

Detección de cizalladura con el modelo HARMONIE-AROME

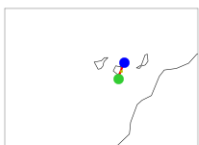
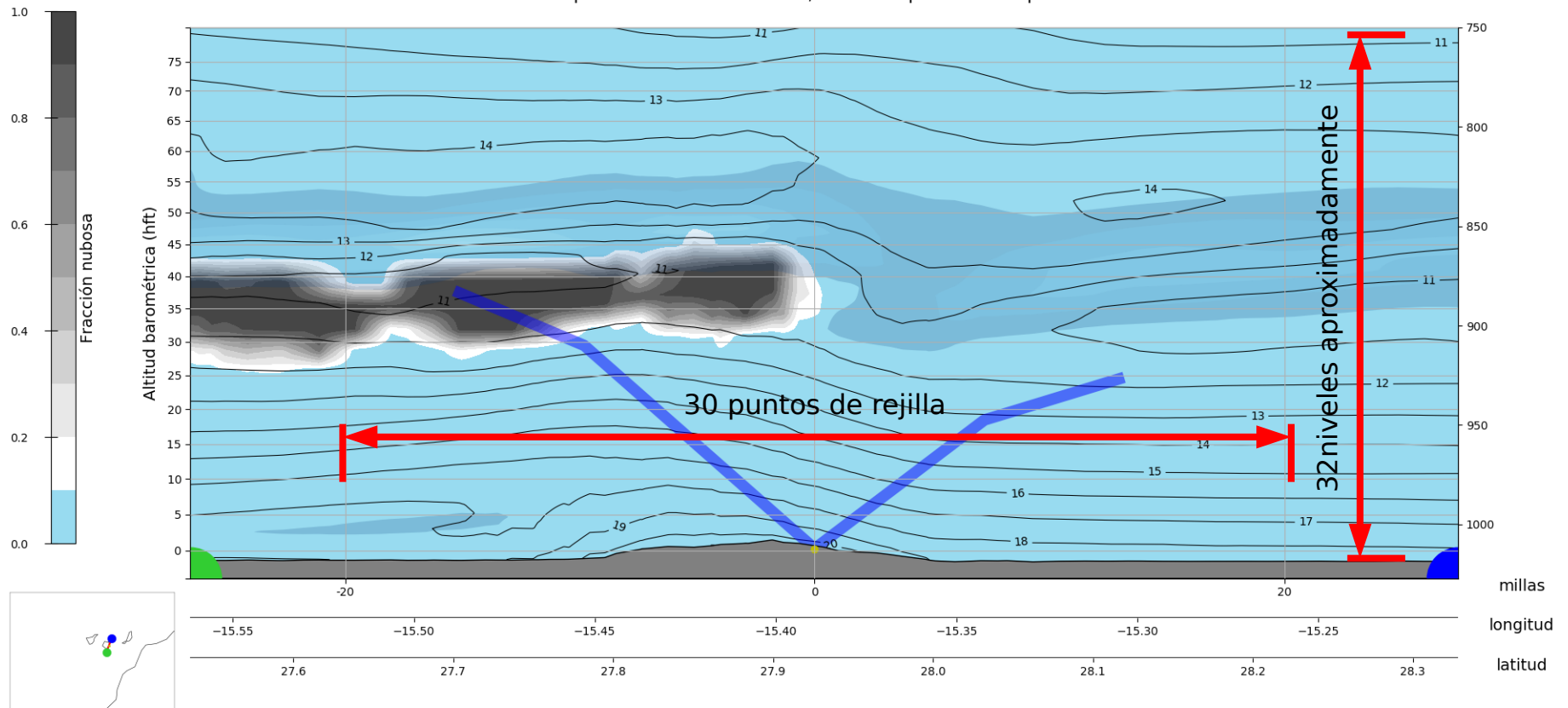
Juan Simarro
AEMET, Delegación en la
Comunitat Valenciana

Características del modelo HARMONIE-AROME de AEMET

- Resolución horizontal 2.5 km
- 65 niveles en la vertical
- 4 pasadas al día, alcance de 48 horas
- No hidrostático, con convección explícita
- Asimilación de datos 3D
- Dos dominios, uno para la Península Ibérica y otro para las Islas Canarias

Resolución del modelo y el entorno de un aeropuerto

HARMONIE-AROME: 8 de junio de 2018 a las 6 UTC, H+30 / Validez: 9 de junio de 2018 a las 12Z
 Temperatura (líneas), fracción nubosa (0 - 1), inversiones sombreadas en azul
 Aeropuerto de GRAN CANARIA, dirección paralela a la pista 03L

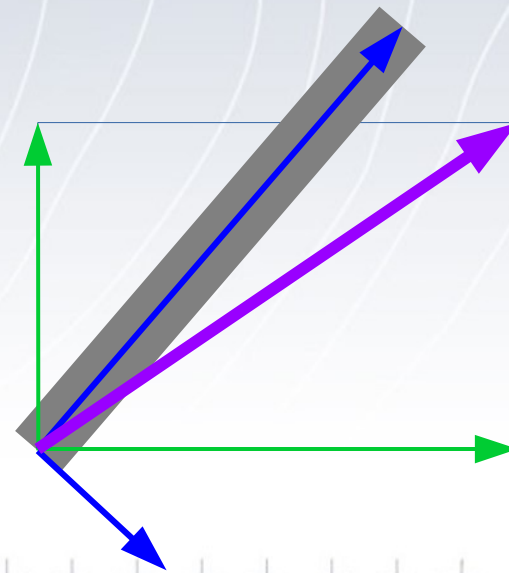


Definición de cizalladura

- Variación del vector velocidad del aire entre dos puntos
- Unidades utilizadas (ICAO) en cizalladura vertical:
- **1 kt en 100 ft = 0.45 m/s en 30 m = 0.015 1/s**

Componentes del viento

- Norte y Este (verde)
- Lateral y frete o cola (azul)



Condiciones y fenómenos meteorológicos que ocasionan cizalladura del viento a poca altura, según el documento 9817 AN/449, ICAO

- Perfil del viento en los niveles inferiores de la atmósfera
- Flujo del viento en torno obstáculos
- Corrientes aéreas que acompañan a las superficies frontales
- Brisa de tierra y brisa de mar
- Tormentas
- Otros

¿en que casos un modelo numérico de alta resolución es útil a la hora de predecir la presencia de cizalladura?



GOBIERNO DE ESPAÑA

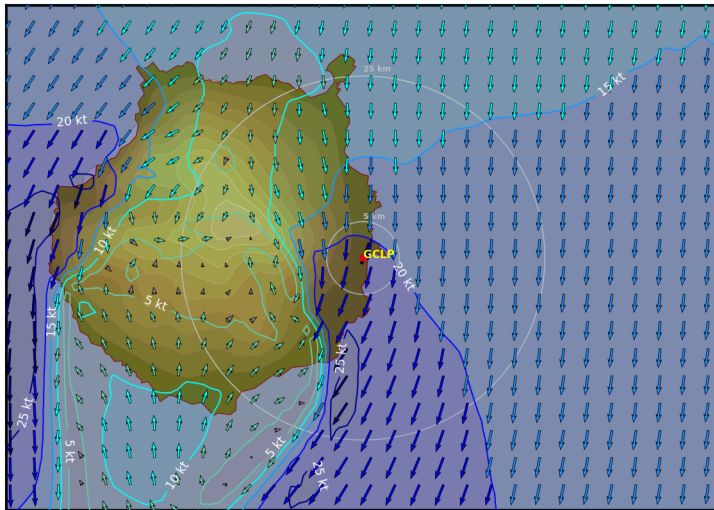
MINISTERIO DE AGRICULTURA Y PESCA, ALIMENTACIÓN Y MEDIO AMBIENTE

AEMet
Agencia Estatal de Meteorología

Cizalladura por la presencia de orografía

- Con una resolución de 2.5 km se puede describir relativamente bien flujos alrededor de obstáculos orográficos del orden de 20 km

