



GOBIERNO
DE ESPAÑA

MINISTERIO
DE AGRICULTURA, ALIMENTACIÓN
Y MEDIO AMBIENTE

AEMet
Agencia Estatal de Meteorología

Especificaciones técnicas de la información sobre cizalladura y turbulencia

04/06/2014

M^a Victoria Conde Torrijos
Consejera Técnica de la DPEDC
e-mail: mcondet@aemet.es

Objetivo de la presentación

El objetivo es analizar las especificaciones técnicas sobre turbulencia y cizalladura que aparecen en la normativa OACI, especialmente en el Anexo 3: Servicio meteorológico para la navegación aérea internacional, y los productos a través de los cuales se difunden.





PHOTO-ILLUSTRATION: THINKSTOCK

Turbulencia en pronósticos mundiales (WAFS)

- Un centro mundial de pronóstico de área (WAFC) prepara pronósticos reticulares en altitud de:
 - 1) vientos en altitud;
 - 2) temperaturas y humedad en altitud;
 - 3) altitud geopotencial de los niveles de vuelo;
 - 4) nivel de vuelo y temperatura de la tropopausa;
 - 5) dirección, velocidad y nivel de vuelo del viento máximo (corriente en chorro);
 - 6) nubes cumulonimbus;
 - 7) engelamiento; y
 - 8) **turbulencia**
- Los pronósticos reticulares precedentes son expedidos por los centros mundiales de pronóstico de área (WAFC de Londres y de Washington) en forma de clave binaria **GRIB** prescrita por la OMM.
(Anexo 3 de OACI, capítulo 3 y apéndice 2)



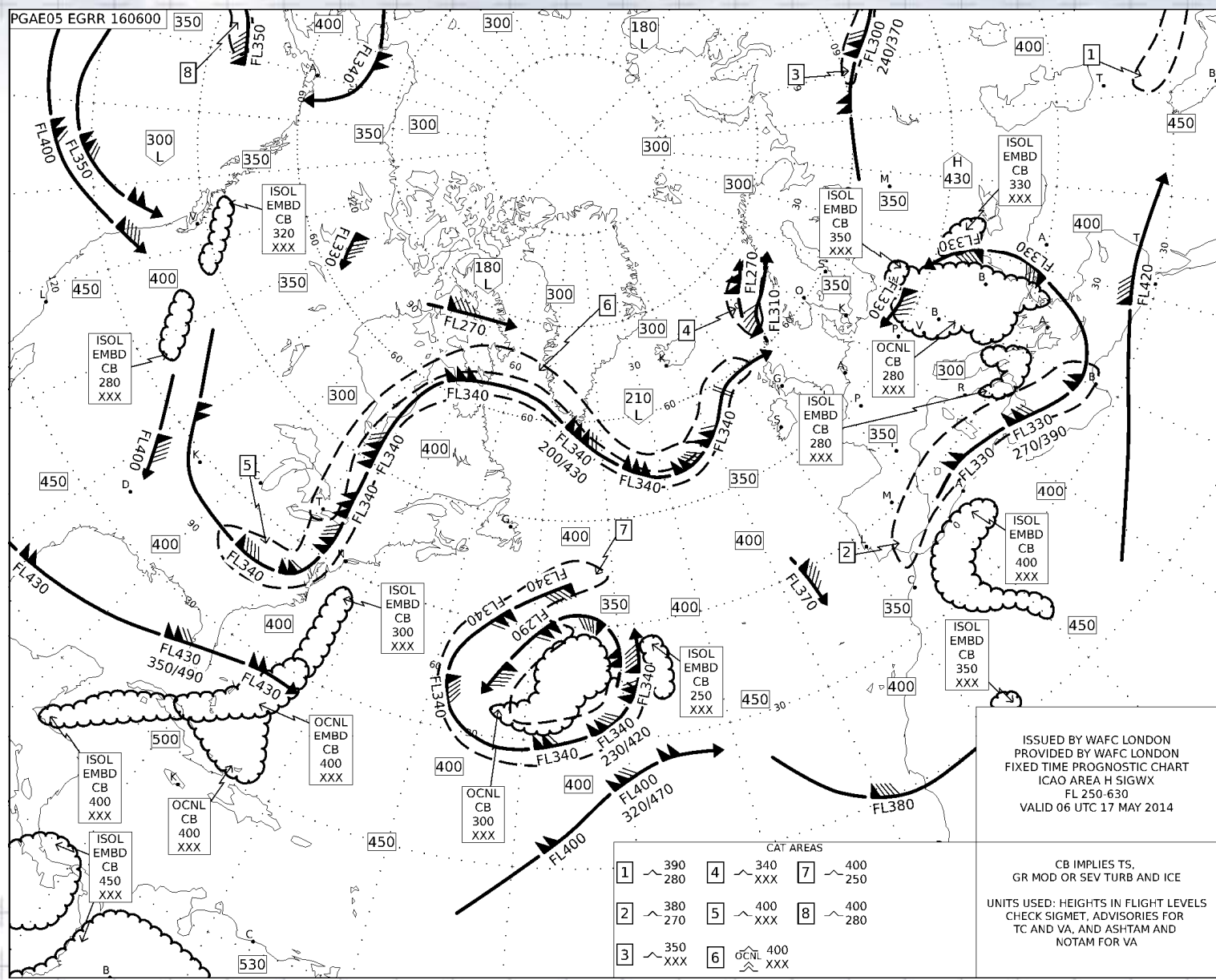
Turbulencia en mapas de tiempo significativo (SIGWX)

