

**1ª JORNADA TÉCNICA SOBRE PRODUCTOS METEOROLÓGICOS PARA LA AVIACIÓN**

# **Desarrollos y Aplicaciones con Fines Aeronáuticos del A.T.A.P.**

**Francisco Martín León  
Jefe del A.T.A.P.**

[fmartinl@aemet.es](mailto:fmartinl@aemet.es)

**1ª JORNADA TÉCNICA SOBRE PRODUCTOS METEOROLÓGICOS PARA LA AVIACIÓN. Madrid, 26 de mayo de 2011**



# Índice

- ¿Qué es el ATAP?
- Breve resumen de Aplicaciones y Desarrollos
  - Identificación y caracterización de la convección
  - Avisos automáticos de “Rayos observados” y “Tormentas previstas” para aeropuertos
  - Vigilancia y predicción
    - Visibilidad: nieblas/nubes bajas
    - Turbulencia
    - Engelamiento
  - Vientos en superficie: rachas estimadas
- Conclusiones

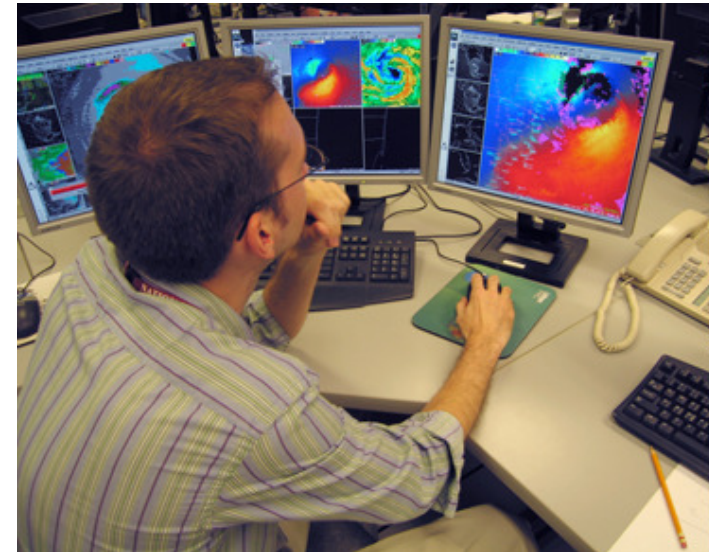


## EL ATAP: ÁREA DE TÉCNICAS Y APLICACIONES DE PREDICCIÓN

- Pertenece al Departamento de Desarrollo de Aplicaciones de la Dirección de Producción e Infraestructura de AEMET
- **Objetivos:** “Proporcionar el soporte técnico y científico a las actividades de predicción/producción básica y aplicada, de consultoría especializada, investigación y, sobre todo, desarrollo/adaptación de nuevos productos, herramientas y aplicaciones para predictores y Producción.”
- **Usuarios:**
  - **Internos:** Sistema Nacional de Predicción (“productos para predictores”)
  - **Externos:** ADIF, Defensa, Protección Civil, Autoridades aeroportuarias de “repostaje” en suelo de aeronaves, etc.
- Desarrollo de  cursos específicos y avanzados  de nuevas técnicas y herramientas para predictores como, por ejemplo, el “Curso aeronáutico para predictores de Oficinas de Vigilancia Meteorológica” (2007-2008)



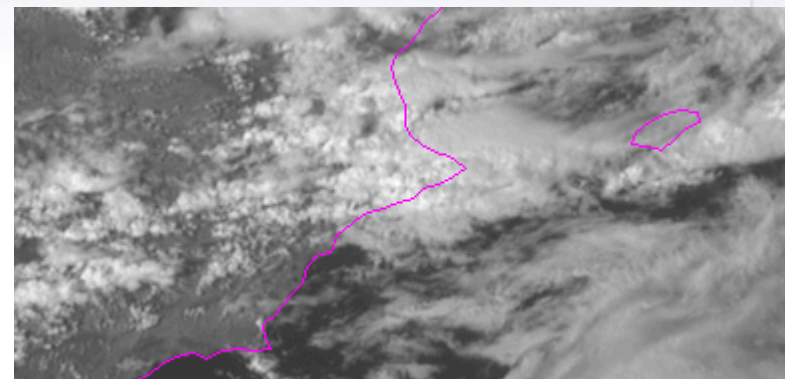
- **Por rangos de predicción (H+00 hasta D+7/10)**
  - Vigilancia y predicción a muy corto plazo (Datos de teledetección: radar, satélite, rayos, etc.)
  - Predicciones a corto y medio plazo (Modelos Numéricos de Predicción, MNP): versiones deterministas y probabilistas
- **Por fenómenos de cierto impacto**
  - Convección y tormentas
  - Visibilidad: Nieblas/nubes bajas
  - Turbulencia
  - Englamiento
  - Viento y rachas en capas bajas
- **Por tipos de usuarios**
  - Internos: Predicción/producción
  - Externos: Autoridades de repostaje en tierra en aeropuertos (i.e., Mensajes de rayos observados y de tormentas previstas)