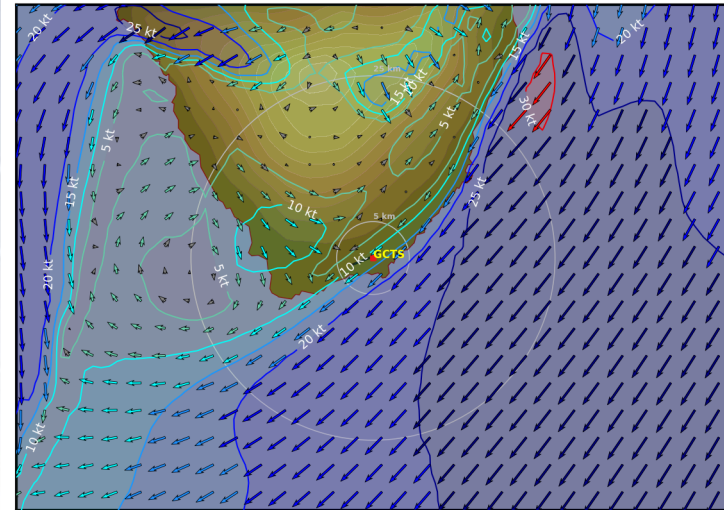
HARMONIE-AEMET 09-06-2018 12z, pronóstico para el Domingo 10-06-2018 14z (H+26)



0 5 10 15 20 25 30 35 40 45 50
viento medio a 100 metros (nudos)

previsto en el aeropuerto: GCLP 101400 01021kt
campo de racha máxima no disponible

HARMONIE-AEMET 09-06-2018 12z, pronóstico para el Domingo 10-06-2018 22z (H+34)



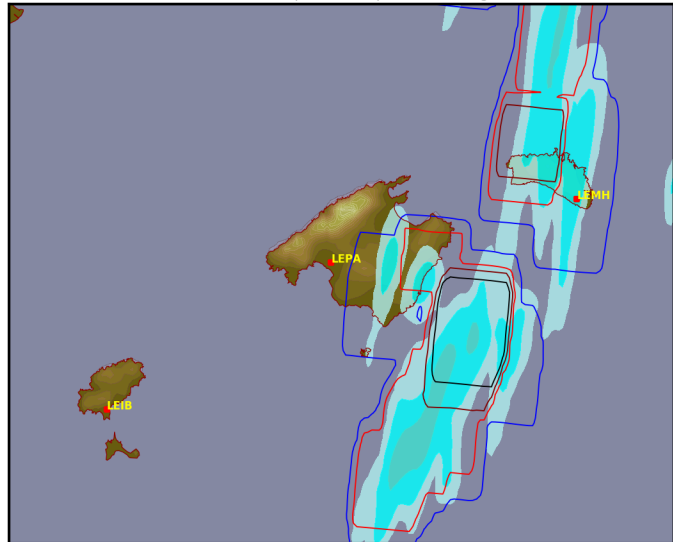
0 5 10 15 20 25 30 35 40 45 50
viento medio a 100 metros (nudos)

previsto en el aeropuerto: GCTS 102200 05012kt
campo de racha máxima no disponible

Cizalladura por convección

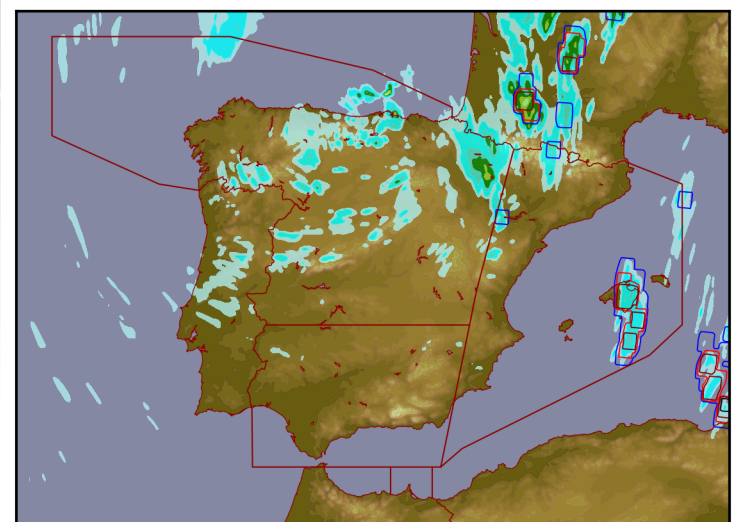
- Los modelos numéricos predicen la convección pero no son capaces de predecir con exactitud los sistemas convectivos (dónde, cuándo, intensidad, movimiento)
- Esta limitación tiene que ver con la naturaleza caótica de los fenómenos convectivos

HARMONIE-AEMET 09-06-2018 00z, pronóstico para el Domingo 10-06-2018 22z (H+46)



contornos: estimación de descargas nube-tierra (rayos/h/100km²)
(azul) 1-5, (rojo) 5-10, (marrón) 10-20, (negro) más de 20
precipitación en las 2 horas previas (mm)

HARMONIE-AEMET 09-06-2018 12z, pronóstico para el Domingo 10-06-2018 22z (H+34)



contornos: estimación de descargas nube-tierra (rayos/h/100km²)
(azul) 1-5, (rojo) 5-10, (marrón) 10-20, (negro) más de 20
precipitación en las 2 horas previas (mm)