- Los pronósticos de fenómenos del tiempo significativo en ruta se preparan como pronósticos SIGWX en un WAFC (centro mundial de pronóstico de área) y se emiten en clave binaria **BUFR**.
- Contienen los siguiente:
 - Ciclones tropicales
 - Líneas de turbonada fuerte
 - **Turbulencia moderada o fuerte**
 - Engelamiento moderado o fuerte
 - Tormentas extensas de arena o polvo
 - Nubes cumulonimbus.
- En los mapas dibujados a partir de los BUFR, la turbulencia moderada aparece:  y la fuerte:  Las áreas de turbulencia aparecen marcadas con línea discontinua.

Medida de la turbulencia: EDR

- La OACI establece una escala de intensidad de la turbulencia a partir de las medidas realizadas a bordo.
- Un avión en vuelo debe notificar los valores promedio y máximo de la turbulencia en función de la raíz cúbica del índice de disipación del remolino turbulento (EDR: Eddy Dissipation Rate) que se mide en: $m^{2/3}s^{-1}$
- Mediante este índice, estimado por un algoritmo basado en parámetros físicos, se obtiene una medida de la turbulencia.
- La turbulencia se considera (Anexo 3, apéndice 4):
 - a) **fuerte**, cuando el valor máximo de la raíz cúbica del EDR sea mayor que 0,7;
 - b) **moderada**, cuando el valor máximo de la raíz cúbica del EDR sea mayor que 0,4 y menor o igual que 0,7;
 - c) **ligera**, cuando el valor máximo de la raíz cúbica del EDR sea mayor que 0,1 y menor o igual que 0,4; y
 - d) **nula (NIL)** cuando el valor máximo de la raíz cúbica del EDR sea menor o igual que 0,1.

