



GOBIERNO
DE ESPAÑA

MINISTERIO
DE AGRICULTURA Y PESCA,
ALIMENTACIÓN Y MEDIO AMBIENTE

AEMet
Agencia Estatal de Meteorología

Vigilancia de la cizalladura en el Aeropuerto de Tenerife Sur

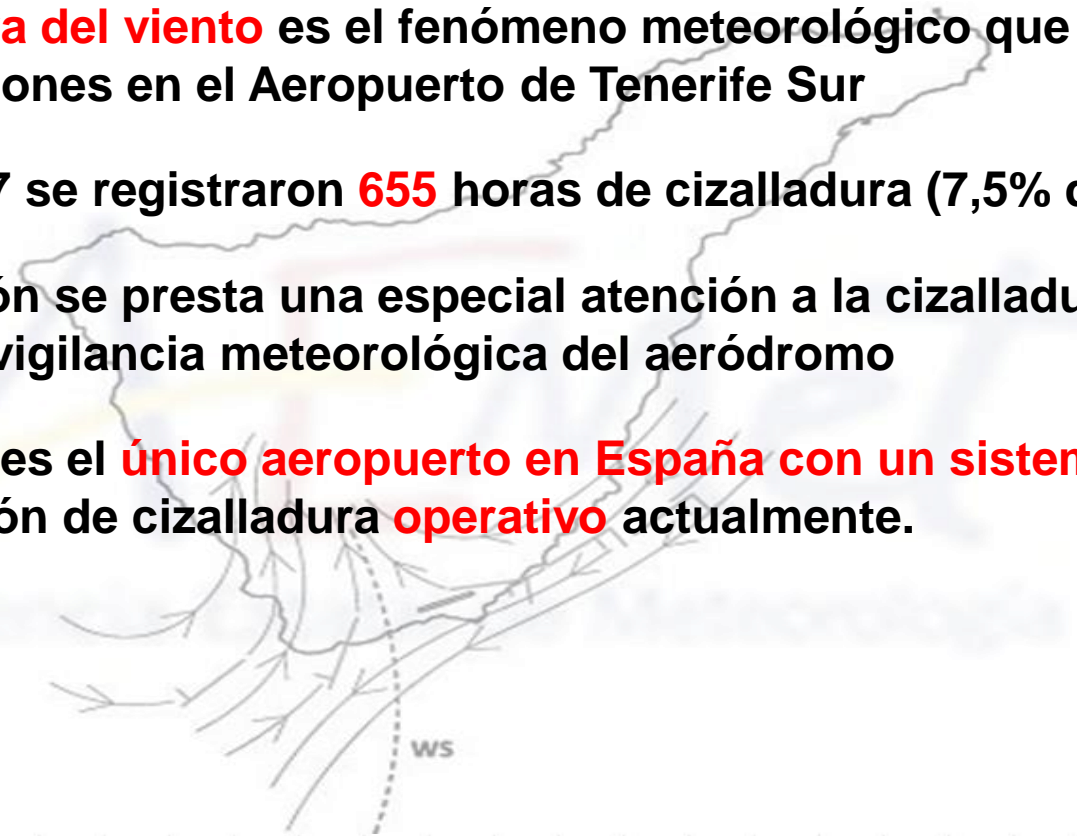
**Jornada sobre la cizalladura del viento en
aeropuertos**

#windshearcanarias

**En memoria de Rafael Vernière Ferrer, responsable de la puesta en marcha operativa
del sistema LLWAS en Tenerife Sur**

INTRODUCCIÓN

- La **cizalladura del viento** es el fenómeno meteorológico que más afecta a las operaciones en el Aeropuerto de Tenerife Sur
- Durante 2017 se registraron **655** horas de cizalladura (7,5% del tiempo)
- Por esta razón se presta una especial atención a la cizalladura del viento en la vigilancia meteorológica del aeródromo
- Tenerife Sur es el **único aeropuerto en España con un sistema LLWAS** para detección de cizalladura **operativo** actualmente.



ÍNDICE

Vigilancia de la cizalladura en el Aeropuerto de Tenerife Sur :

- **Observación y vigilancia** de la cizalladura:
 - **Ejemplo de colaboración (AENA - ENAIRE y AEMET).**
 - Fuentes de información de la cizalladura en GCTS
 - Senda de planeo (fuera del alcance LLWAS): Notificaciones de aeronaves.
 - Aproximación final, pista y ascenso inicial: Sistema LLWAS.
 - Pista: Céfiros y mangas de viento.
 - Otras fuentes de información
- **Comunicación** de la Cizalladura.
- **Mantenimiento** y seguimiento de los sistemas: su importancia.
- **Trabajando en mejorar** lo presente: proyectos en marcha.

Observación y vigilancia de la cizalladura.