Cizalladura y convección

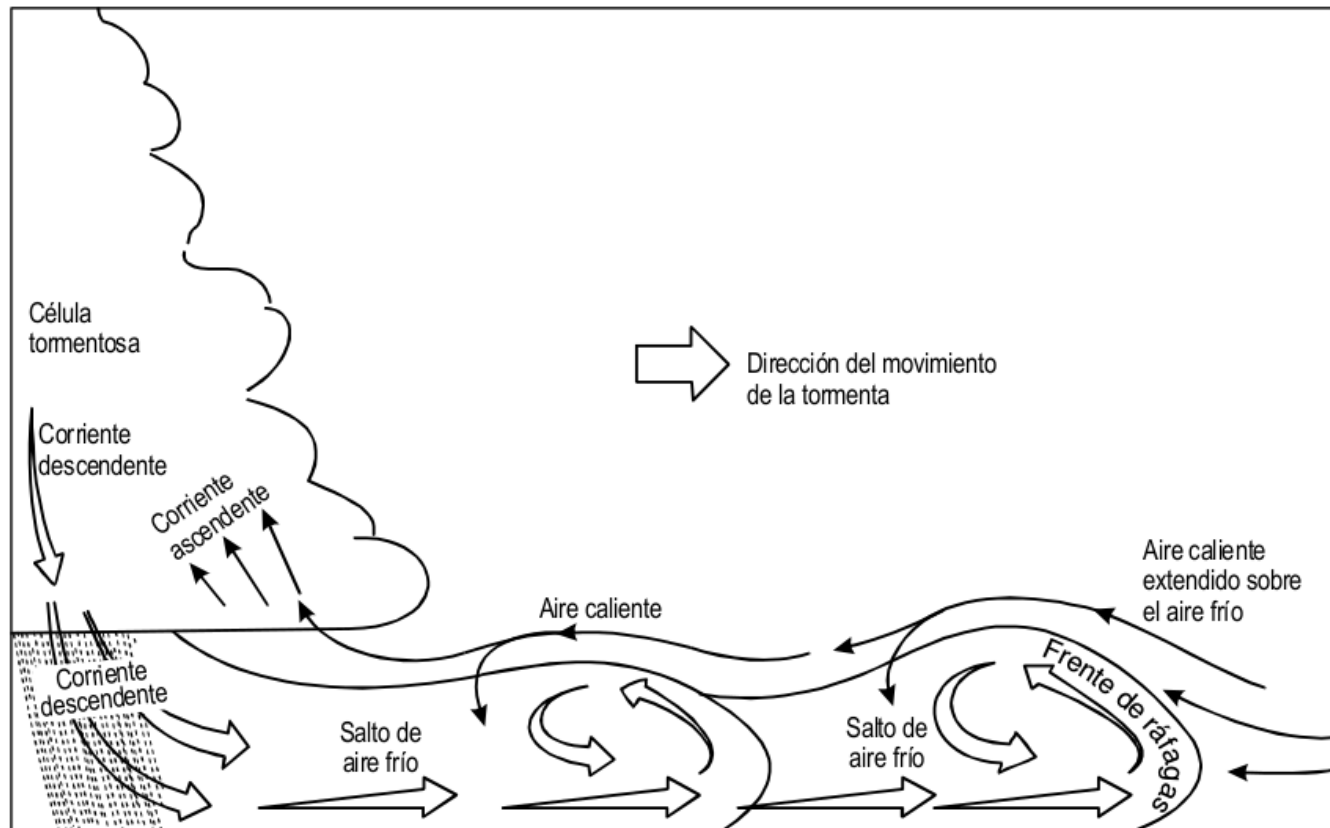


Figura 3-10. Corte vertical de un frente de ráfagas característico
(según el cartel P621 de la OACI "Frentes de ráfagas, turbulencia y gradiente del viento")



GOBIERNO DE ESPAÑA

MINISTERIO DE AGRICULTURA Y PESCA, ALIMENTACIÓN Y MEDIO AMBIENTE

AEMet
Agencia Estatal de Meteorología

Cizalladura y convección

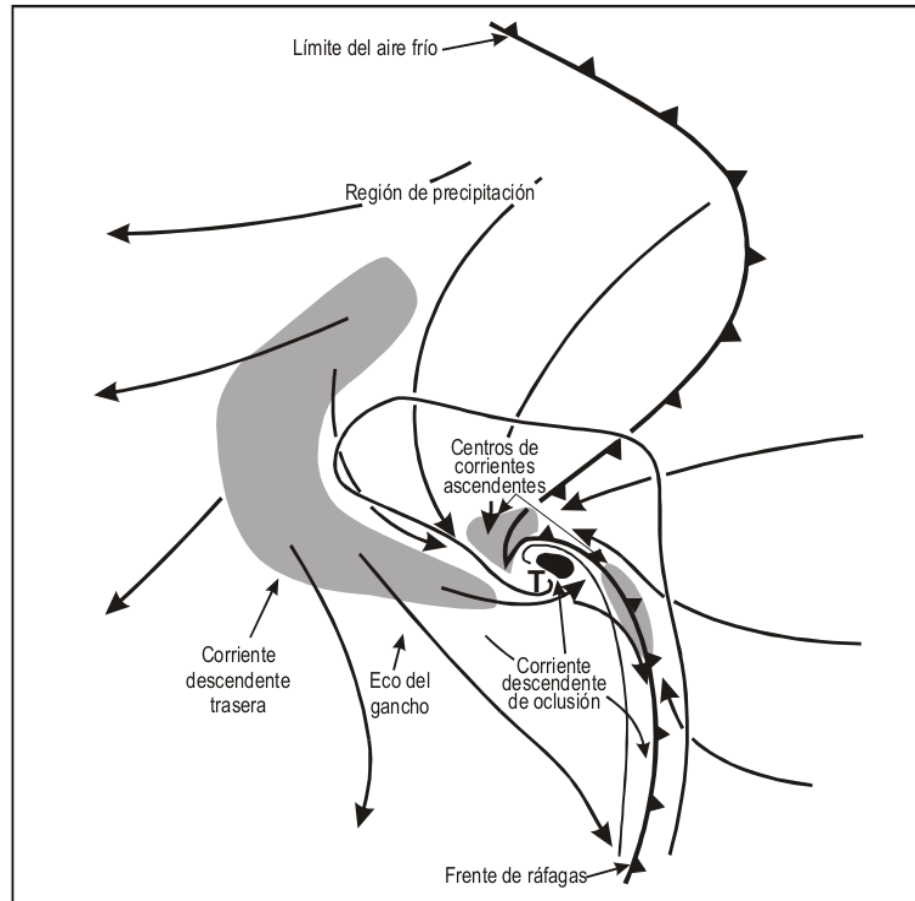
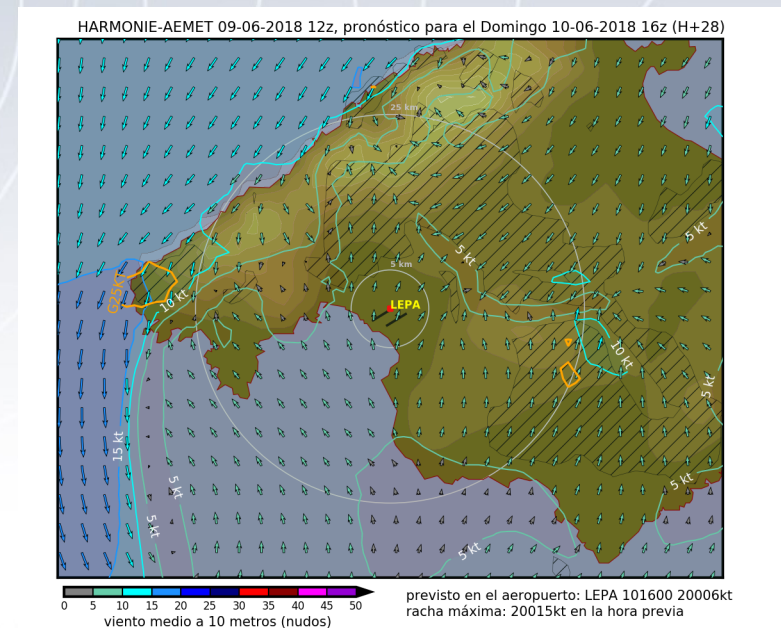
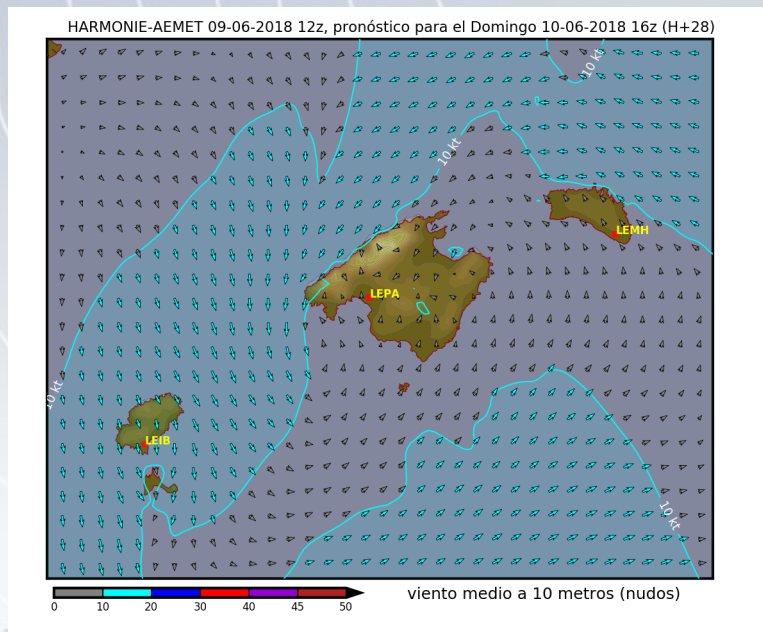