**Nota: Muchos de los productos que se van presentar son, en principio, de uso interno.**

## Datos de Teledetección

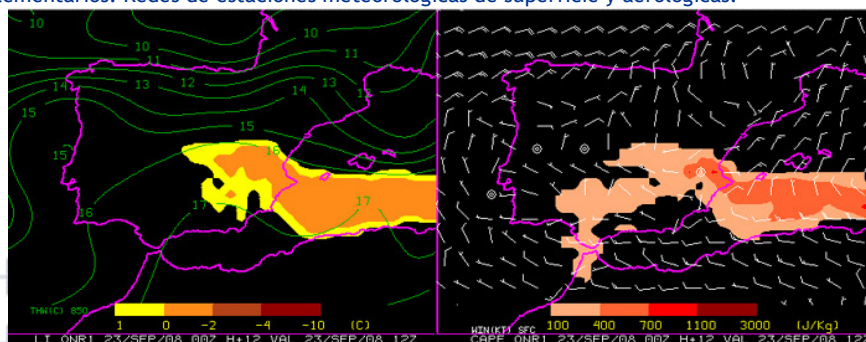
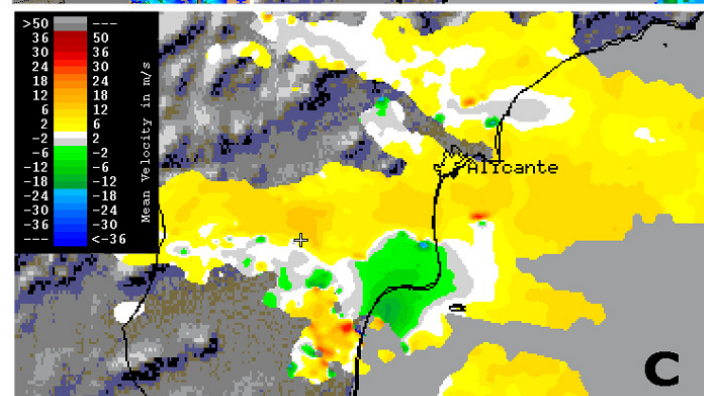
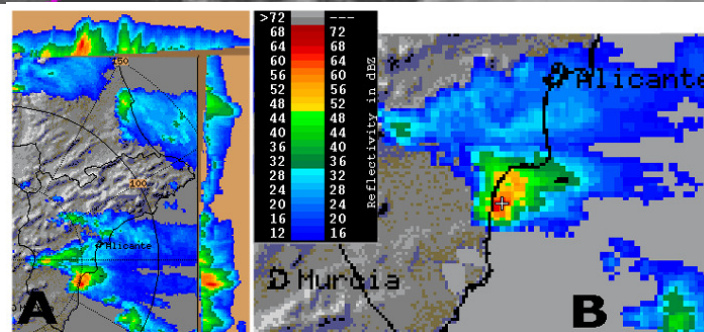
- **Red de radares:**
  - 15 radares con capacidad Doppler, 1x1 Km., 10 min, 3D, modernizados e integrados en red
  - Productos de composición mosaico nacional, 2x2 Km. (1x1 Km.), cada 10 min., 2D.
  - Datos de las redes de Portugal y Francia
- **Datos del Meteosat Segunda Generación, MSG:**
  - 11 canales (IR, VIS, WV) a 3 Km., 1 canal HRVIS a 1Km: cada 15 min.
  - Productos derivados (Tipo de nubes, altura, estimación de la precipitación, etc.)
  - Modo de exploración rápida, “Rapid Scan”, 5 min.
- **Red de detección de descargas Nube-Tierra (rayos):**
  - Subred Peninsular-Balear (15 antenas).
  - Subred Canaria (5).
  - Datos complementarios de la red portuguesa (4) y subred francesa(10).
  - Datos casi en tiempo real, a resolución variable (centenares de metros hasta Km.).



## Datos de Modelos Numéricos de Predicción Meteorológica

- **HIRLAM:** resolución horizontal de 5 y 15 Km., cuatro pasadas al día, salidas horarias y trihorarias, hasta D+3, modelos determinista.
- **CEPPM:** 16-35 Km., dos pasadas al día, hasta D+15, modelos determinista y probabilístico (EPS).

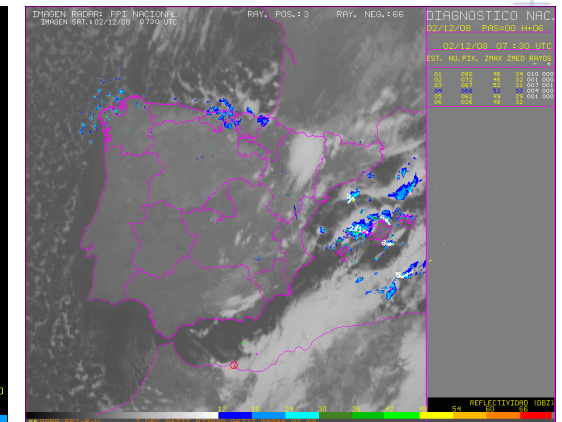
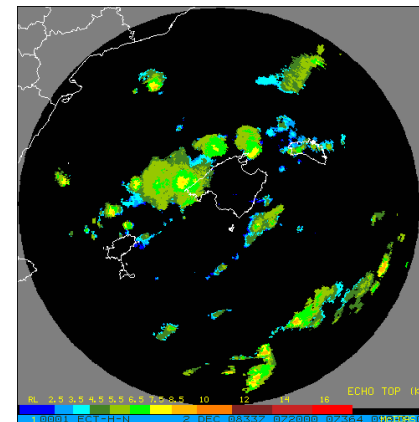
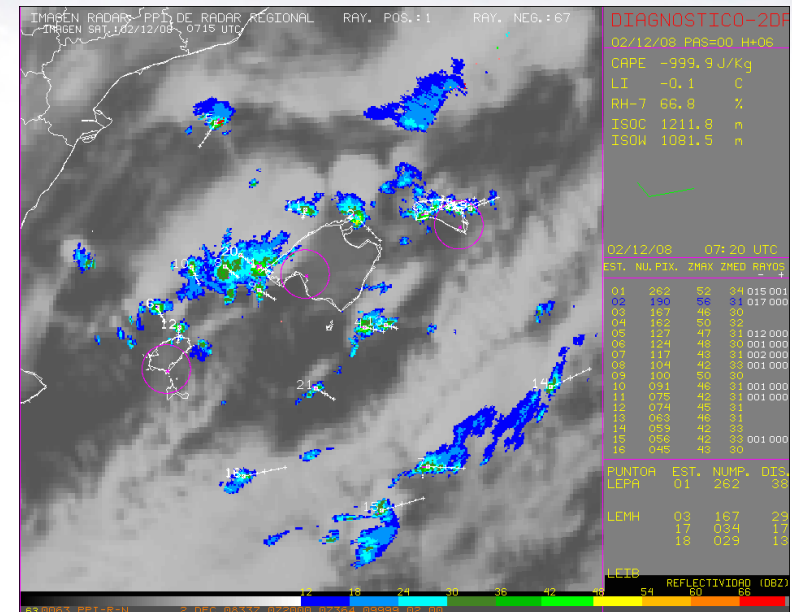
- Otros datos complementarios. Redes de estaciones meteorológicas de superficie y aerológicas.





