

# ESTUDIOS DE NIEBLAS REALIZADOS EN EL C.M.T EN MADRID Y CASTILLA LA MANCHA

D. Cano Espadas, I. Palacio García, B. Téllez Jurado y J. Albaladejo Giménez

GPV del CMT en Madrid y Castilla - La Mancha, INM

## RESUMEN

Se pretende poner a debate el estado de los estudios sobre nieblas en el C.M.T., especialmente sobre las nieblas en Barajas. Básicamente se han desarrollado dos líneas de trabajo. Por un lado, se ha estudiado el comportamiento de índices de predicción especialmente el índice FOGSI . Este trabajo se aborda desde dos puntos de vista: el índice calculado por el sondeo en el punto de Barajas y el índice calculado por el modelo HIRLAM 0,5 para áreas más extensas. Otra línea seguida ha sido analizar los días de niebla en Barajas en un periodo de tres años. Se hace especial hincapié en el estudio y clasificación de las estructuras satelitarias. Se plantea un mecanismo de formación de nieblas en el que tienen una gran importancia los vientos catabáticos en la región en conexión con advecciones atlánticas y/o mediterráneas. Este mecanismo es el más frecuente y da como resultado unas estructuras fácilmente identificables en las imágenes de satélite y, por tanto, muy útiles para el seguimiento del fenómeno.

### 1. Introducción

La predicción de nieblas en el CMT en Madrid y Castilla – La Mancha se ha convertido en uno de los problemas estrella motivado, sin duda, por el impacto económico que este fenómeno tiene en los aeropuertos; sobre todo en Barajas.

Hasta ahora los estudios hechos (Castejón – García Legaz,1992 . Ledesma,1989) han seguido dos caminos. Por un lado se clasifican las condiciones sinópticas que dan origen a las nieblas y por otro se buscan índices que sean capaces de discriminar adecuadamente los días de niebla y dar un resultado cuantitativo para inferir la visibilidad y la duración del fenómeno.

Estos caminos son esencialmente los seguidos por los estudios actuales en el CMT. Análisis subjetivos mesoescalares que nos permitan clasificar a esta escala y estudios de comportamiento de índices y salidas numéricas de modelos ( Tarradellas y Cuxart, 2001)

### 2. Comportamiento de índices de predicción de nieblas: Índice FOG

Se abordó durante dos campañas el estudio de métodos objetivos para la predicción de nieblas en la región . Se usaron dos índices: el de Craddock y Pritchard (Castejón – G. Legaz, 1993) y el índice FOG , operativo en el G.P.V. El índice de Craddock no resultó adecuado por su exceso de predicciones positivas.

El índice FOG, aunque con reservas, tenía mejor comportamiento:

$$F= 2 * (T_s - T_{850} + T_s - T_{ds}) + W_{850}$$

$T_s$  temperatura de superficie,  $T_{850}$  temperatura de 850,  $T_{ds}$  temperatura de punto de rocío,  $W_{850}$  velocidad del viento en 850 hPa.

El estudio se realizó desde dos puntos de vista: Uno calculando el índice mediante los datos del sondeo de Madrid y comprobando su funcionamiento en los aeropuertos de Madrid, (Guerrero, Jansá 19.....) y otro calculando el índice previsto por el modelo HINM 0,5 de las 00 para un H+06 y comprobando su funcionamiento para distintas zonas de la región.

## 2.1 Utilización del índice FOG SI calculado con los datos del sondeo de Madrid Barajas

Se estudiaron los meses de invierno y otoño de la campaña 1997 / 98 . Con los datos del sondeo de las 00 horas se calcula el valor del índice y se compara con los días en los que se había registrado niebla en los distintos aeródromos de la provincia de Madrid.

Tratando de mejorar los resultados se modificó la fórmula del índice FOG SI cambiando el nivel de 850 hPa, por el nivel de 925 hPa tratando de localizar mejor la zona de inversión y así mejorar el comportamiento del índice.

En resumen las conclusiones que se sacaron fueron:

1.- Se establecieron tres intervalos umbrales del índice:  $F \geq 31$ ,  $30 > F \geq 12$ , y  $F < 11$ .

El que mejor comportamiento tenía eran los valores por debajo de 11, sobre todo los meses de diciembre y enero.

Los valores mayores de 31 son un buen indicador negativo de nieblas, es decir con valores por encima de 31 era difícil encontrarse días de niebla.

Los valores comprendidos entre 12 y 30 no discriminan adecuadamente.

2.- El índice se comportó de forma similar para todos los aeropuertos.