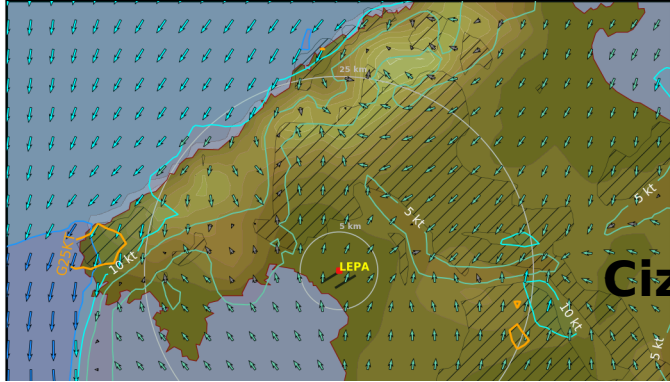
Figura 3-9. Modelo de tormenta con tornado;
(T) indica el emplazamiento del tornado
(según Weisman, 1983)

Cizalladura por brisa

- Los modelos como HARMONIE-AROME son hábiles en la predicción de las brisas. Por tanto, son útiles para predecir cizalladura debida a las brisas.



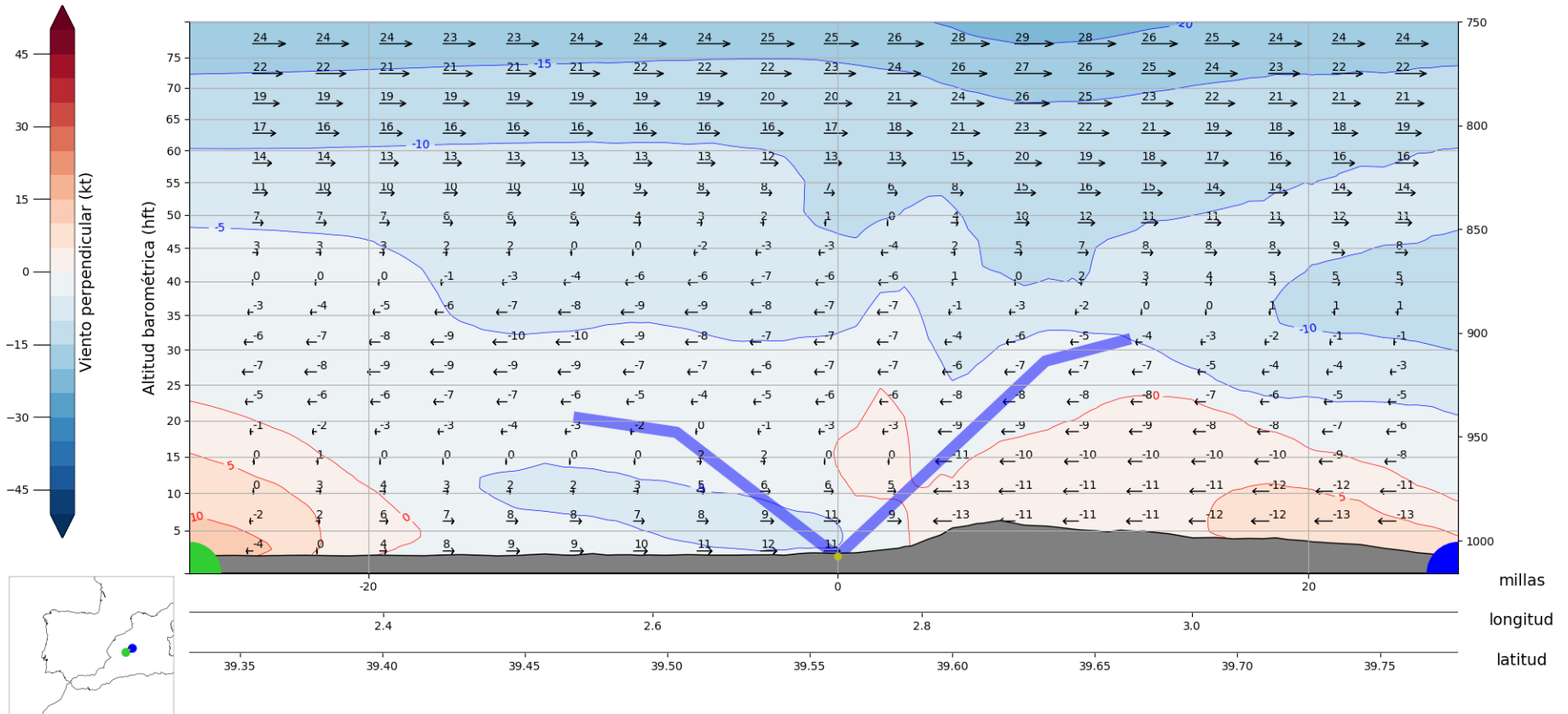
HARMONIE-AEMET 09-06-2018 12z, pronóstico para el Domingo 10-06-2018 16z (H+28)



Cizalladura en Palma de Mallorca por brisa

HARMONIE-AROME: 9 de junio de 2018 a las 12 UTC, H+25 / Validez: 10 de junio de 2018 a las 13Z

Proyección del viento en el plano de la sección: flechas con leyenda en nudos / Viento perpendicular a la sección en colores: rojo hacia afuera, azul hacia adentro (nudos)
Aeropuerto de Palma de Mallorca, dirección paralela a la pista 06L