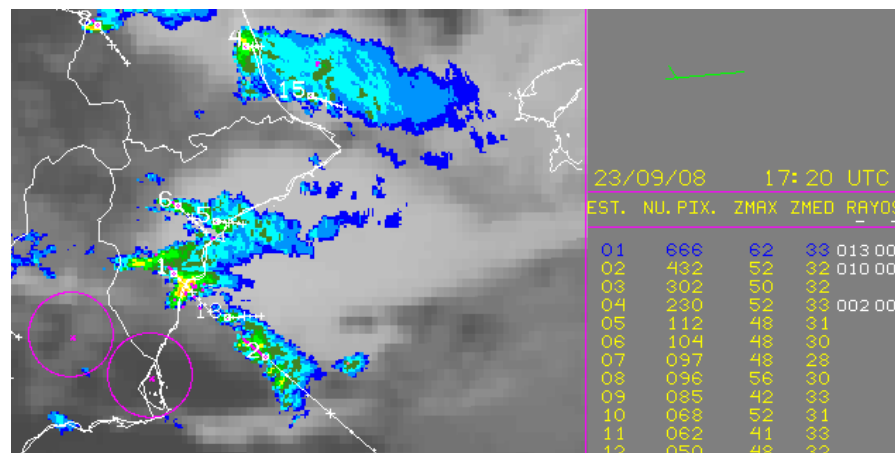
## Objetivos

- **Identificar, caracterizar y seguir**, a partir de **datos de radar, estructuras convectivas de especial interés**, bi (2D) y tridimensionalmente (3D), combinando la información con datos de la red de rayos, de satélite y salidas numéricas.
- **Generación productos regionales (2D+3D) y nacionales(2D)**. 15 radares meteorológicos trabajando en red: productos composición nacional.
- **Productos potencialmente útiles para aeronáutica:**
  - Identificación y caracterización de focos convectivos y tormentosos.
  - Convección profunda y adversa para la vigilancia aeronáutica: Ecotop (altura, Km., que alcanzan los ecos en la vertical).
  - Viento horizontal estimado (Doppler) y perfiles de viento sobre el radar.



## Objetivos

- Suministrar información sobre **rayos OBSERVADOS** en las cercanías de ciertos aeropuertos partiendo de la red de detección de rayos, RDR:
  - Establecimiento y gestión de diferentes grados de alerta PREALERTA (25 Km.), ALERTA (8 Km.) y ALERTA MÁXIMA (5 Km.) para una lista de aeropuertos predefinidos.
  - Aplicación activada cada 2 min.
- Suministrar información sobre **la actividad tormentosa PREVISTA** en las cercanías de aeropuertos, partiendo de datos de la red de rayos, de modelos numéricos y de radar:
  - Cada 10 min., con un sólo grado de alerta (25 Km.).
  - Extrapolación lineal simple de los rayos a 30-20 minutos.
  - Prevalecen los avisos observados frente a los previstos.
  - Sólo Península y Baleares
- Envío de ficheros de texto por e-mail a las autoridades aeroportuarias de repostaje predefinidas.



## Ejemplos

- Mensaje de aviso de rayos observados
- Ídem de tormentas previstas

WWSP61 LERS DDHHMM

AGENCIA ESTATAL DE METEOROLOGÍA

Aviso de rayos en el área del Aeropuerto de Reus  
DD DE MES DE AÑO. HH:MM UTC. Comienzo del estado de  
PREALERTA/ALERTA/ALERTA MAXIMA/SITUACION NORMAL

AGENCIA ESTATAL DE METEOROLOGÍA

WWSP62 ACT NNNN AAMDDHH:MM VAL 20m UNA(VARIAS) MOV DIR1/DIR2 ( )

TORMENTA PREVISTA para el área del aeropuerto de BARCELONA.  
MENSAJE emitido a las HH:MM UTC del DD de MES de AÑO

Se detecta tormenta que posiblemente afectará a la zona del aeropuerto en los próximos 20 minutos, situadas al SE, desplazándose hacia el NW.



## Objetivos

Identificar, caracterizar y predecir ciertos fenómenos y ambientes atmosféricos de potencial impacto aeronáutico desde el punto de vista de la:

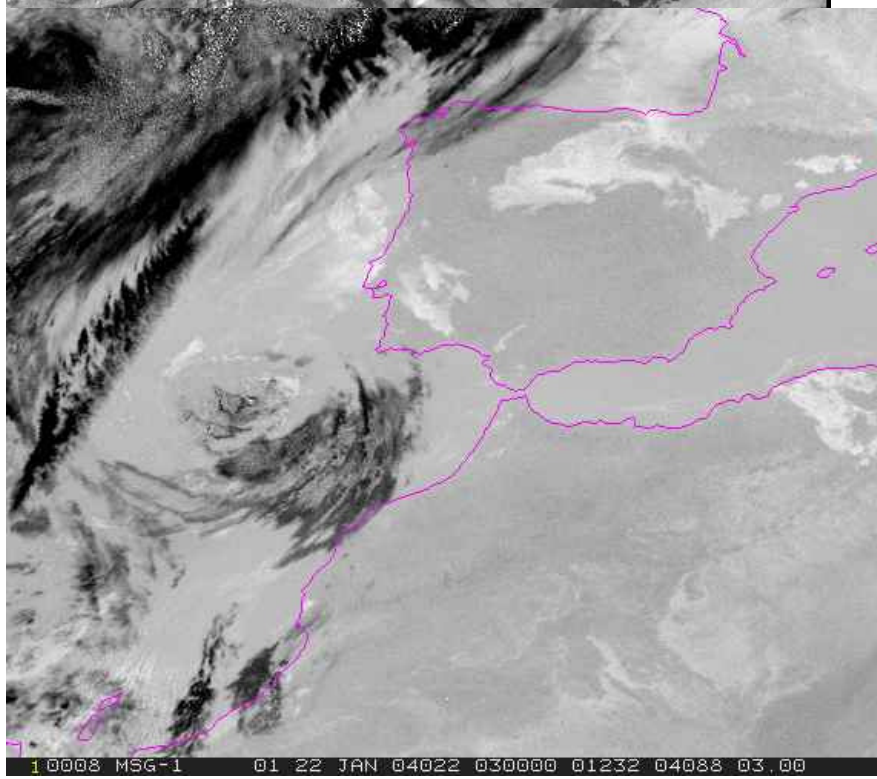
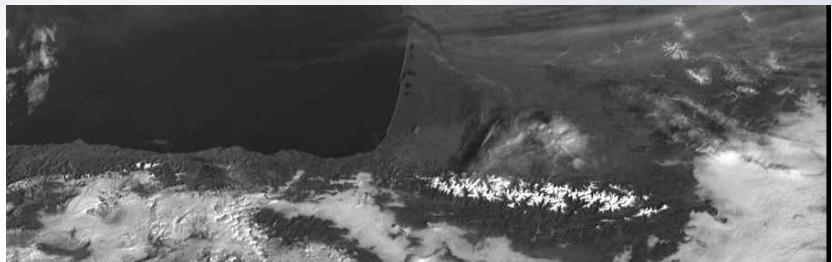
- **Vigilancia**. Uso intensivo de herramientas de teledetección.
  - Productos e imágenes del satélite MSG: nieblas, turbulencia y engelamiento
  - Datos complementarios de superficie y de altura (radiosondeos).
- **Predicción**. Campos avanzados de Modelos Numéricos de Predicción, MNP a máxima resolución:
  - Modelo HIRLAM, modelo de área limitada a 5 km.
  - Modelo del CEPPM, modelo global, a 16 km.



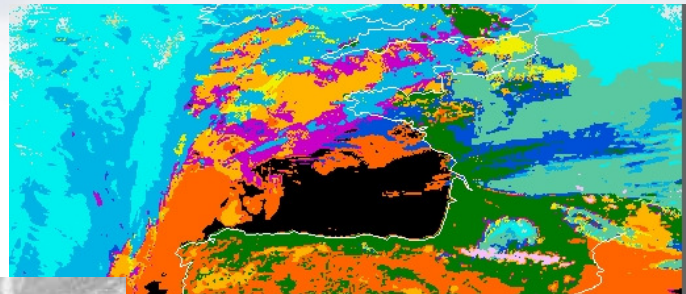
# VISIBILIDAD: NIEBLAS/NUBES BAJAS

## Vigilancia

- Uso de canales y productos del MSG (nuevo satélite METEOSAT y productos del SAF de Nowcasting)
  - Diurnas. Canal visible de alta resolución, HRVIS
  - Nocturnas. Uso combinado de canales del MSG
- Uso de información complementaria: datos de superficie

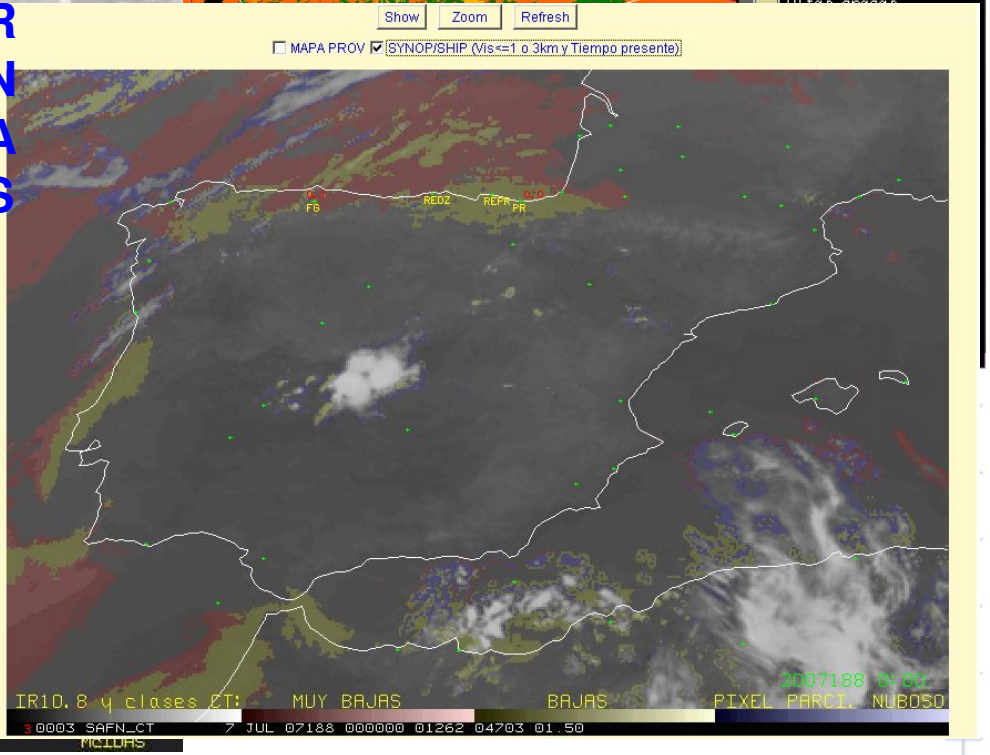


D  
I  
U  
R  
N  
A  
S



CLASIFICACION NUBOSA

Sin definir
Fraccionales
Alt. sen. sobre otras
Alt. sen. densas
Alt. sen. pred. densas
Alt. sen. delgadas
Muy altas opacas
Altas opacas