Ejemplo de colaboración AENA - ENAIRE y AEMET


- Marco normativo. Anexo 3 de la OACI:
 - Apartado 4.2: Un **acuerdo entre la autoridad meteorológica y la autoridad ATS competente**, debería establecer que se cubra la **información meteorológica obtenida de la aeronave que despega o aterriza sobre la cizalladura del viento.**

Servicio meteorológico

- **GCTS: Instrucciones locales para la obtención de la información complementaria.**
- **Acuerdo operacional para el intercambio de información meteorológica sobre cizalladura entre la Oficina Meteorológica y la Torre de Control del Aeropuerto de Tenerife Sur.** novena edición, julio de 2016
- **Circular operativa de TWR sobre la cizalladura**

Observación y vigilancia de la cizalladura.



Ejemplo de colaboración AENA - ENAIRE y AEMET

	<p>Instrucciones locales para la obtención de la Información complementaria Cizalladura del viento GCTS-INS-0016</p>	<p>Versión: 3 Fecha: 21-jun-17 Página: 1 de 17</p>
---	--	--

INSTRUCCIONES LOCALES PARA LA OBTENCIÓN DE LA INFORMACIÓN COMPLEMENTARIA

CIZALLADURA DEL VIENTO

En memoria de Rafael Vernière Ferrer

 Torre de Control Aeropuerto Tenerife Sur	 Oficina Meteorológica Aeropuerto Tenerife Sur
---	--

ACUERDO OPERACIONAL PARA EL INTERCAMBIO DE INFORMACION METEOROLOGICA/CIZALLADURA ENTRE LA OFICINA METEOROLOGICA Y LA TORRE DE CONTROL DEL AEROPUERTO DE TENERIFE SUR

ÍNDICE

Vigilancia de la cizalladura en el Aeropuerto de Tenerife Sur :

- **Observación y vigilancia** de la cizalladura:
 - Ejemplo de colaboración (AENA - ENAIRE y AEMET).
 - **Fuentes de información de la cizalladura en GCTS**
 - **Senda de planeo (fuera del alcance LLWAS):** Notificaciones de aeronaves.
 - Aproximación final, pista y ascenso inicial: Sistema LLWAS.
 - Pista: Céfiros y mangas de viento.
 - Otras fuentes de información
- **Comunicación** de la Cizalladura.
- **Mantenimiento** y seguimiento de los sistemas: su importancia.
- **Trabajando en mejorar** lo presente: proyectos en marcha.

Observación y vigilancia de la cizalladura. Fuentes de información en GCTS

Notificación de WS (*fuentes de información*):

- (A) **Senda de Planeo**: Aeronaves (PIREPs). Futuro: AMDAR
- (B) **Aproximación final, pista y ascenso inicial**: LLWAS
- (C) **Pista**: Céfiros, SIM y Mangas de viento



Observación y vigilancia de la cizalladura.

Fuentes de información en GCTS

- **Senda de planeo** (fuera del alcance del LLWAS):
Notificaciones de aeronaves a la dependencia ATC y transmitidas a la Oficina Meteorológica:
 - Anexo 3 de la OACI:
 - Apartado 5.6: **Cuando se encuentre cizalladura del viento**, que el piloto al mando estime pueden afectar a la seguridad operacional o perjudicar seriamente la eficacia de las operaciones de otras aeronaves, **el piloto al mando advertirá a la dependencia de servicios de tránsito aéreo** correspondiente tan pronto como sea posible.
 - Apartado 7.4.2: Cuando los **informes de aeronaves indiquen que ya no hay cizalladura del viento o, después de un tiempo acordado sin notificaciones, deberían cancelarse los avisos de cizalladura del viento**
 - **Proyecto en estudio: generar alertas de cizalladura en GCTS a partir de los datos AMDAR** de aeronaves que aterrizan o despegan. Se realiza en el aeropuerto de Hong-Kong desde 2006.

ÍNDICE

Vigilancia de la cizalladura en el Aeropuerto de Tenerife Sur :

- **Observación y vigilancia** de la cizalladura:
 - Ejemplo de colaboración (AENA - ENAIRE y AEMET).
 - **Fuentes de información de la cizalladura en GCTS**
 - Senda de planeo (fuera del alcance LLWAS): Notificaciones de aeronaves.
 - **Aproximación final, pista y ascenso inicial: Sistema LLWAS.**
 - Pista: Céfiros y mangas de viento.
 - Otras fuentes de información
- **Comunicación** de la Cizalladura.
- **Mantenimiento** y seguimiento de los sistemas: su importancia.
- **Trabajando en mejorar** lo presente: proyectos en marcha.