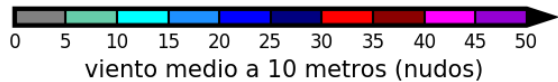
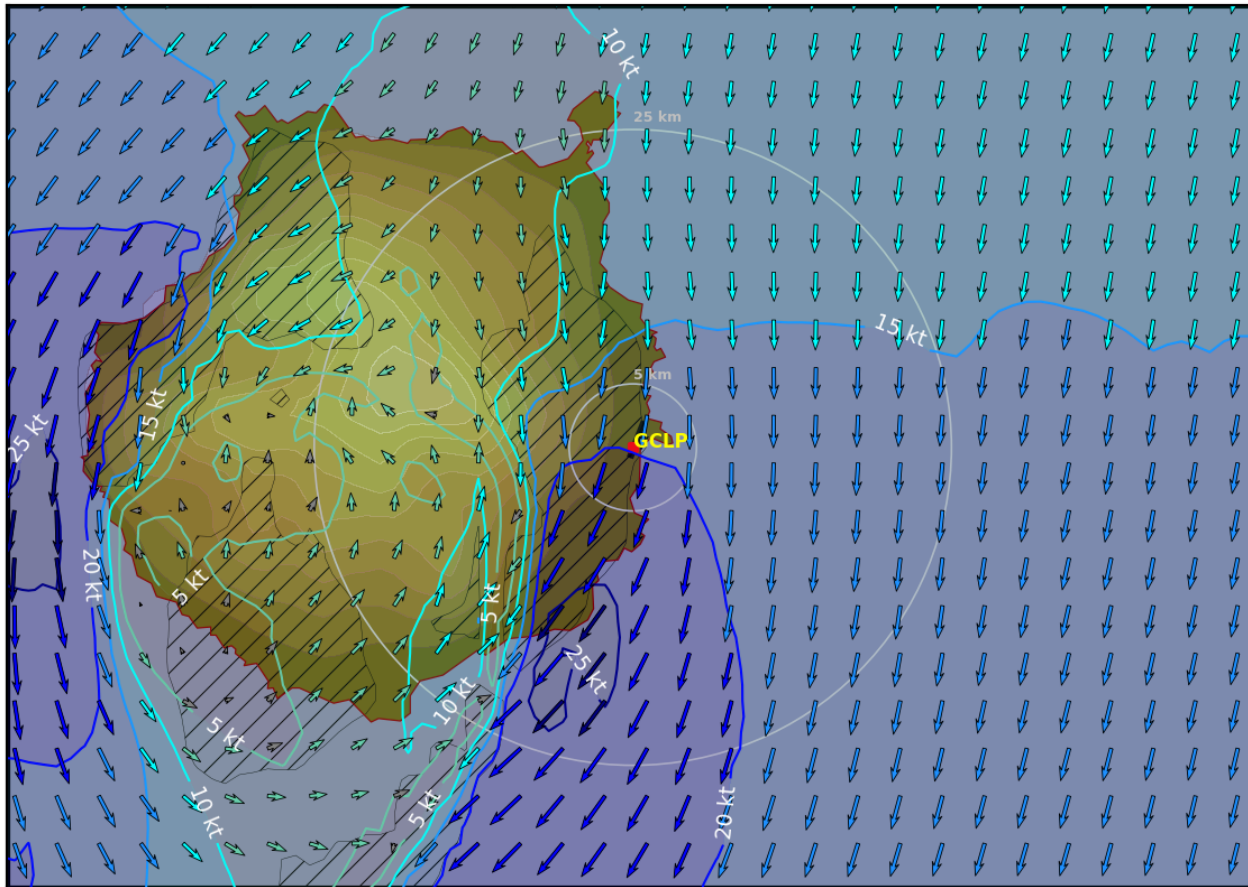


Turbulencia y cizalladura

- La **cizalladura** puede deberse a variación brusca del **viento medio** o a la presencia de **turbulencia** (con vórtices del tamaño de un avión hasta unos pocos centenares de metros)
- La **turbulencia** atmosférica es una parametrización física del modelo HARMONIE-AROME
- Se realiza a través de la variable de pronóstico **TKE**, energía cinética turbulenta
- Si el modelo predice TKE elevada es posible que se produzcan vórtices que pueden ser experimentados como cizalladura por un avión

Ejemplo, Aeropuerto de Las Palmas

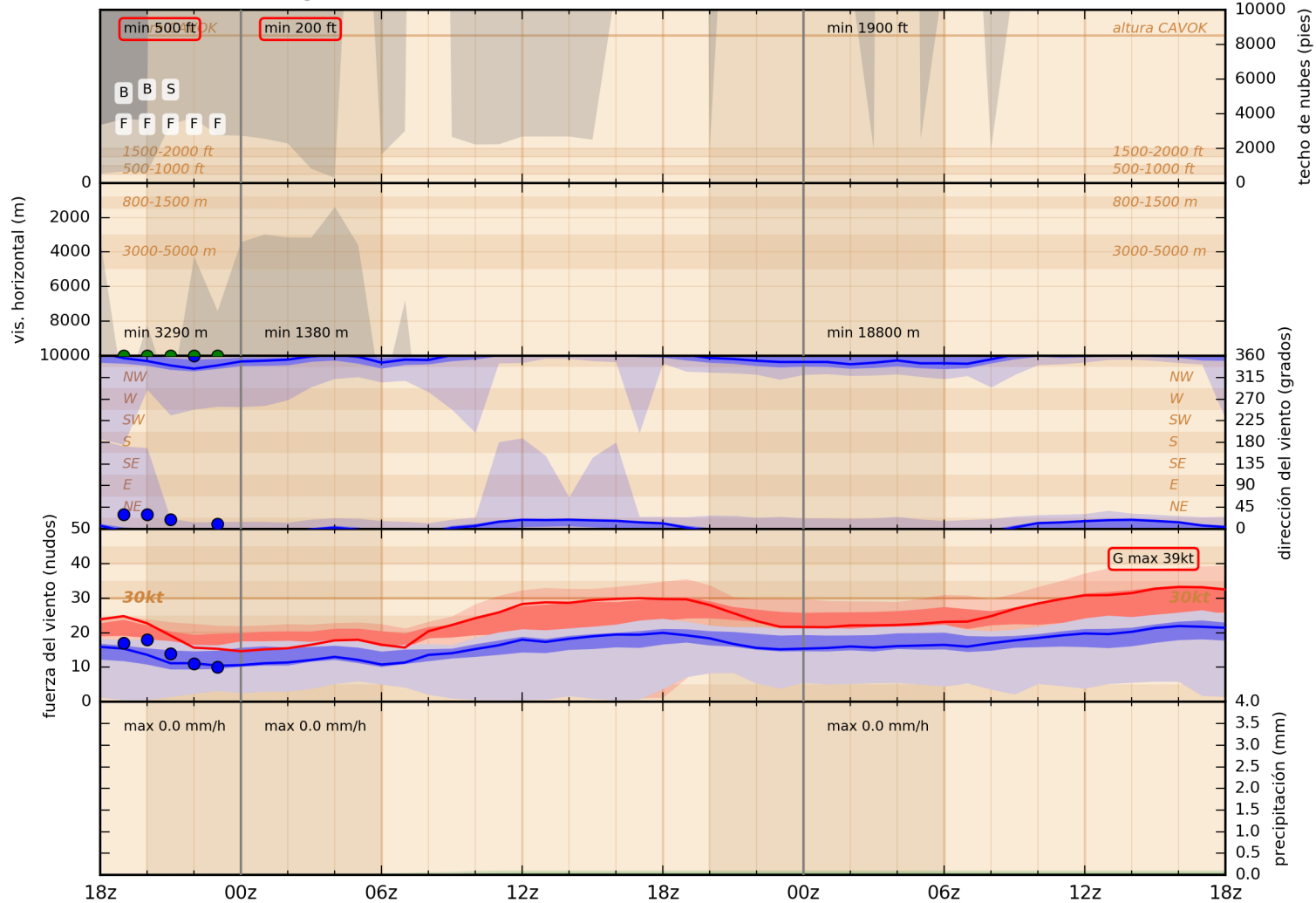
HARMONIE-AEMET 09-06-2018 18z, pronóstico para el Lunes 11-06-2018 12z (H+42)



previsto en el aeropuerto: GCLP 111200 02019kt
racha máxima: 02030kt en la hora previa

Ejemplo, Aeropuerto de Las Palmas

HARMONIE-AEMET pasada 09-06-2018 18z, meteograma previsto para GCLP
Domingo 10-06-2018 Lunes 11-06-2018