NOCTURNAS



# TURBULENCIA EN VUELO

## Vigilancia

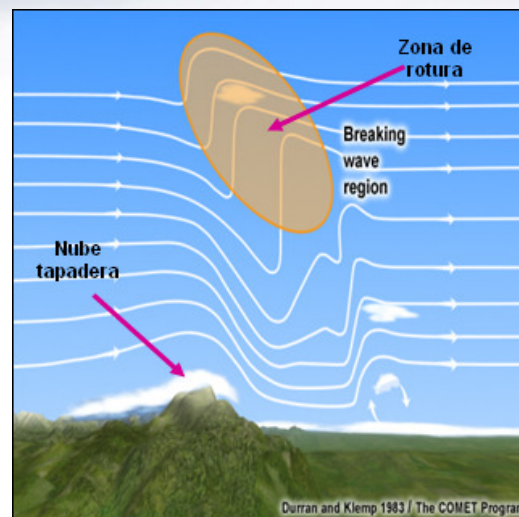
- **Uso de los canales y de los productos del MSG (nuevo satélite METEOSAT y productos derivados del SAF de Nowcasting), complementado con información de MNP.**
  - **Satélite: Detección de ondas de montaña y cirros orográficos ligados a posible turbulencia.**
    - WV07,3. Canal de vapor de agua: ondas de montaña sin nubes.
    - HRVIS-IR. Canales visibles e infrarrojos.
  - **Salidas numéricas específicas a muy alta resolución: vientos a diferentes niveles, estabilidad, otros campos “avanzados”.**
- **Uso de información de retorno en vuelo: NO SE DISPONE**

# TURBULENCIA EN VUELO

## Vigilancia

Satélite: Detección de ondas de montaña y cirros orográficos ligados a posible turbulencia.

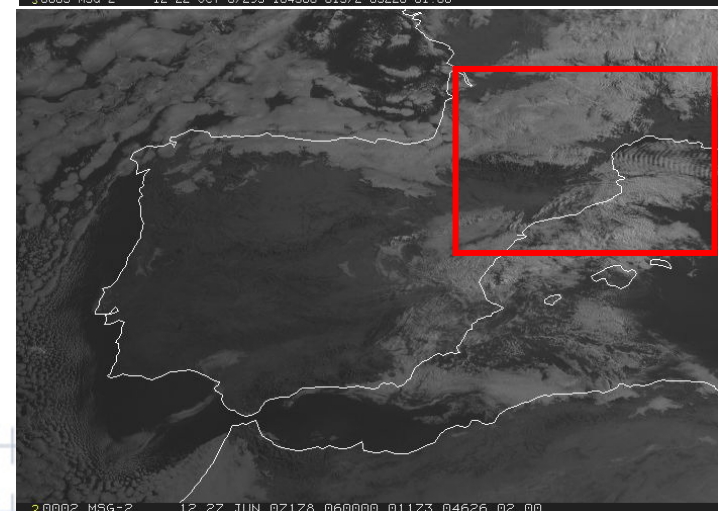
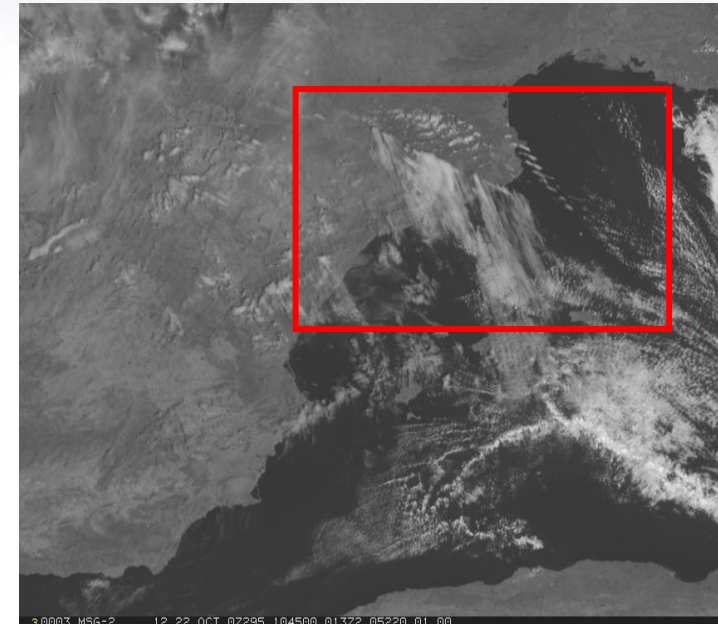
Salidas numéricas específicas a muy alta resolución: vientos a diferentes niveles, estabilidad, campos “avanzados”.