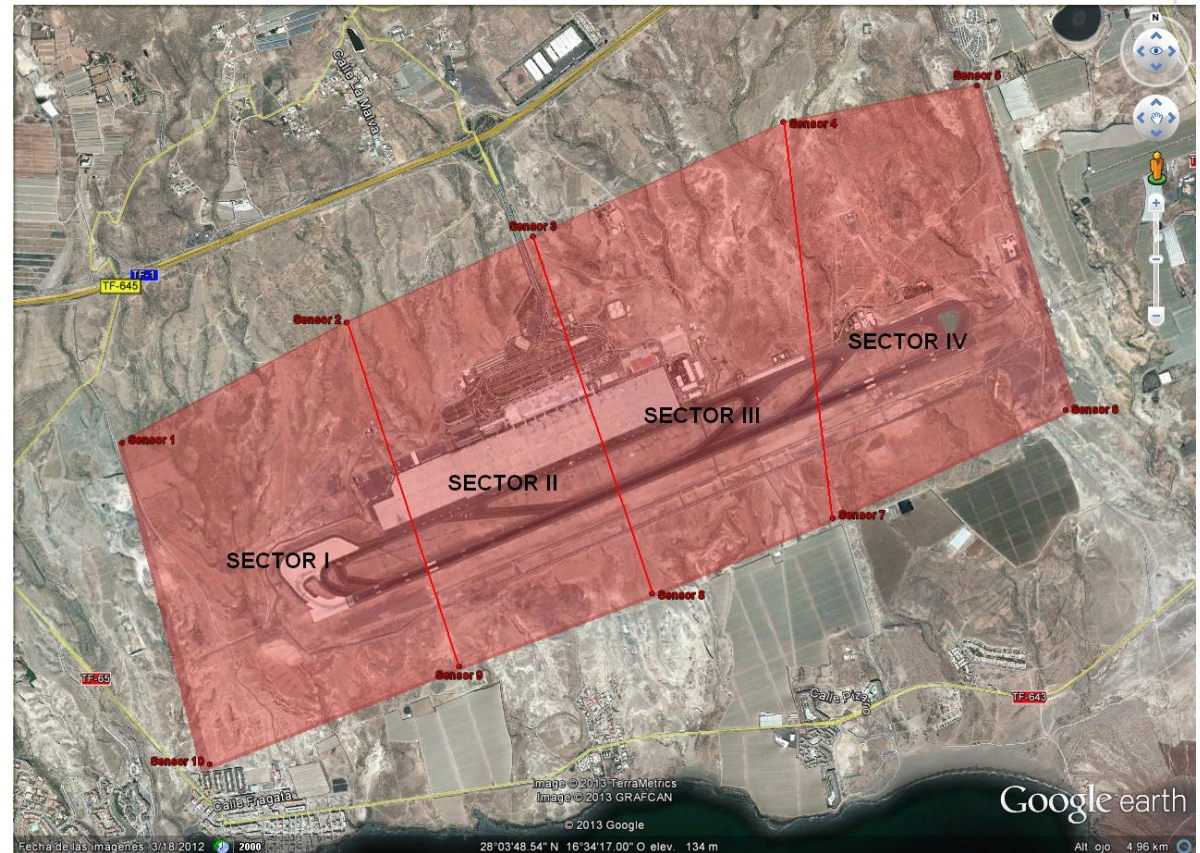
Observación y vigilancia de la cizalladura. Fuentes de información en GCTS

- **Aproximación final, pista y ascenso inicial**: Sistema LLWAS.
 - El sistema LLWAS vigila la pista y sus correspondientes trayectoria de **aproximación final y ascenso inicial** alcanzando casi una milla desde cada cabecera (hasta 0.836 millas náuticas hacia el NE y 0.795 millas náuticas hacia el SW que se traduce en 300-500ft en la senda de planeo)
 - Opera midiendo en tiempo real la **velocidad y dirección del viento** provenientes de una **red de 10 anemómetros sobre torres** suficientemente altas para que ningún obstáculo falsee la lectura del viento y **ubicadas estratégicamente a lo largo de las pistas y las zonas de aproximación** (siguiendo directrices de la FAA).
 - **Aplica los algoritmos UCAR LLWAS Fase 3, con ciclos de 10"**
 - Detección de Cizalladura y Microrráfagas
 - Probabilidad de detección (POD): "90% o mejor
 - Falsas alarmas (FAR): 10% o mejor

Observación y vigilancia de la cizalladura.