Turbulencia en pronósticos SIGWX

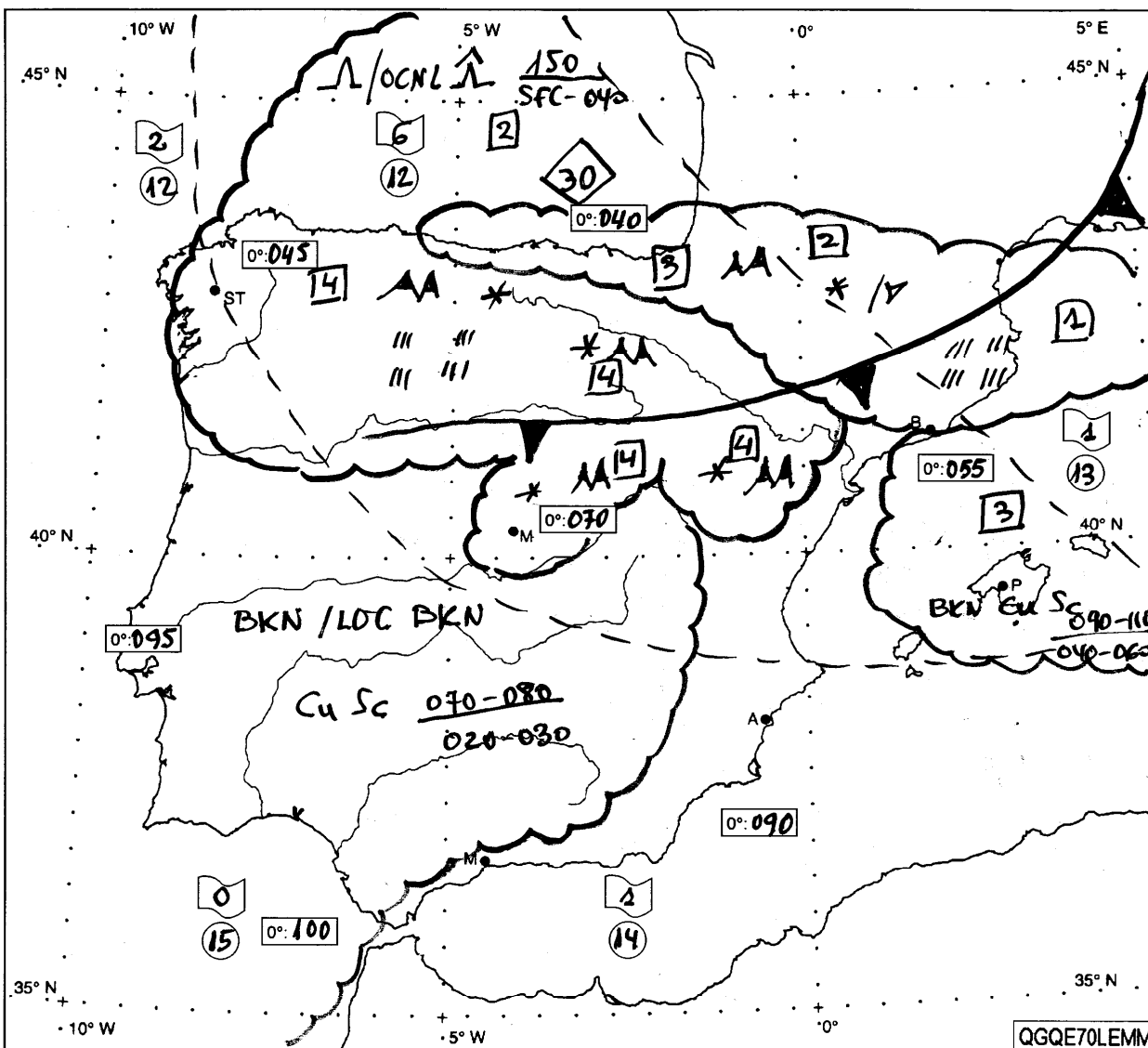


Turbulencia en pronósticos SIGWX de bajo nivel de AEMET



GOBIERNO DE ESPAÑA

MINISTERIO DE AGRICULTURA, ALIMENTACIÓN Y MEDIO AMBIENTE



GOBIERNO DE ESPAÑA
MINISTERIO DE AGRICULTURA, ALIMENTACIÓN Y MEDIO AMBIENTE
AEMET
Agencia Estatal de Meteorología

SIGWX 150 SFC LEMM

VÁLIDO PARA HH (UTC): 12
DD/MM/AA: 28/02/14

Frentes, centros de presión, isóceros y estado de la mar válidos para HH. Nubosidad y fenómenos significativos presentes entre HH-3 y HH+3.

Consulte GAMET, AIRMET y SIGMET en vigor.

COMENTARIOS

- 1 12/15 NW 30-35KT
- 2 BKN LIR / LOC BKN
LIR 120-140
020-030
- 3 ISOLTS / T
ISOL TCU/CB XXX
020-030
- 4 MT ψ 090
060-070

SÍMBOLOS Y UNIDADES

- V1 Visibilidad < 1000 m
- V5 1000m ≤ Visibilidad < 5000m
- T y CB implican turbulencia y engelamiento moderado o fuerte.
- Altura de las olas, en metros
- Temperatura del mar, en °C.
- Altitud T=0°C
- Visibilidades en metros
- Velocidades en nudos.
- Presiones en hectopascales.
- Altitudes en hectopies.
- XXX: por encima de FL150

© AEMET. Prohibida su reproducción total o parcial por cualquier medio sin autorización expresa por escrito de la Agencia Estatal de Meteorología.