## TURBULENCIA EN VUELO Vigilancia

### Ejemplos

- Detección de ondas de montaña y cirros orográficos ligados a posible turbulencia
- Uso de los canales HRVIS-IR-WV07.3
- **PROBLEMÁTICA:** No se dispone de información de retorno





# TURBULENCIA EN VUELO

## Predicción

Uso intensivo de MNP (Modelos Numéricos de Predicción) de muy alta resolución: usos, limitaciones y problemática

- Herramienta. Salidas HIRLAM a 5 Km., desde H+00 hasta H+36
- Identificación de situaciones atmosféricas idóneas para turbulencia
- Aplicaciones específicas

## TURBULENCIA EN NIVELES MEDIOS Y ALTOS

### Índices: combinación ponderada

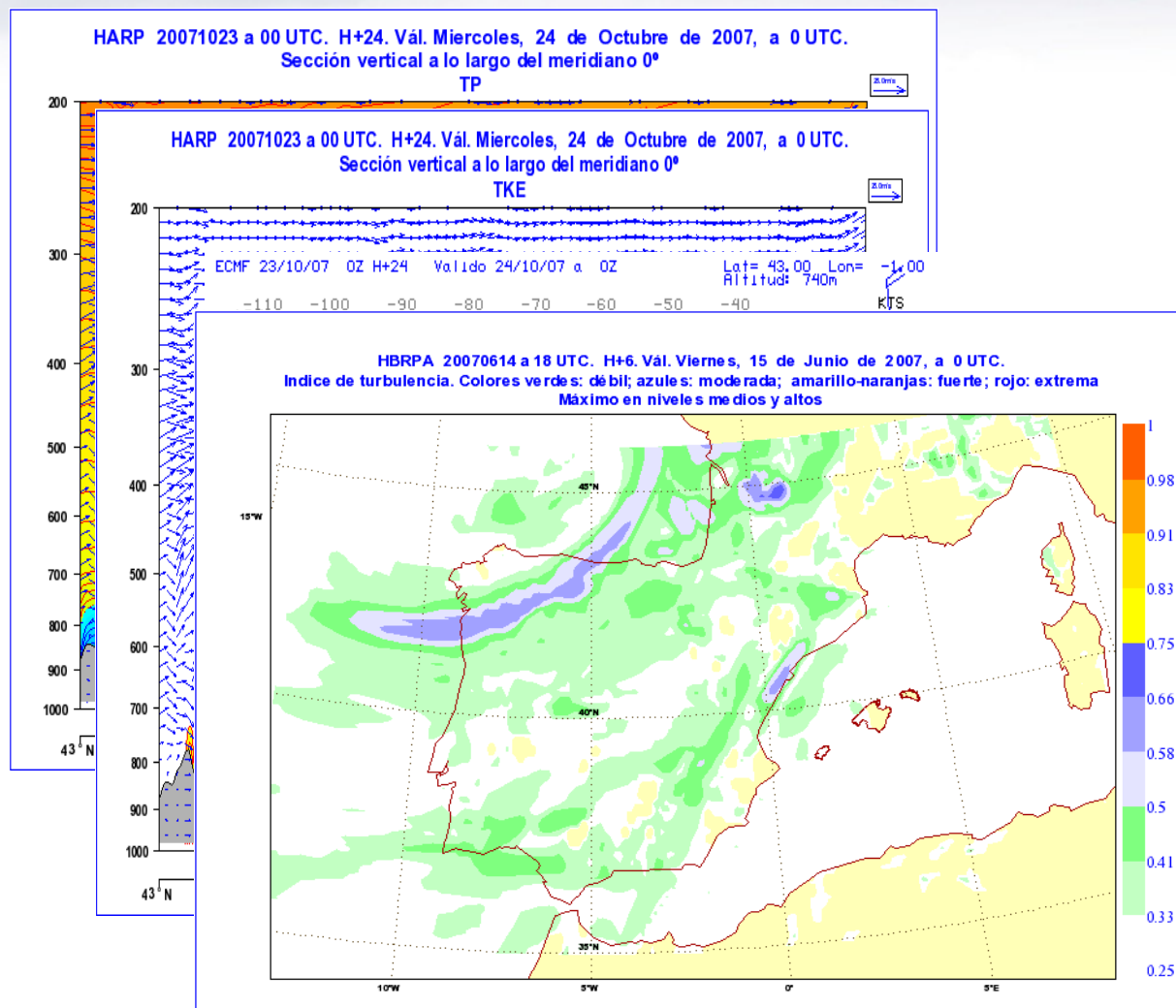
- Cizalladura vertical  $(CV) = \left( \left( \frac{\partial u}{\partial z} \right)^2 + \left( \frac{\partial v}{\partial z} \right)^2 \right)^{1/2}$
- Cizalladura horizontal  $CH = \left( \frac{u}{vel} \right) \left( \frac{\partial vel}{\partial y} \right) - \left( \frac{v}{vel} \right) \left( \frac{\partial vel}{\partial x} \right)$
- Estabilidad  $N^2 = \frac{g}{\theta} \frac{\partial \theta}{\partial z}$
- Número de Richardson  $Ri = \frac{N^2}{(CV)^2}$
- Colson-Panosfky  $CP = CV \left( 1 - \frac{Ri}{\overline{Ri}} \right)$  con  $\overline{Ri} = 0.5$
- Deformación por estiramiento  $DST = \frac{\partial u}{\partial x} - \frac{\partial v}{\partial y}$
- Deformación por cizalladura  $DSH = \frac{\partial v}{\partial x} + \frac{\partial u}{\partial y}$
- Deformación  $DEF = (DST^2 + DSH^2)^{1/2}$
- Divergencia  $DIV = \frac{\partial u}{\partial x} + \frac{\partial v}{\partial y}$
- Ellrod TI1  $TI1 = CV \cdot DEF$
- Ellrod TI2  $TI2 = CV \cdot (DEF - DIV)$

## TURBULENCIA EN VUELO

Predicción en niveles medios y altos

### Productos:

- Cortes verticales
- Sondeos previstos
- Mapas con grado de de turbulencia: total y por niveles de vuelo