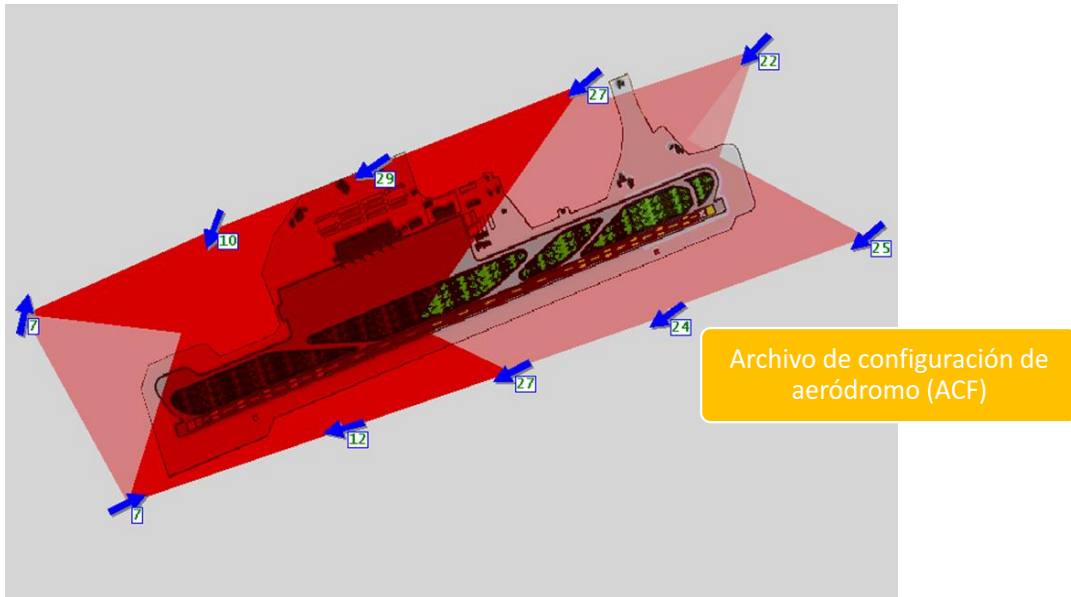
Descripción del sistema LLWAS

“El sistema LLWAS vigila la pista y sus correspondientes trayectoria de aproximación final y ascenso inicial (hasta los 300-500ft de cobertura)”



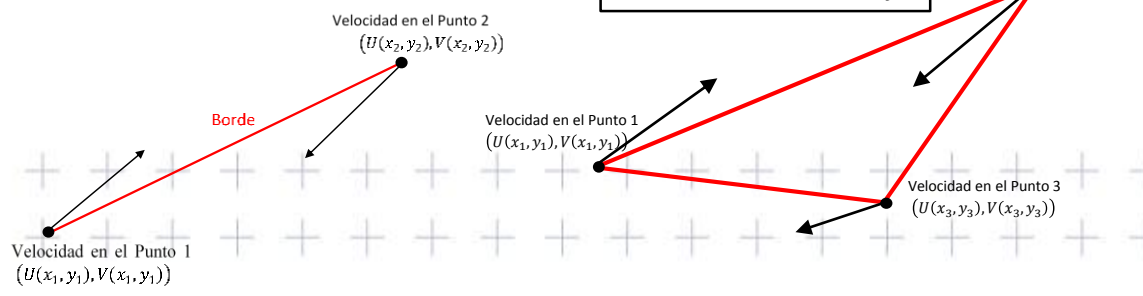
Observación y vigilancia de la cizalladura.

Esquema del funcionamiento del sistema LLWAS:



$$Div_{segmento} = (\Delta U, \Delta V) \cdot \frac{1}{L} (\Delta X, \Delta Y)$$

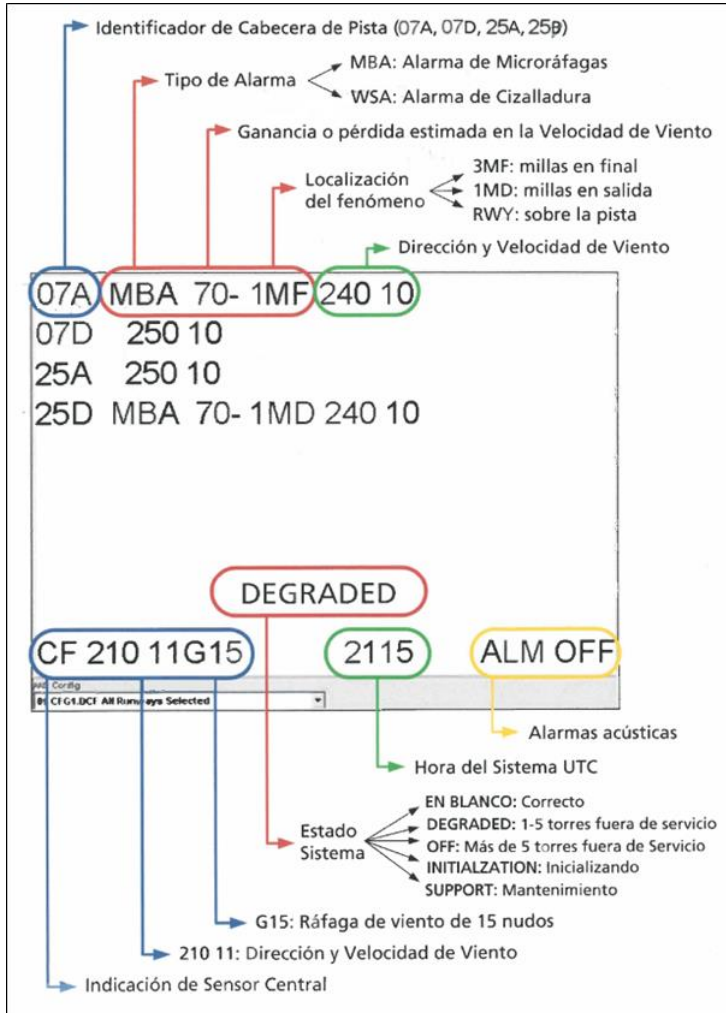
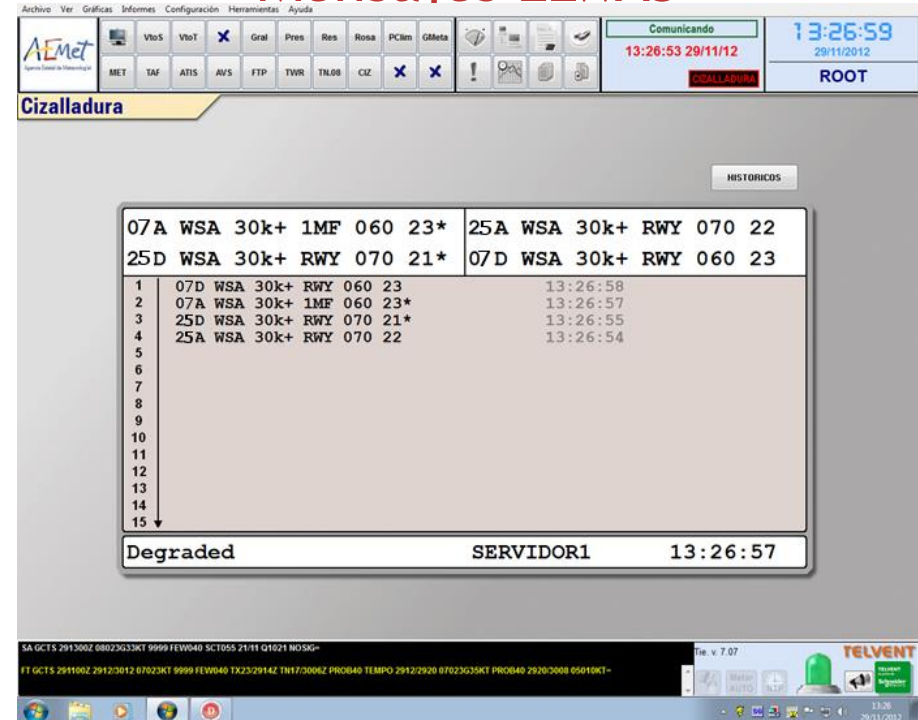
$$Div_{triángulo} = \frac{\partial U}{\partial x} + \frac{\partial V}{\partial y}$$