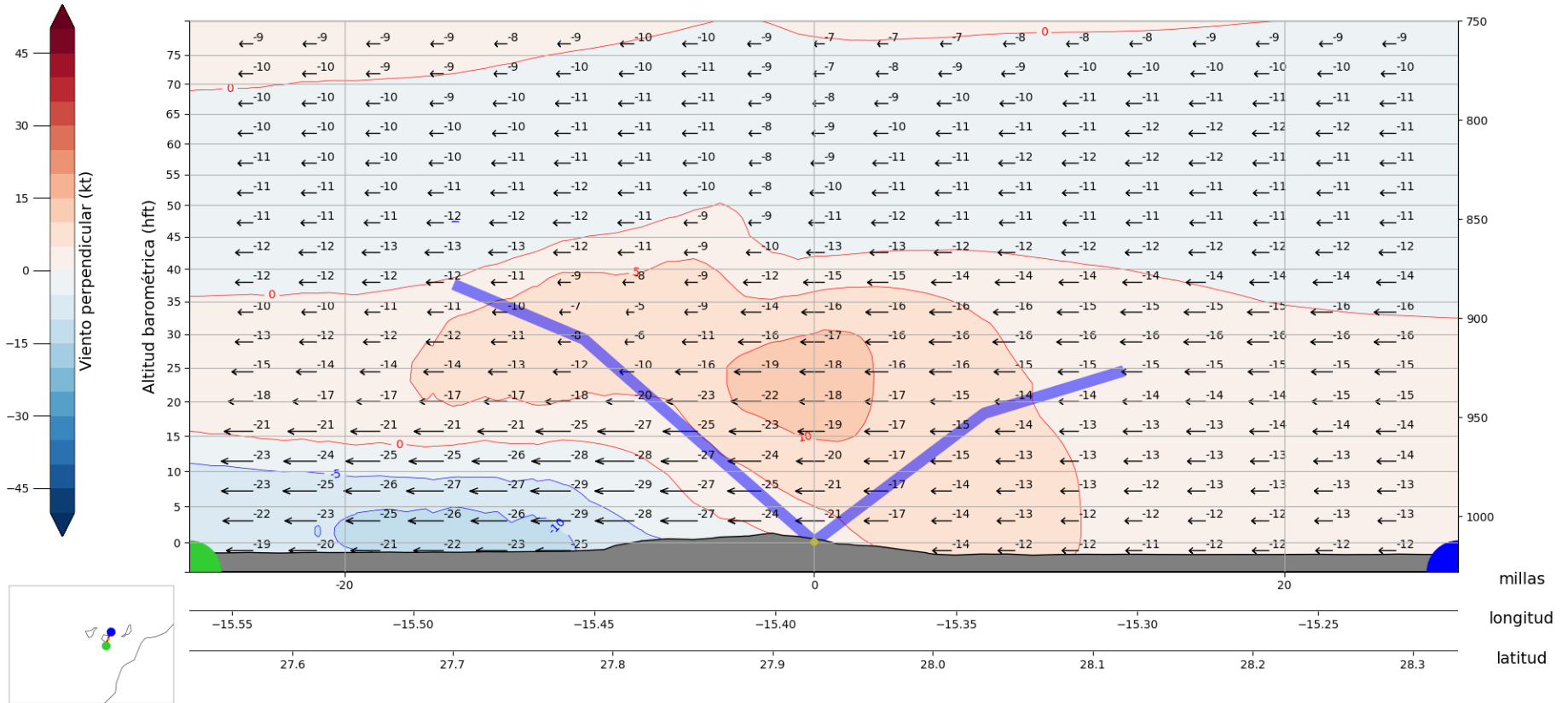


previsto para GCLP, GRAN CANARIA, banda de percentiles 0, 20, 80, 100 para distancias < 10km, puntos y etiquetas corresponden a METAR emitidos

Ejemplo, Aeropuerto de Las Palmas

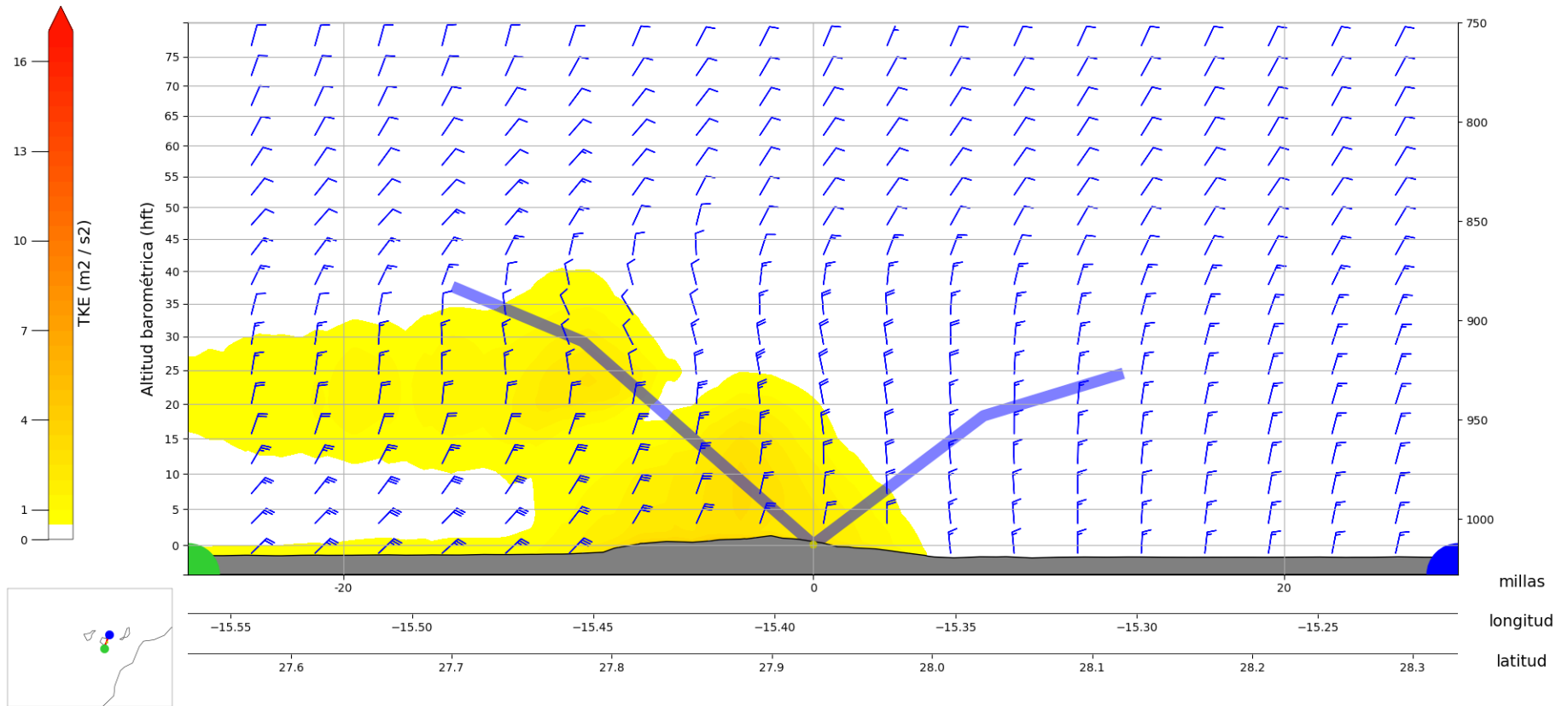
HARMONIE-AROME: 9 de junio de 2018 a las 18 UTC, H+42 / Validez: 11 de junio de 2018 a las 12Z

Proyección del viento en el plano de la sección: flechas con leyenda en nudos / Viento perpendicular a la sección en colores: rojo hacia afuera, azul hacia adentro (nudos)
 Aeropuerto de GRAN CANARIA, dirección paralela a la pista 03L



