro dentro de la correspondiente área de 2X2. Ese número también aparece en la figura, junto al cuadrado. Véase que las zonas de interés han estado mayoritariamente centradas en el Mediterráneo central, más que en el occidental o el oriental. La estrella violeta dibujada indica el *centro de gravedad* de todos los centros de todas las zonas de interés; lógicamente, también está situado en el Mediterráneo central. Queda claro que hay una notable separación geográfica entre la zona que más frecuentemente ha sido definida como de interés (situada al sur de Italia) y la zona en la que más frecuentemente han sido demandadas observaciones adicionales (centro de la Península Ibérica). En otras palabras, para mejorar la predicción de fenómenos potencialmente adversos en el Mediterráneo, especialmente en el Mediterráneo central, se podría suponer que hay que intensificar la observación hacia el oeste de dicha zona, hacia la Península Ibérica y el Magreb. A ello apuntan, al menos, los resultados preliminares de la campaña DTS-MEDEX-2009; ahora falta comprobarlo, determinando, midiendo, caso por caso y en conjunto, cuál es el impacto real de cada observación adicional o de cada conjunto de observaciones adicionales en la mejora de cada predicción de tiempo potencialmente adverso. Desde otro punto de vista, falta también verificar si las sensibilidades se están calculando correctamente.



Fig. 2. Resumen de la campaña DTS-MEDEX-2009 referido al subperíodo del 31 de octubre al 14 de diciembre de 2009, en el que todas las estaciones de radiosondeo involucradas estuvieron efectivamente disponibles. Ver explicación en el texto.