Observación y vigilancia de la cizalladura.

Descripción del sistema LLWAS

Mensajes LLWAS

Archivo Ver Gráficas Informes Configuración Herramientas Ayuda

Comunicando 13:26:53 29/11/12 13:26:59 29/11/2012 ROOT

Cizalladura

HISTORICOS

07A WSA 30k+ 1MF 060 23*	25A WSA 30k+ RWY 070 22
25D WSA 30k+ RWY 070 21*	07D WSA 30k+ RWY 060 23
1 07D WSA 30k+ RWY 060 23	13:26:58
2 07A WSA 30k+ 1MF 060 23*	13:26:57
3 25D WSA 30k+ RWY 070 21*	13:26:55
4 25A WSA 30k+ RWY 070 22	13:26:54
5	
6	
7	
8	
9	
10	
11	
12	
13	
14	
15	

Degraded SERVIDOR1 13:26:57

SA GC15 291300Z 0802303KT 9999 FEW040 SCT055 21/11 Q1021 NOSIG-

TT GC15 291100Z 29123012 07023KT 9999 FEW040 TX232914Z T1173000Z PROB040 TEMPO 29122920 0702303KT PROB040 29203000 05010KT-

Tel. v. 7.07 TELVENT

07A WSA 30K+ 1MF 060 23*

...

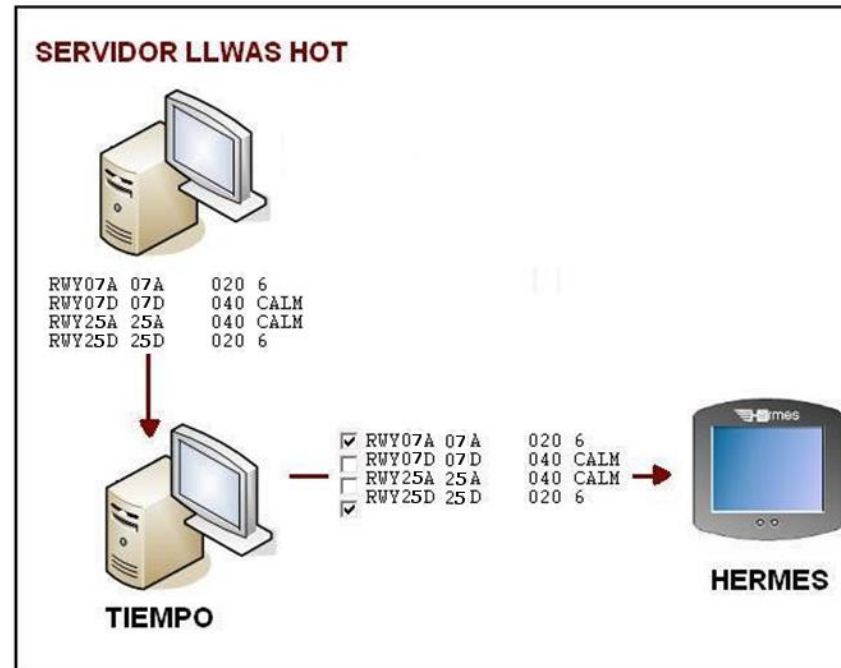
RUNWAY 07 ARRIVAL, WIND SHEAR ALERT, ESTIMATED GAIN 30 KNOTS, BETWEEN 1 NAUTICAL MILE FROM FINAL AND TOUCHDOWN ...