Ejemplo, Aeropuerto de Las Palmas

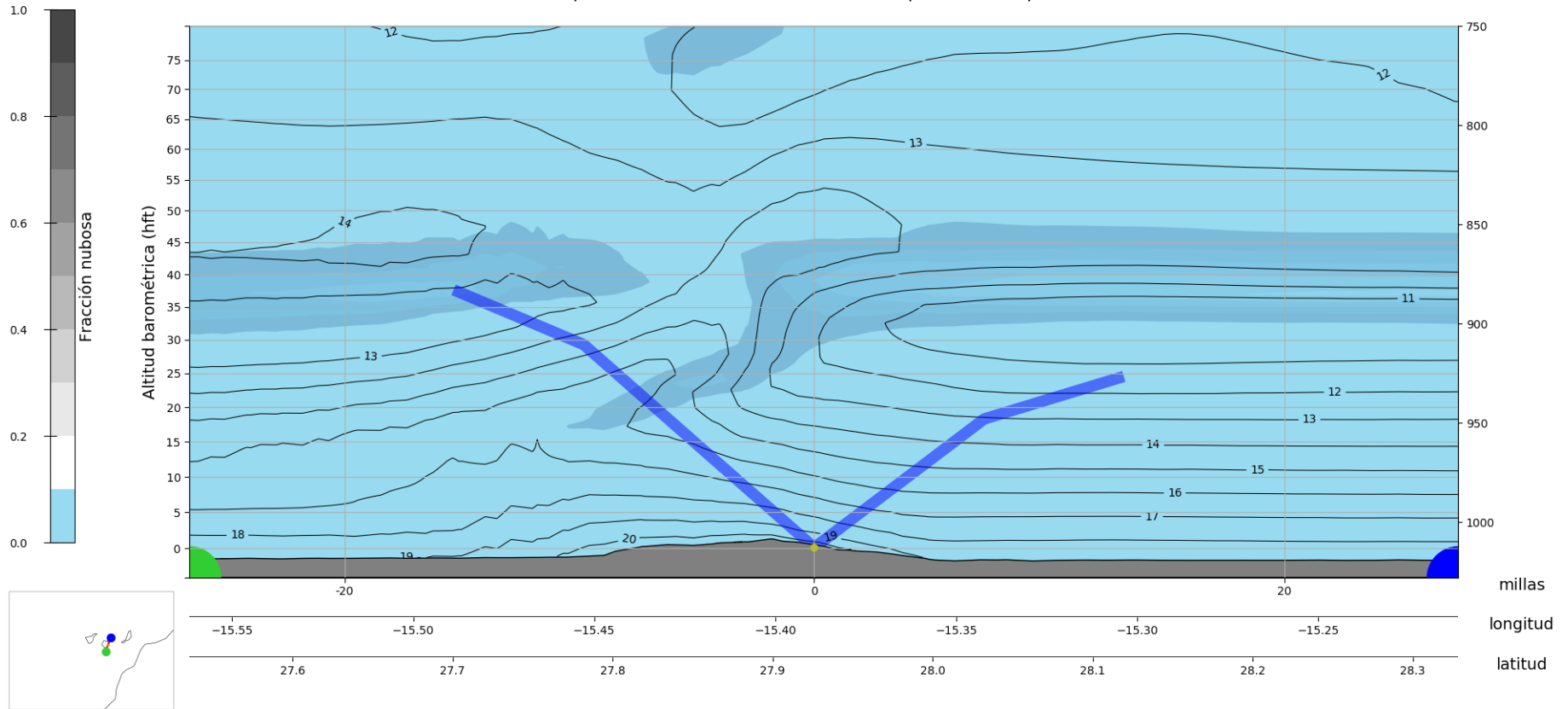
HARMONIE-AROME: 9 de junio de 2018 a las 18 UTC, H+42 / Validez: 11 de junio de 2018 a las 12Z
TKE (contorneado), viento horizontal (nudos)
Aeropuerto de GRAN CANARIA, dirección paralela a la pista 03L



Ejemplo, Aeropuerto de Las Palmas

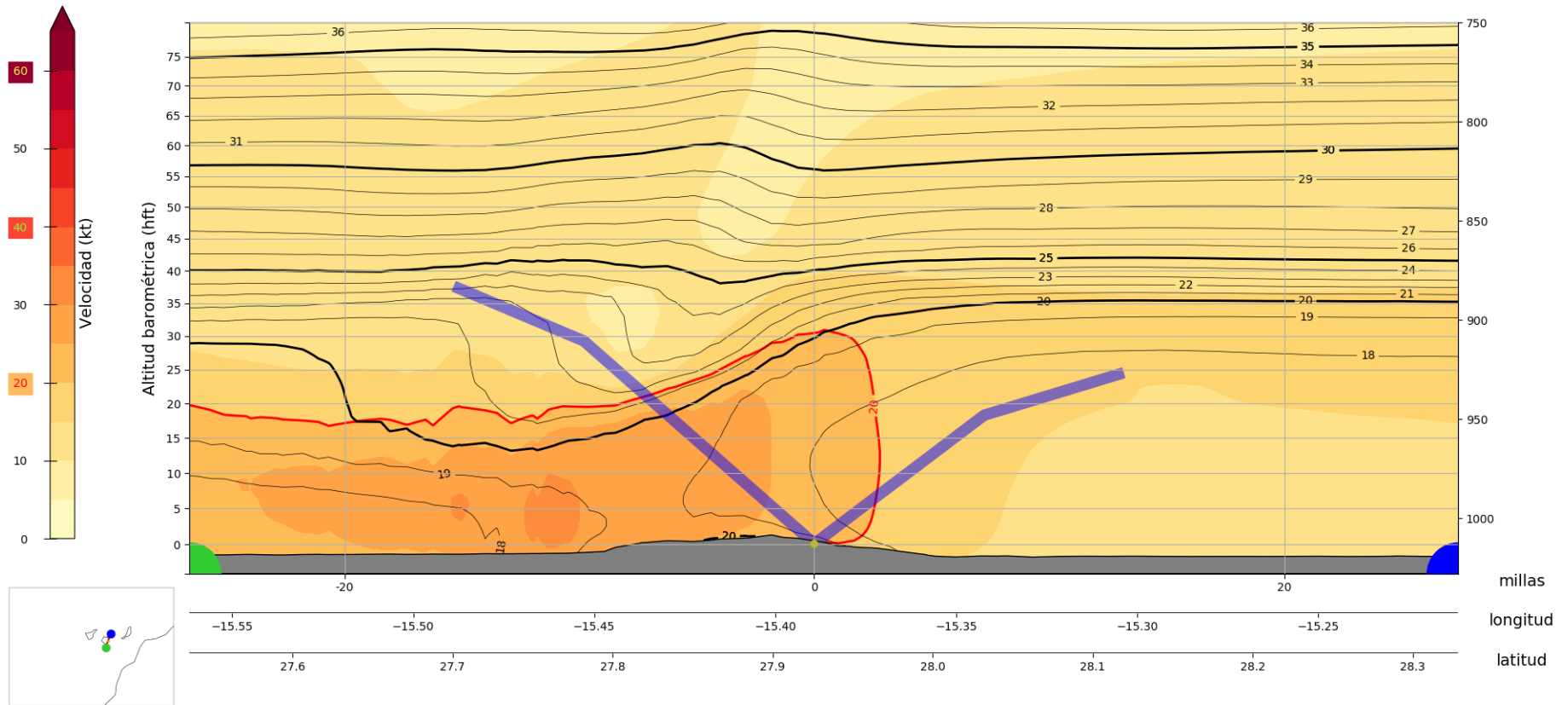


HARMONIE-AROME: 9 de junio de 2018 a las 18 UTC, H+42 / Validez: 11 de junio de 2018 a las 12Z
Temperatura (líneas), fracción nubosa (0 - 1), inversiones sombreadas en azul
Aeropuerto de GRAN CANARIA, dirección paralela a la pista 03L