QGQE70LEMM0000_20140228

SIGMET

Los SIGMET son avisos, en una región de información de vuelo, sobre la existencia real o prevista de fenómenos MET especificados en ruta que puedan afectar a la seguridad operacional de las aeronaves.

Entre estos fenómenos está la **turbulencia fuerte: SEV TURB**

```
LECM SIGMET 2 VALID  
210600/210900 LEMM-  
LECM MADRID FIR SEV TURB OBS  
AT 0600Z N38 W008 FL240 MOV E  
10KT WKN=
```

AIRMET

Los AIRMET son avisos, para una región de información de vuelo o subzona, sobre fenómenos MET que puedan afectar a la seguridad operacional de los vuelos a baja altura (SFC/FL150). Entre estos fenómenos está la **turbulencia moderada: MOD TURB**

```
LECM AIRMET 2 VALID  
221215/221500 LEMM-  
LECM MADRID FIR/2 MOD TURB OBS  
AT 1205Z WI N3657 W00327 – N3657  
W00310 – N3650 W00321 FL080/120  
STNR NC=
```


GAMET

El GAMET es un pronóstico de área en lenguaje claro abreviado para vuelos a baja altura en una región de información de vuelo o en una subzona de la misma. Consta de dos secciones:

- **Sección I:** se dan fenómenos peligrosos para la aviación de baja altura
- **Sección II:** información adicional

Ejemplo de SECN I del GAMET para la FIR de Barcelona:

```
FASP42 LEMM 281700  
LECB GAMET VALID 282100/010300 LEMM-  
LECB BARCELONA FIR BLW FL150  
SECN I  
SFC WSPD: NW 35 KT MAR E GIRONA, NW 30 KT MAR BTN EBRO AND MALLORCA  
SFC VIS: 3000 M SN W OF PIRINEOS  
MT OBSC: PIRINEOS, SISTEMA IBERICO  
TURB: MOD 040/ABV 150 HFT AMSL ENTIRE FIR  
MTW: MOD S PIRINEOS, E SISTEMA IBERICO
```

Cizalladura del viento

- El Manual de cizalladura del viento a poca altura (Doc. 9817 de OACI) da orientación sobre características de la cizalladura del viento a poca altura, condiciones y fenómenos MET que la originan, efectos de la cizalladura sobre la actuación de la aeronave, etc.
- Los avisos de cizalladura del viento darán información concisa sobre la presencia observada o prevista de cizalladura del viento que pudiera afectar adversamente a las aeronaves en la **trayectoria de aproximación** o en la **trayectoria de despegue**, o durante la aproximación en circuito entre el nivel de la pista y una altura de 500 m (1600 ft) sobre éste, o afectar a las aeronaves en la pista en el recorrido de aterrizaje o la carrera de despegue.... (Capítulo 7, Anexo 3 de OACI).
- En los aeródromos en los que la cizalladura del viento se detecte mediante equipo basado en tierra automático para la teledetección o detección de la cizalladura del viento, se expedirán las alertas de cizalladura del viento generadas por estos sistemas. Dichas alertas darán información concisa y actualizada sobre la existencia observada de cizalladura del viento que incluya **un cambio del viento de frente/de cola de 7,5 m/s (15 kt) o más** y que pueda tener repercusiones adversas en la aeronave en la trayectoria de aproximación final o de despegue inicial y en la pista durante el recorrido de aterrizaje o de despegue. (Capítulo 7, Anexo 3 de OACI).

Cizalladura del viento (2)

La oficina MET designada para prestar servicio al aeródromo debe proporcionar a las dependencias ATS, a los explotadores, etc., información sobre cizalladura del viento a poca altura en un aeródromo, mediante:

- Avisos de cizalladura del viento (Anexo 3, Capítulo 7 y Apéndice 6, Tabla A6-3);
- Alertas de cizalladura del viento (Anexo 3, Capítulo 7); y
- La información suplementaria de los METAR/SPECI y la información local (Anexo 3, Capítulo 4).