3.- No hay una mejora sustancial al variar el nivel de 850 a 925 hPa. Como se aprecia en la gráfica para el mes de enero en el aeródromo de Getafe.

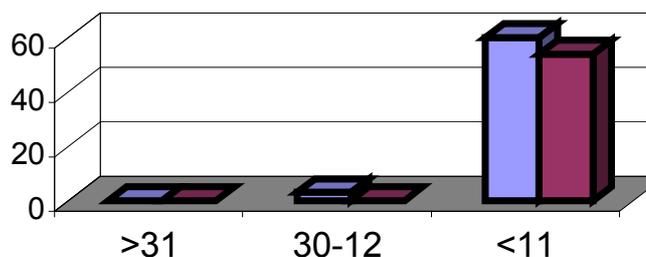


Figura 1: En abcisas el valor del índice FOG y en ordenadas el tanto por ciento de aciertos. Está calculada para el mes de enero de 1998 en Getafe. En azul se representa el índice calculado con 850 hPa y en morado para 925 hPa.

## 2.2 El índice FOG SI calculado con los datos del modelo HIRLAM 0,5.

La campaña siguiente (98 / 99) se trató de dar un paso más utilizando las salidas de campos del HIRLAM 0,5 para calcular el índice FOG, consiguiendo un doble efecto, ampliar la zona cubriendo toda la región y tener valores previstos del índice. La metodología utilizada fue la siguiente:

Se dividió la región en 6 zonas como en la figura 2.

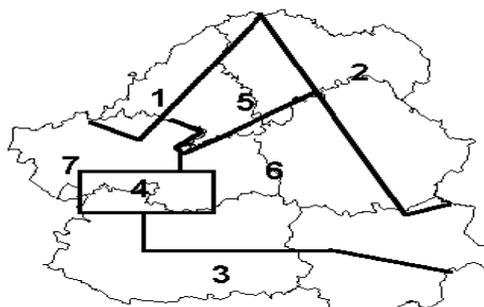


Figura 2: Mapa de la región dividido en las zonas que fueron estudiadas.

Los criterios fueron principalmente de origen geográfico: Las zonas 1, 2 y 4 son montañosas; las zonas 5 y 7 son el Valle del Tajo; y las 6 y 3 zonas llanas (La Mancha y la parte sur de las provincias de Ciudad Real y Albacete).

Cada día se escogía el valor mínimo calculado por el modelo HIRLAM en cada zona, y posteriormente se cruzaba con todos los datos, tanto de la red principal como de la secundaria, de ausencia o presencia de niebla. Las principales conclusiones que se extrajeron de este estudio fueron:

1. Si bien todas las zonas tienen un comportamiento muy parecido para el índice, la zona 6 parece que presenta un comportamiento algo mejor. En general para valores mayores de 21 la probabilidad de niebla es menor de un 20%.
2. Los valores comprendidos entre 9 y 18 son los más comprometidos para tomar una decisión en el pronóstico de nieblas. En cualquier caso son valores para iniciar un estado de alerta.
3. Para valores por debajo de 6 y sobre todo en el mes de diciembre la probabilidad de formación de niebla es muy alta.

### **3. Clasificación de situaciones mesoescalares que originan nieblas**

Siguiendo la vieja costumbre de clasificar las nieblas según los mecanismos de formación dividiremos las situaciones en dos según intervenga o no la radiación del suelo

#### **3.1 Las nieblas formadas sin intervención de la radiación**

Son generalmente nieblas formadas por la retención de masas húmedas en la orografía por lo que son más comunes en zonas altas. Aunque sean más probables por la noche pueden ocurrir en cualquier momento del día. Destacaremos tres tipos según su localización:

Generalizadas, se dan sólo en invierno durante el paso, desde el sur, de un frente cálido activo con nubosidad muy baja y precipitaciones. Suelen ir asociadas a un mesovórtice que atraviesa la Península de suroeste a noreste. Si el frente cálido no es tan activo, las nieblas se presentan sólo en las zonas altas afectando especialmente al helipuerto de Colmenar Viejo.

En el Sistema Central, con el flujo de noroeste y descarga fría postfrontal. Aunque la retención queda en la ladera norte, los puertos de montaña (Navacerrada y Somosierra) están afectados por la niebla. Son frecuentes en todas las épocas del año con menor incidencia en verano.

En Albacete, la altura de la llanura de Albacete (700 m.) provoca retención de nubes procedentes del mar. Este tipo de nieblas se dan durante todo el año. Son frecuentes en primavera y no son descartables ni en verano. No se suelen adentrar en la llanura manchega pero afectan al aeródromo de Los Llanos. Suelen estar asociadas a mesovórtices en el Mar de Argelia o Alborán.