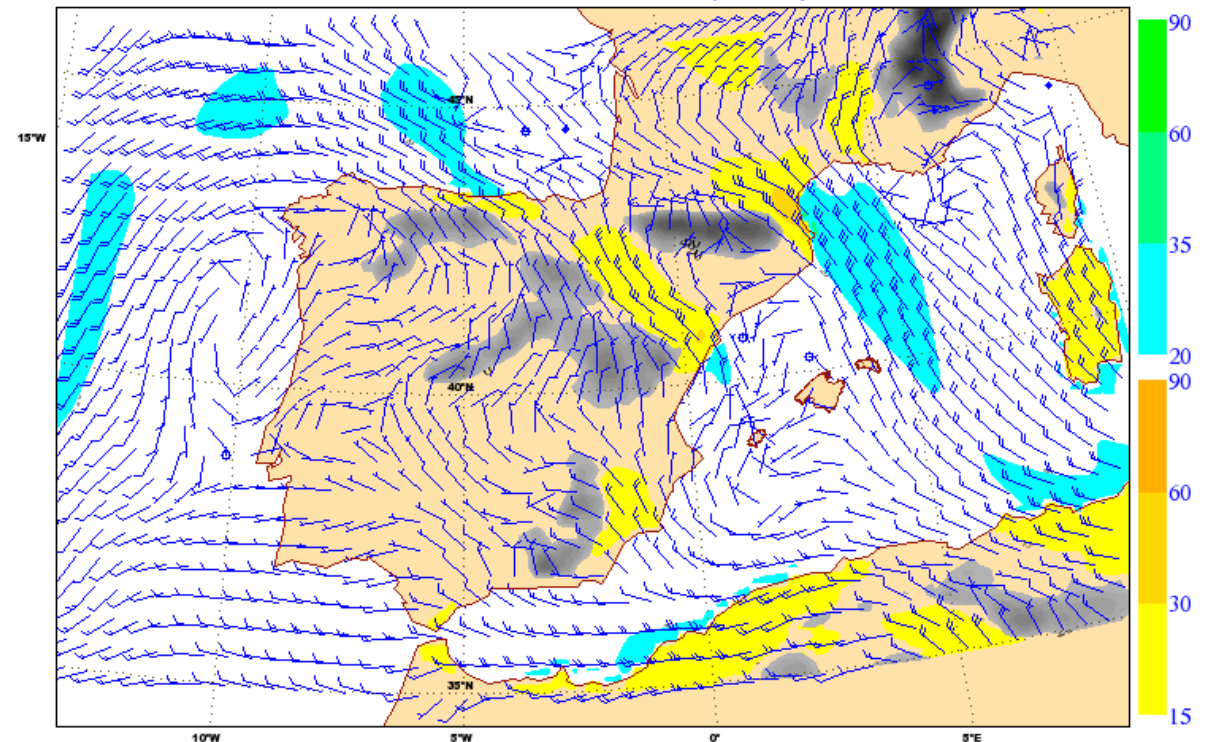


## TURBULENCIA EN VUELO

### Predicción en niveles bajos

### Ejemplo

HBRPA 20071023 a 06 UTC. H+0. Vál. Martes, 23 de Octubre de 2007, a 6 UTC.  
TURB. NIV. BAJOS (Tierra: umbrales amarillos y naranjas. Mar: umbrales azules y verdes)  
VIENTO. Nivel de vuelo FL030 (908 hPa)



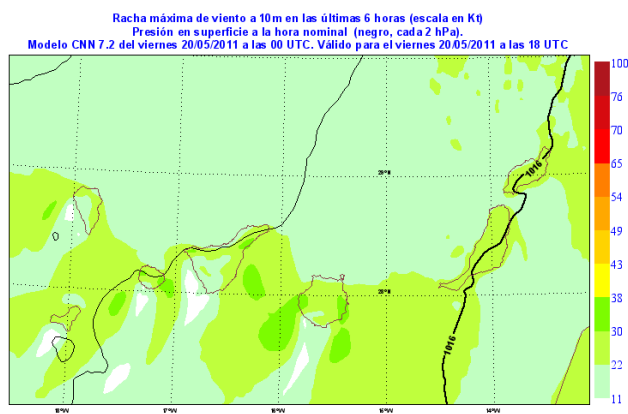
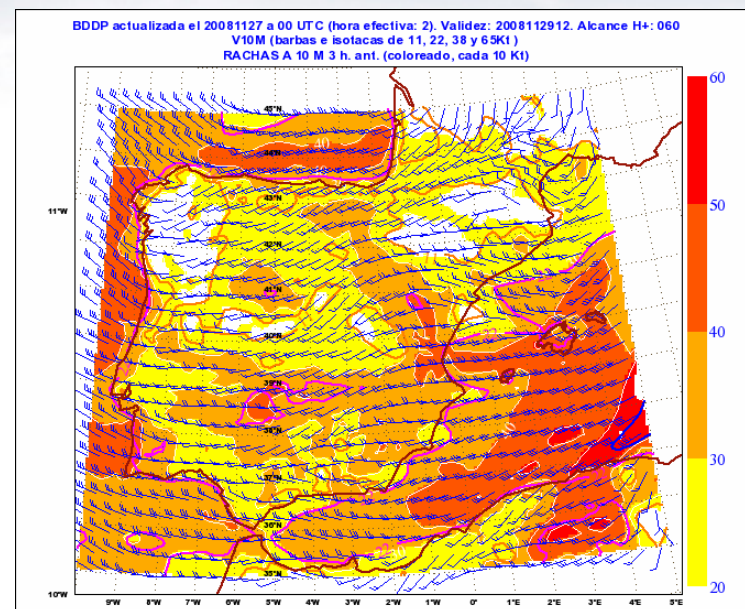
## Objetivo

Estimación de rachas en superficie a máxima resolución

### Herramientas:

- Viento a 10 m del modelo HIRLAM0.05 a 5 Km..
- Módulo de estimación de rachas del modelo del CEPPM.
- Salidas horarias hasta H+36.
- Rachas máximas en 6 horas

**Planes futuros:** nuevo modelo de mesoescala HARMONIE a 2.5 Km., un nuevo módulo de estimación de rachas e introducción de grados de incertidumbre.