AEMET sólo dispone de medidores de cizalladura del viento (LLWAS) en los aeropuertos de Tenerife SUR y de Bilbao. Por tanto, para poder dar cizalladura en el METAR/SPECI y en la información local necesita recibir ésta información de las aeronaves en vuelo.



Cizalladura del viento
ocasionada por un
frente de ráfagas

Observaciones especiales de aeronaves

- Todas las aeronaves harán observaciones especiales cuando se encuentren o se observen las siguientes condiciones:
 - a) **Turbulencia moderada o fuerte; o**
 - b) **Engelamiento moderado o fuerte; o**
 - c) **Onda orográfica fuerte; o**
 - d) y e) **Tormentas con o sin granizo**, que se encuentran oscurecidas, inmersas, generalizadas o en líneas de turbonada; o
 - f) **Tempestades de polvo o de arena fuertes; o**
 - g) **Nube de cenizas volcánicas; o**
 - h) **Actividad volcánica precursora de erupción o una erupción volcánica.**
- Otras condiciones meteorológicas, p. ej., **cizalladura del viento**, que el piloto al mando estime que pueden afectar a la seguridad operacional.
(Anexo 3 de OACI, Capítulo 5)

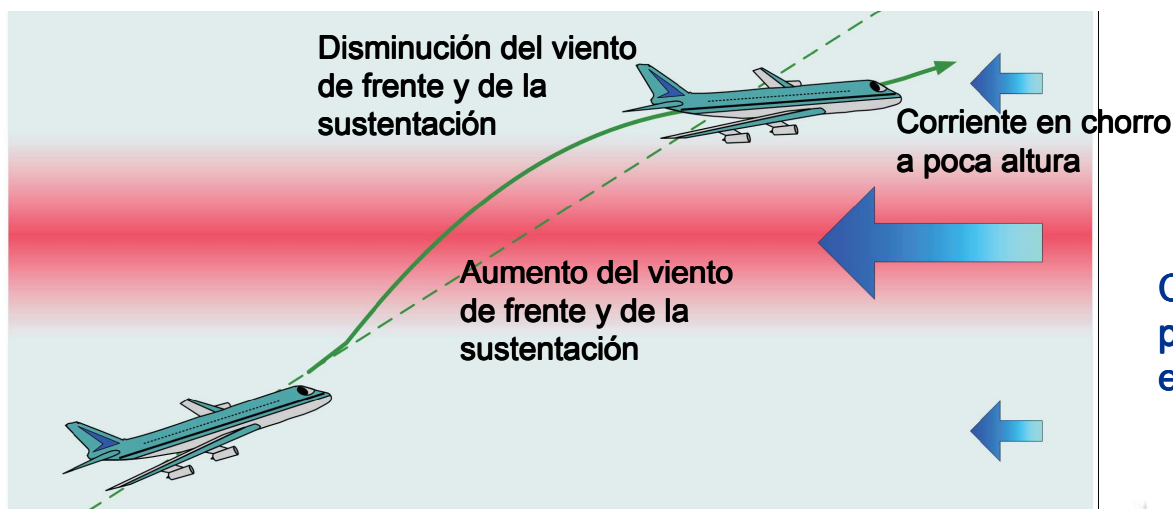
Observaciones ordinarias de aeronaves

- En las observaciones ordinarias de aeronaves que estén equipadas con enlace aire-tierra se darán los siguientes elementos meteorológicos:
 - Dirección y velocidad del viento
 - Temperatura del aire
 - Turbulencia
 - Humedad (si se conoce)
 - Engelamiento de la aeronave (en algunos casos)
- Las aeronaves que no estén equipadas con enlace de datos aire-tierra estarán exentas de efectuar las observaciones ordinarias de aeronave.
- Las aeronotificaciones ordinarias (viento, temperatura y humedad) constituyen un **elemento esencial** de información para los **modelos numéricos** de predicción meteorológica mundial utilizados por los WAFC (Centros Mundiales de Pronóstico de Área), y la **calidad de los pronósticos de viento, temperatura y humedad en altitud** para la aviación mundial.