Observación y vigilancia de la cizalladura.

Descripción del sistema LLWAS

- Selección/verificación de los Mensajes de Alarmas, según cabecera operativa (ATIS)

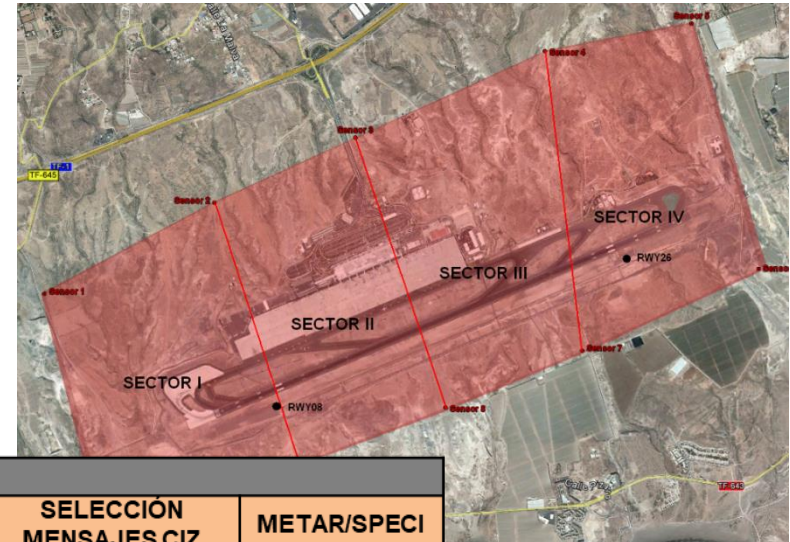
Esquema de comunicaciones:



Observación y vigilancia de la cizalladura.

Descripción del sistema LLWAS

- Instrucción GCTS-INS-0016



CUADRO DE ACTUACIÓN				
UBICACIÓN DE LA ALARMA	SECTOR LLWAS (*)	CABECERA OPERATIVA (ATIS)	SELECCIÓN MENSAJES CIZ	METAR/SPECI
Alarma en torno a CAB07	I y/o II	RWY 07	07A	WS R07
		RWY 25	25D	WS R25
Alarma en el centro de la pista	II y III	RWY 07	07A y 07D	WS R07
		RWY 25	25A y 25D	WS R25
Alarma en torno a CAB25	III y/o IV	RWY 07	07D	WS R07
		RWY 25	25A	WS R25
Alarma en toda la pista	II, III (y otro/s)	RWY 07	07A, 07D, 25A, 25D	WS ALL RWY
		RWY 25	07A, 07D, 25A, 25D	WS ALL RWY
Formulario GCTS-FRM-INS-0016				

ÍNDICE

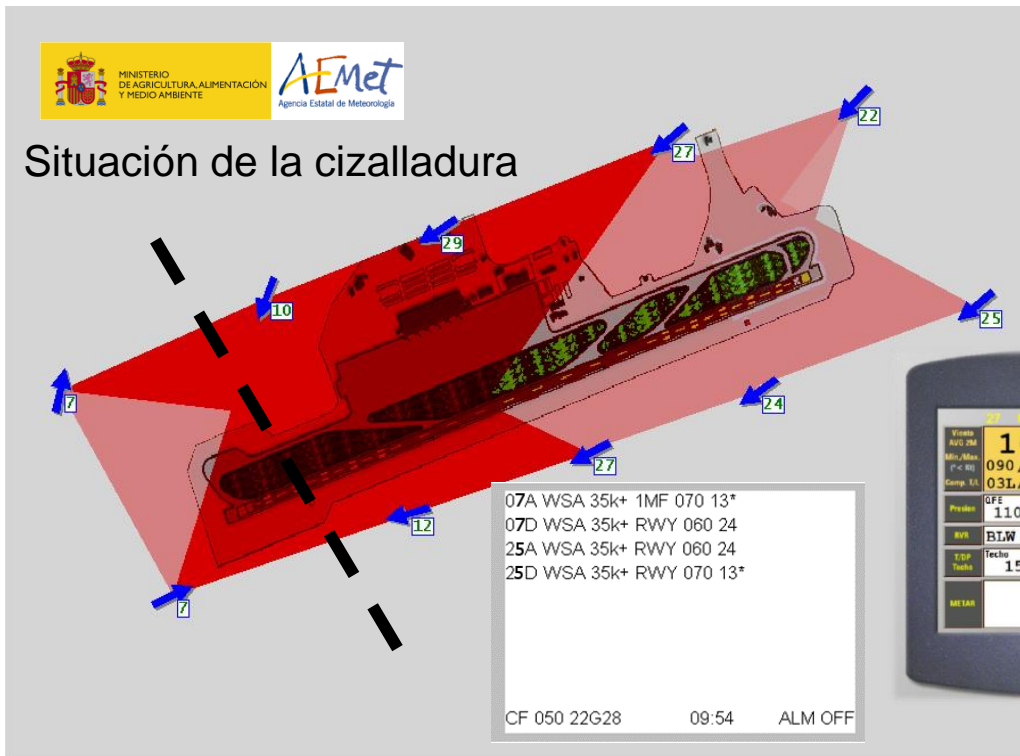
Vigilancia de la cizalladura en el Aeropuerto de Tenerife Sur :