#### **3.2 Nieblas en que interviene la radiación**

Son las más frecuentes en el fondo de los valles y por tanto en las zonas más habitadas con incidencia en los aeropuertos de Madrid. Son características de las primeras horas de la mañana aunque en invierno, sobre todo en diciembre, pueden persistir hasta varios días.

Las situaciones meteorológicas relacionadas son muy variadas, pero siempre se dan dos condiciones mesoescalares:

- 1º- Régimen catabático de vientos en el este de la región. En los días centrales del invierno, el régimen catabático puede durar casi todo el día
- 2º- Una advección cálida y húmeda en los niveles bajos que sobrevuela y se enfrenta a la capa de brisa.

Una vez formada, la propia niebla se comportará como una mesoalta durante el día y una mesobaja durante la noche.

Según de dónde proceda la advección cálida, podemos a su vez dividirlos en dos tipos, aunque no es raro que se presenten ambos tipos a la vez:

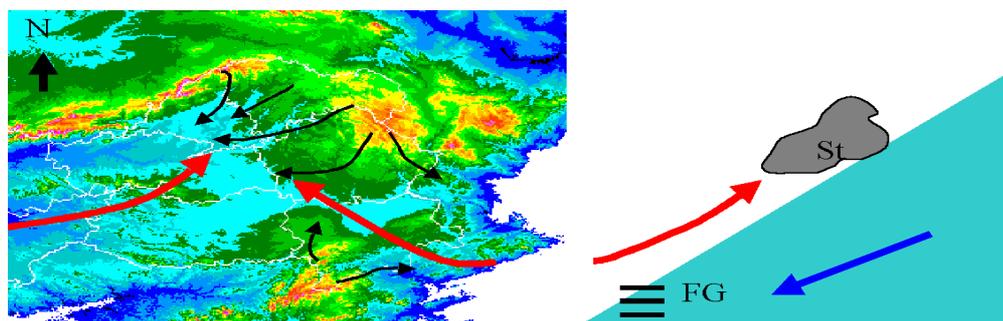


Figura 3: a la izquierda se representa el flujo catabático en la región con flechas azules y las advecciones cálidas, mediterránea y atlántica con flechas verdes. A la derecha un esquema vertical con el aire cálido advectándose sobre la masa de brisa.

### 3.2.1 Advección cálida de procedencia mediterránea

Afectan sobre todo a La Mancha, donde son frecuentes todo el año, y no es raro encontrar relacionado este mecanismo en las nieblas de Madrid, principalmente en invierno.

Todos los aeropuertos se pueden ver afectados por estas nieblas, aunque es Los Llanos y Almagro los más directamente implicados. La carretera Nacional III se ve con frecuencia afectada por este tipo de nieblas.

La línea de convergencia de los levantes con el flujo catabático suele hallarse cubierta de nubes bajas o nieblas. A veces, cuando el flujo húmedo del este llega hasta los Montes de Toledo, éstos emergen de la niebla que queda confinada por el canal de Madridejos con una forma característica de media luna en cuarto creciente. Son los bancos de niebla en forma de D como el que se aprecia en la figura 4.

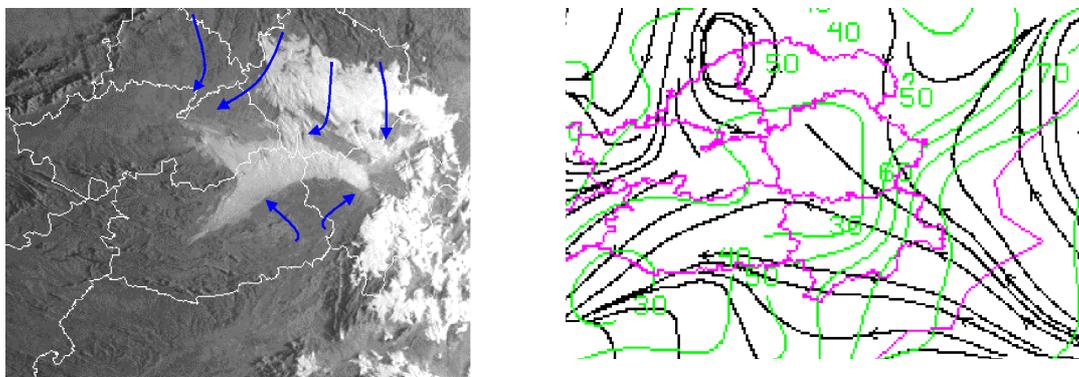


Figura 4: Nieblas en La Mancha con advección mediterránea el 14 de octubre de 1998. A la izquierda imagen NOAA del canal 2 a las 7 horas y análisis mesoescalar en superficie de los vientos catabáticos. A la derecha análisis PAMIS de las 18 horas del día anterior con líneas de corriente y humedad en superficie