# ENGELAMIENTO

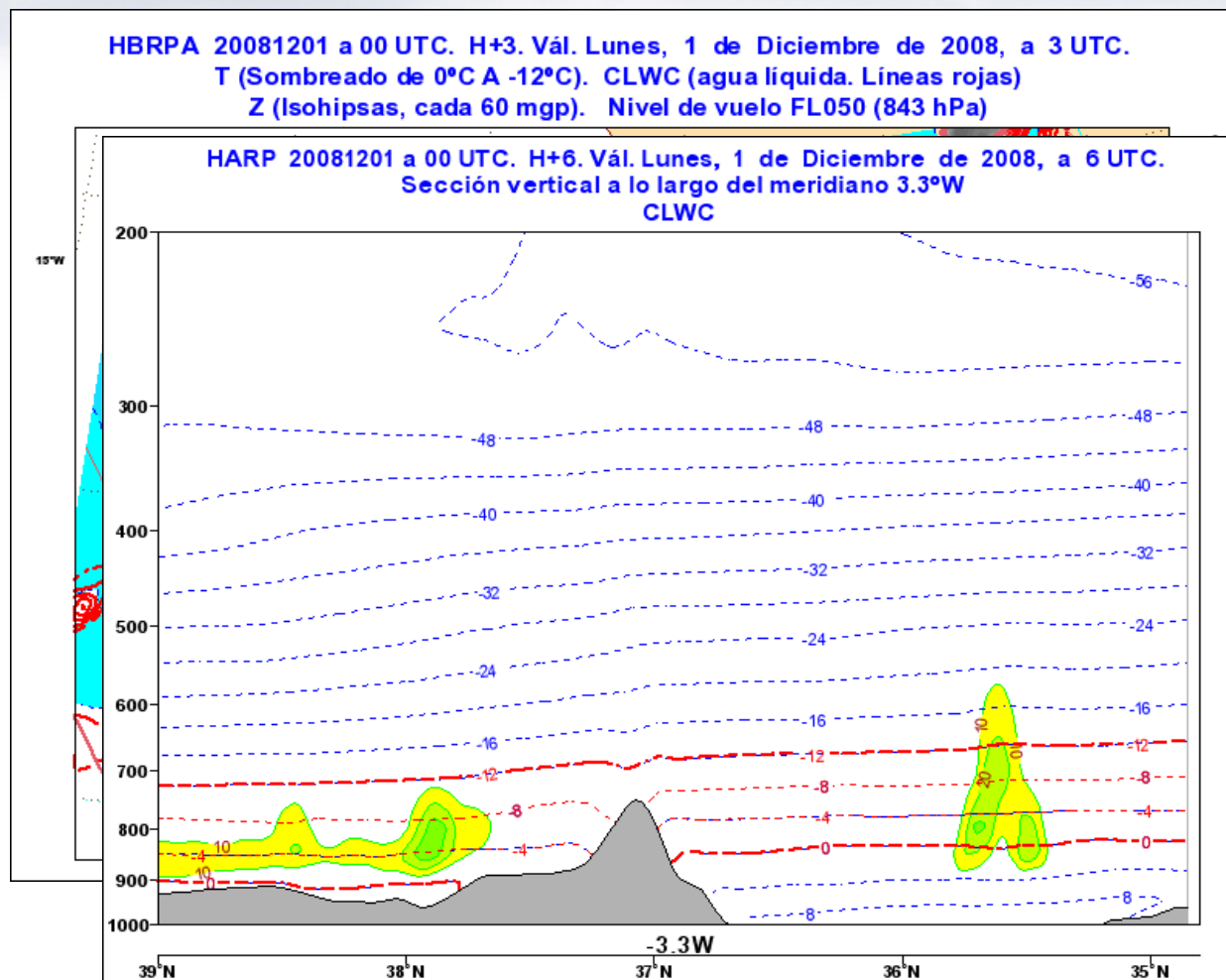
## Predicción

- Uso del modelo HIRLAM.
- Se visualizan los campos básicos por niveles de vuelo (FL): **contenido de agua líquida**, LWC, con las temperaturas más significativas para engelamiento (0° a -12°).
- Cortes verticales especiales para engelamiento y su espesor: SVLWC (cortes verticales del contenido de agua líquida).
- Para la caracterización se considera en primer lugar la presencia y cantidad de LWC.
- El uso del campo de LWC a menudo puede sugerir fragmentación en el engelamiento: El criterio basado en el campo de humedad relativa (Humedad Relativa  $\geq 80\%$ ) puede ser útil al respecto.

## ENGELAMIENTO Predicción

### Ejemplos

- FL050 H+03
- Corte vertical 3,3° W por Andalucía Oriental H+06





# ¡INFORMACIÓN DE RETORNO!

No se dispone de ningún tipo de información relativa a:

- Turbulencia
- Engelamiento
- Y relativamente escasa para nieblas



# CONCLUSIONES



GOBIERNO  
DE ESPAÑA

MINISTERIO  
DE MEDIO AMBIENTE  
Y MEDIO RURAL Y MARINO



- Desde AEMET, y en particular desde el ATAP, se ha estado **desarrollando y adaptando productos con fines aeronáuticos**, en especial aquellos que tienden a apoyar y mejorar los productos que elaboran los predictores tanto en la vigilancia como en la predicción de fenómenos de alto potencial impacto aeronáutico.
- Los principales **usuarios de los productos del ATAP** son los **predictores (aeronáuticos)**.
- **Usuarios externos**. Se han desarrollado herramientas y aplicaciones para envíos automáticos de **avisos de rayos observados y tormentas previstas para aeropuertos** (actividades de repostaje de aviones en tierra).
- **Problemática**: necesidad de información de retorno referente a la visibilidad, turbulencia y engelamiento: verificación

**- GRACIAS POR SU ATENCIÓN -**