- **Observación y vigilancia** de la cizalladura:
 - Ejemplo de colaboración (AENA - ENAIRE y AEMET).
 - **Fuentes de información de la cizalladura en GCTS**
 - Senda de planeo (fuera del alcance LLWAS): Notificaciones de aeronaves.
 - Aproximación final, pista y ascenso inicial: Sistema LLWAS.
 - **Pista: Céfiros y mangas de viento.**
 - Otras fuentes de información
- **Comunicación** de la Cizalladura.
- **Mantenimiento** y seguimiento de los sistemas: su importancia.
- **Trabajando en mejorar** lo presente: proyectos en marcha.

Observación y vigilancia de la cizalladura.

Fuentes de información en GCTS

- Pista**: Céfiros, Hermes, SIM, mangas de viento y LLWAS.



ÍNDICE

Vigilancia de la cizalladura en el Aeropuerto de Tenerife Sur :

- **Observación y vigilancia** de la cizalladura:
 - Ejemplo de colaboración (AENA - ENAIRE y AEMET).
 - **Fuentes de información de la cizalladura en GCTS**
 - Senda de planeo (fuera del alcance LLWAS): Notificaciones de aeronaves.
 - Aproximación final, pista y ascenso inicial: Sistema LLWAS.
 - Pista: Céfiros y mangas de viento.
 - **Otras fuentes de información**
- **Comunicación** de la Cizalladura.
- **Mantenimiento** y seguimiento de los sistemas: su importancia.
- **Trabajando en mejorar** lo presente: proyectos en marcha.

Observación y vigilancia de la cizalladura.

Fuentes de información en GCTS

- **Otras fuentes de información** que proporcionan al menos **indicios** de la presencia de cizalladura presente o futura:
 - Modelos numéricos de alta resolución (actualmente hay en evaluación productos de predicción de la cizalladura)
 - Estado del oleaje
 - Nubosidad
 - Radar y detectores de rayos (ej.: presencia de células convectivas que pueden provocar microráfagas)

Observación y vigilancia de la cizalladura.

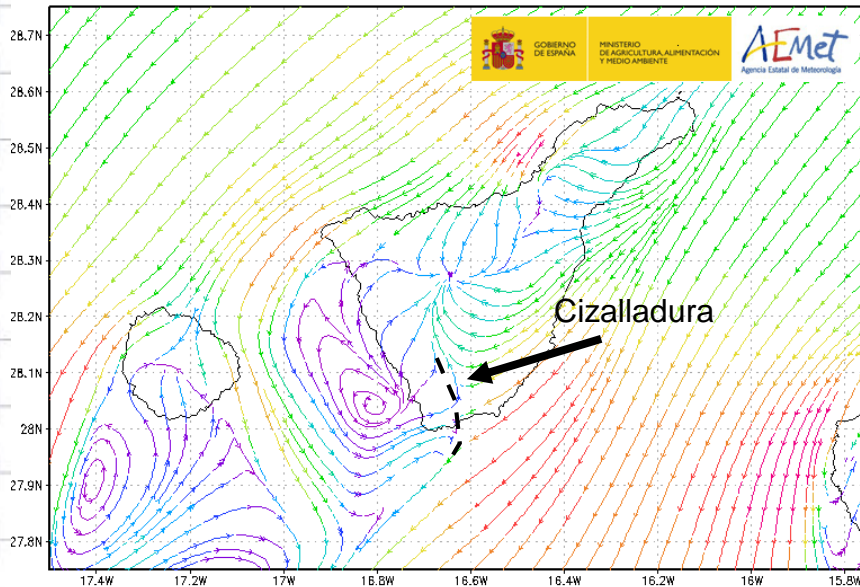
Otras fuentes de información en GCTS

Modelos numéricos.

Situación típica de Alisio con cizalladura en TF Sur– viento del NE

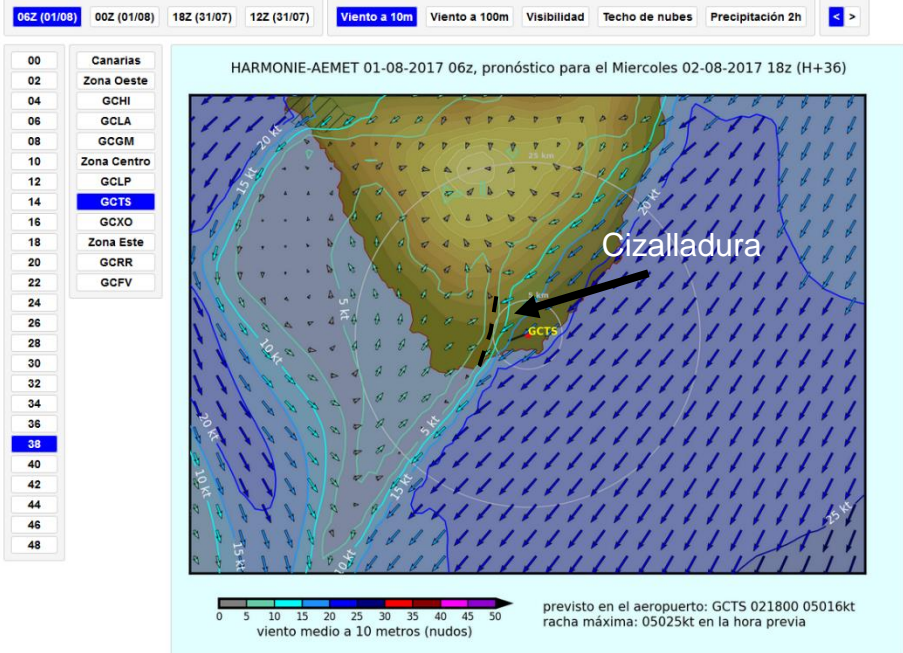
Producto experimental cizalladura Modelo de alta resolución Harmonie-Arome