Una regla de predicción bastante buena es: " Si durante la tarde penetra por el sureste aire húmedo y se prevé régimen catabático de madrugada, la niebla se producirá en el lugar hasta donde penetró el aire húmedo". Se han de vigilar desde la tarde anterior las Emas de Hellín, Albacete y Cuenca donde un SE continuo y húmedo comenzará a entrar. El sondeo de Murcia con levantes húmedos en las capas bajas reforzará nuestras sospechas a media noche.

Son comunes situaciones de borrascas sinópticas por el Atlántico con bandas de deformación sobre la Península, mesobajas en el Golfo de Cádiz y/o el Mar de Argelia.

### 3.2.2 Advección cálida atlántica

Se producen, también, con la colaboración de los dos mecanismos mesoescalares: brisas de montaña y advección cálida atlántica.

La advección cálida puede venir ya condensada en forma de nubes bajas y nieblas que penetran por los valles del Tajo y del Guadiana o condensar al entrar en contacto con el aire frío de la brisa como se aprecia en la figura 5.

Se presentan en otoño e invierno en nuestra región, aunque no es raro encontrarlas en verano hasta Extremadura. En ocasiones son muy persistentes. Los montes de Toledo emergen habitualmente de los bancos, dando en las imágenes de satélite una estructura en forma de C o de media luna menguante (Figura 5). Este tipo de nieblas puede llegar a afectar a Barajas aunque lo más normal es que sean los aeropuertos de Cuatro Vientos y Getafe los más afectados.

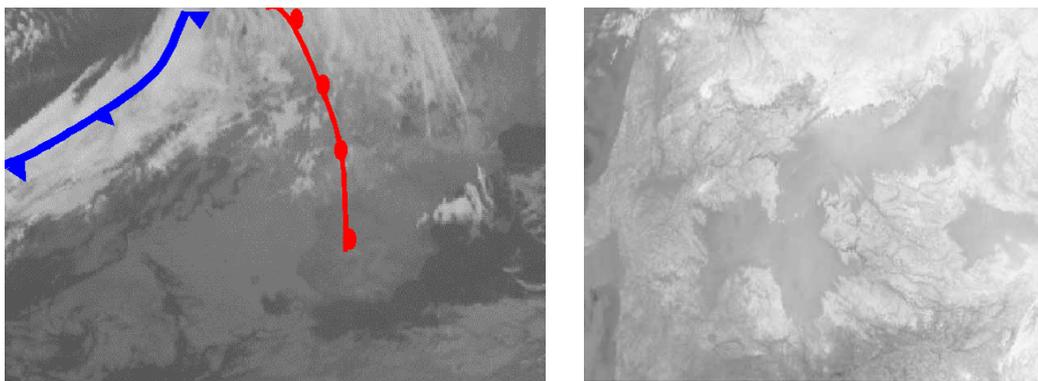


Figura 5: Ambas situaciones son de noviembre con niebla en Barajas. A la izquierda se muestra un diagnóstico meso alfa sobre una imagen Météosat y a la derecha una imagen NOAA del canal 4. En ambas situaciones la región se encuentra despejada por el este favoreciéndose las brisas y con advección cálida por el oeste. En la primera las nieblas vienen advectadas ya desde el Atlántico y en la segunda se forman en la región.

La utilización del satélite NOAA en sus distintos canales ha resultado ser uno de las mejores ayudas en diagnóstico de nieblas. Concretamente, el uso de la herramienta de clasificación nubosa desarrollada en el INM. (García – Pertierra, 1999)

#### 4. La niebla en el aeropuerto de Madrid – Barajas

Aparecen en Noviembre, Diciembre, Enero y Febrero, siendo los meses de Diciembre y Enero los de mayor frecuencia en aparición y persistencia.

Hay que tener en cuenta tres hechos:

1.- Las nieblas en Barajas son un fenómeno poco usual. En los meses más probables, sólo hay 6 días de media. (memorandum aeronáutico, 1993)

2.- Las nieblas en Barajas no son un fenómeno local, suelen estar asociadas a situaciones más amplias, básicamente las descritas como nieblas en la región en que intervienen la radiación. En los estudios del índice FOG para la zona 5 (Barajas) se puso de manifiesto que siempre que esta estación cifra niebla la cifran al menos 4 estaciones más. Por lo tanto la predicción de los factores mesoescalares, catabáticos y advección cálida, que intervienen es el objetivo primordial.