(Anexo 3 de OACI, Apéndice 4)

Notificación de observaciones de aeronaves

- Las observaciones de aeronave se notificarán por **enlace de datos aire-tierra** o por **comunicaciones orales a la dependencia ATS**.
(Anexo 3 de OACI, capítulo 5 y apéndice 4)
- Las dependencias ATS notificarán a la Oficina de Vigilancia Meteorológica (OVM) las aeronotificaciones especiales y a la Oficina meteorológica de aeródromo la cizalladura y otros fenómenos MET de importancia para las operaciones en las **fases de ascenso inicial y de aproximación**.



Cizalladura del viento ocasionada por una corriente en chorro a poca altura

Importancia de las observaciones especiales de aeronaves

- Hay dos variables meteorológicas: la turbulencia y el engelamiento, que no pueden medirse desde tierra, y para las que las observaciones de aeronaves son las únicas observaciones disponibles.
- AEMET necesita verificar, mejorar y ajustar los pronósticos de estas variables.
- La turbulencia y el engelamiento fuertes son objeto de **emisión de un SIGMET**. Si recibimos las observaciones de aeronaves podremos mejorar la seguridad operacional emitiendo SIGMET que se distribuyen internacionalmente.
- La turbulencia y el engelamiento moderados en niveles bajos son objeto de emisión de un aviso **AIRMET** para vuelos de bajo nivel.
- Hay otras variables meteorológicas como tormentas, ondas de montaña, nubosidad convectiva (CB y TCU), etc., que aunque pueden ser evaluadas a través de nuestros sistemas de observaciones, también es muy importante recibir las observaciones de aviones.

Importancia de las observaciones de aeronaves en productos de aeródromo

AEMET necesita recibir las observaciones de aviones de fenómenos meteorológicos encontrados, durante las **fases de ascenso inicial y de aproximación**, de importancia para las operaciones:

- En especial, la **cizalladura** del viento, que hay que incluir en el la información suplementaria del METAR.

```
METAR LEST 201230Z 21010G25KT 180V250 2000 1200 R17/1300U R35/P2000  
+SHRA FEW010CB SCT017 BKN027 12/07 Q1002 RETSRA WS R17 NOSIG=
```

Para incluir en la información local, los fenómenos de:

- **Turbulencia y engelamiento** moderado o fuerte y **ondas orográficas** fuertes.
- Estos fenómenos meteorológicos deben ser comunicados, por los servicios de tránsito aéreo a la oficina meteorológica del aeródromo.

Ejemplos reales de aeronotificaciones (AIREP)

Especiales

UAPL70 EPWA 091018
ARS FIN754J 5124N02109E
FL390 OBS AT 1020Z MOD
TURB=

UASN61 ESWI 090934
ARS RJ1H FBL-MOD
TURB OBS AT 0925Z DKR
FL140-170

Ordinarias

UANT99 KDDL 090939
ARP BER7000 5103N01609W
0939 F360 MS55 041/45 KT

ARS PAA101 5045N02015W
1536 F310 ASC F350 TSGR
(ej. doc. 4444, PANS-ATM, Apéndice 1)

Autoservicio Meteorológico Aeronáutico (AMA)

El día 25 de junio de 2014 se pone operativo el nuevo AMA y desaparece el antiguo. algunas novedades con respecto al anterior son:

- Más interactivo y de fácil acceso
- Posibilidad de realizar rutas que se pueden guardar y ejecutar cuando sea necesario proporcionando la información actualizada.
- Mapas aeronáuticos de viento y temperatura, para todos los niveles de vuelo que aparecen en el Anexo 3 de OACI (14 niveles: desde FL050 hasta FL530) , y mapas SIGWX de 6 zonas (se ha añadido una).
- Búsquedas básicas de productos aeronáuticos tanto alfanuméricos (METAR, TAF, SIGMET, GAMET, AIRMET, avisos,...) como mapas.
- Otros mapas no específicamente aeronáuticos: nubosidad compuesta, QNH, precipitación y superficie con frentes.
- Más productos de teledetección
- Productos experimentales: altura de topes nubosos, cizalladura e isocero.

<http://ama.aemet.es>



GOBIERNO
DE ESPAÑA

MINISTERIO
DE AGRICULTURA, ALIMENTACIÓN
Y MEDIO AMBIENTE

AEMet
Agencia Estatal de Meteorología

¡¡ Muchas gracias por vuestra atención !!