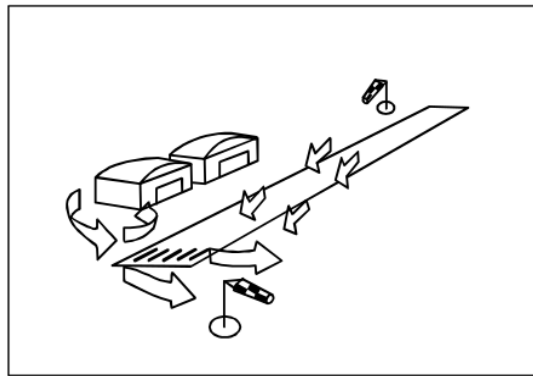


Ejemplo, Aeropuerto de Las Palmas

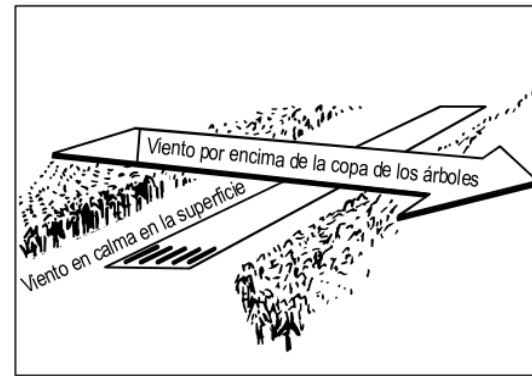
HARMONIE-AROME: 9 de junio de 2018 a las 18 UTC, H+42 / Validez: 11 de junio de 2018 a las 12Z
Temperatura potencial, viento (coloreado en nudos)
Aeropuerto de GRAN CANARIA, dirección paralela a la pista 03L



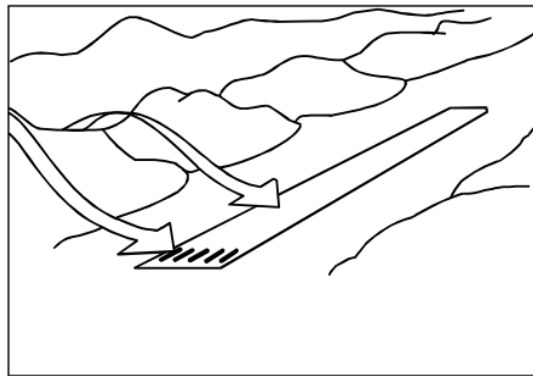
Turbulencia y cizalladura



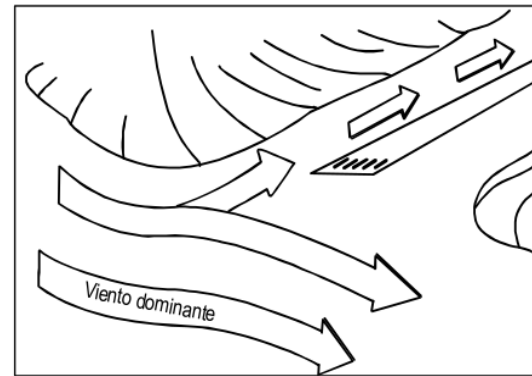
a)



b)



c)

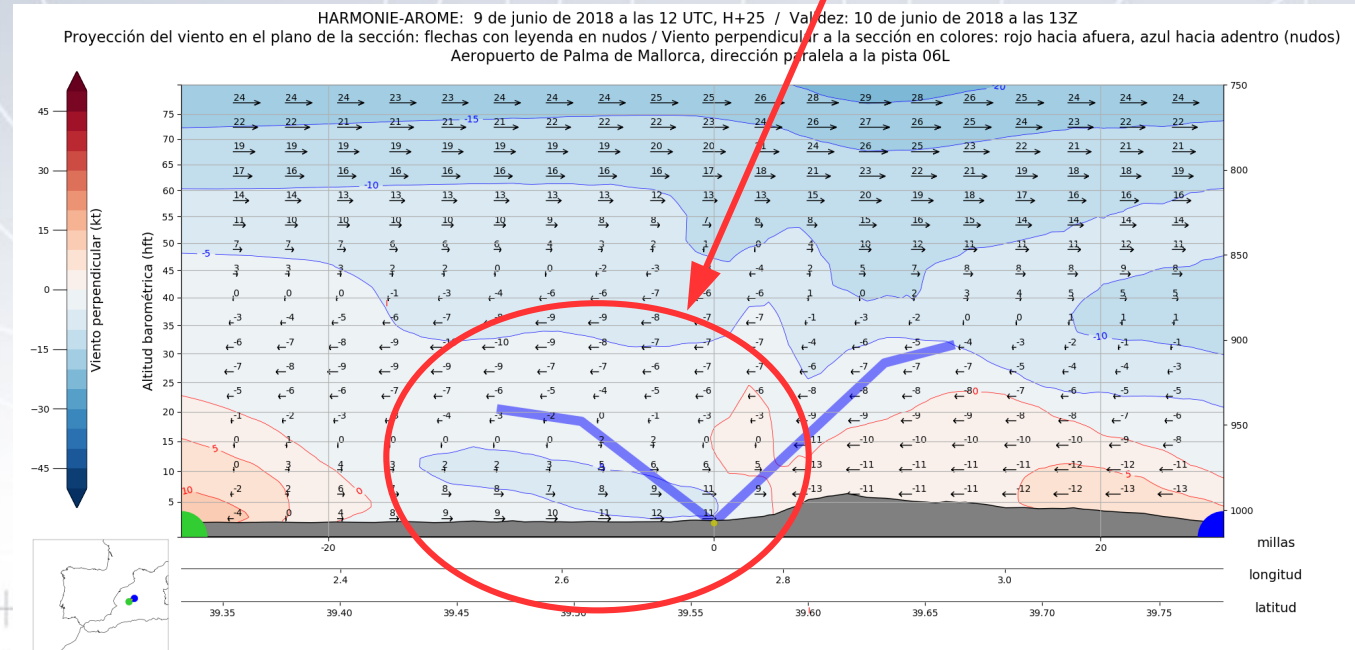


d)

Figura 3-3. Flujo del viento en torno a los obstáculos

Productos relacionados con la cizalladura en aeropuertos

- Variación del viento medio a lo largo de la trayectoria del avión y su evolución temporal
- Establecimiento de umbrales por aeropuertos
- Inclusión de la TKE y la convección



Uso del EPS de mesoescala de AEMET

- Se dispone de un EPS de mesoescala que permite realizar una predicción probabilista
- La resolución es de 2.5 km
- No se dispone del viento en todos los niveles del modelo, y las salidas tienen una frecuencia temporal de 3 horas
- Puede ser un complemento de interés, frente a la predicción más detallada del modelo determinista

Resumen

- El modelo HARMONIE-AROME operativo tiene una resolución suficiente para ser una ayuda en la predicción de la cizalladura en
 - Flujos relacionados con la presencia de obstáculos orográficos de dimensión mínima de ~ 20 km, vientos de brisa, ondas de montaña
- La cizalladura asociada a la convección no puede ser prevista con exactitud, aunque sí se puede predecir con cierta seguridad la presencia de convección en el entorno del aeropuerto
- En el caso de flujo modificado por obstáculos pequeños, o cambios bruscos del tipo de superficie, la cizalladura puede predecirse indirectamente mediante la turbulencia, aunque no siempre
- El EPS de mesoescala es un complemento para evaluar la incertidumbre en las predicciones de cizalladura



GOBIERNO
DE ESPAÑA

MINISTERIO
DE AGRICULTURA Y PESCA,
ALIMENTACIÓN Y MEDIO AMBIENTE

AEMet

Agencia Estatal de Meteorología

Gracias por la atención