3.-Las llamadas nieblas de río tienen escasa incidencia en el aeropuerto. (Castejón – García Legaz, 1993).

En los estudios del año 1993 de Castejón – García Legaz, se hacía una clasificación sinóptica para las nieblas de Barajas, básicamente se consideran dos tipos:

3.1 Tipo I y II. Situación subsidente con el anticiclón en superficie centrado al suroeste peninsular. "Esta distribución del campo bórico origina un suave flujo del W o SW, con entrada de masa de aire de recorrido marítimo suficiente para asegurar una advección templada y húmeda en las capas inferiores",

y garantiza en buena medida el flujo catabático en las montañas del este y noreste de la región, siempre que queden despejadas durante la noche.

Veamos un análisis mesoescalar de una situación de estas características que produjo nieblas en Madrid pero no en Barajas donde el viento sopló flojo de nordeste toda la noche. La localización precisa del área de convergencia es el "quid" de la cuestión.

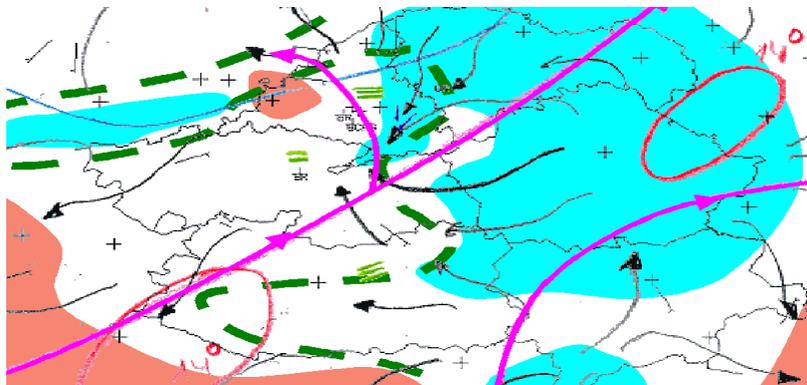


Figura 6: Análisis mesoescalar del 12 de diciembre de 2000 a las 6 horas UTC. Líneas de corriente en superficie (negro) y en 850 (rosa). En azul queda delimitada el área con temperaturas superficiales menores o iguales a 0° C y en rojo las superiores a 6°. Las líneas azul y roja son las temperaturas en 850 dadas por HIRLAM, posiblemente podríamos suponer otro núcleo caliente, como los señalados en rojo de temperatura superior a 14° C, sobre las sierras de Madrid. En verde discontinuo se señala la temperatura del punto de rocío de 0° C. Las nieblas afectaron este día a Getafe y Cuatro Vientos pero no a Barajas y Torrejón.

3.2 Niebla de tipo "Pseudofrontal". "... se produce tras el paso de un frente frío (ocasionalmente ocluido) durante el día, con posterior entrada de una cuña anticiclónica sobre la Península".

Tras el paso de un frente frío se producen retenciones en las montañas del Sistema Central que permiten la advección cálida hacia el interior ondulando el frente.

En esta clasificación no se hace referencia explícita a las advecciones mediterráneas pero creemos que están presentes en muchas situaciones de niebla en Barajas.

## 5. Conclusiones

1. El índice FOGSI es más fiable para discriminar los días en que no hay niebla y menos para los días en que la hay. No se notan muchas diferencias en su comportamiento cuando se varían los niveles de 850 hPa por el de 925 hPa. Parece que hay zonas donde el comportamiento del índice es mejor, concretamente La Mancha.

2. Las nieblas en las que no interviene la radiación pueden ser explicadas como fenómenos de retención. Si interviene la radiación del suelo se explican como la suma de dos mecanismos: flujos catabáticos en contacto con advecciones cálidas de procedencia marítima.

3. El uso de criterios objetivos y subjetivos parece el método más apropiado para la predicción de nieblas

## Referencias

- M. García – Pertierra, 1999. Clasificación nubosa (AVHRR) de noche. IV Simposio Nacional de Predicción.
- F. Castejón, C. García – Legaz, 1992 Predicción de Nieblas en Barajas. INM Ledesma
- E. Tarradellas, J. Cuxart, 2001. Aplicación de un modelo unidimensional para predicciones en el aeropuerto de Madrid – Barajas. V Simposio Nacional de predicción.