H+14



GrADS: COLA/IGES

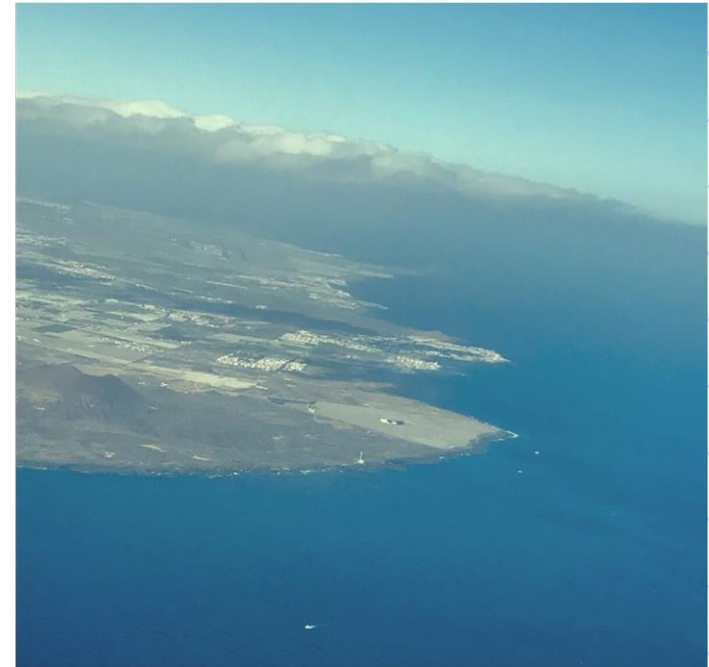
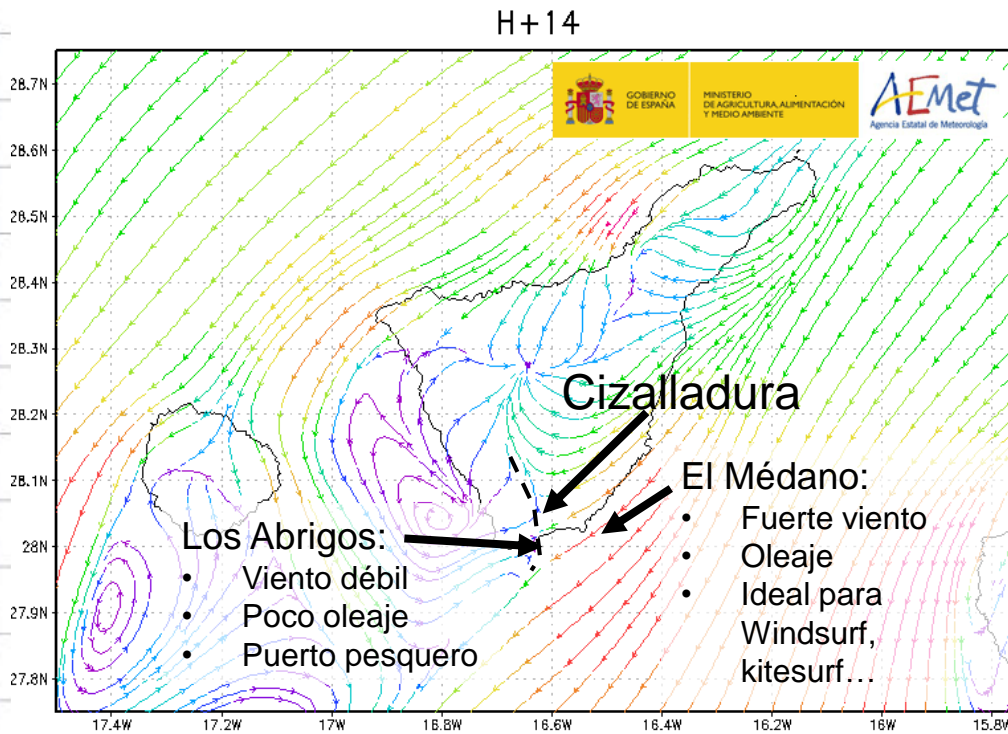
2012-03-26-11:



Observación y vigilancia de la cizalladura.

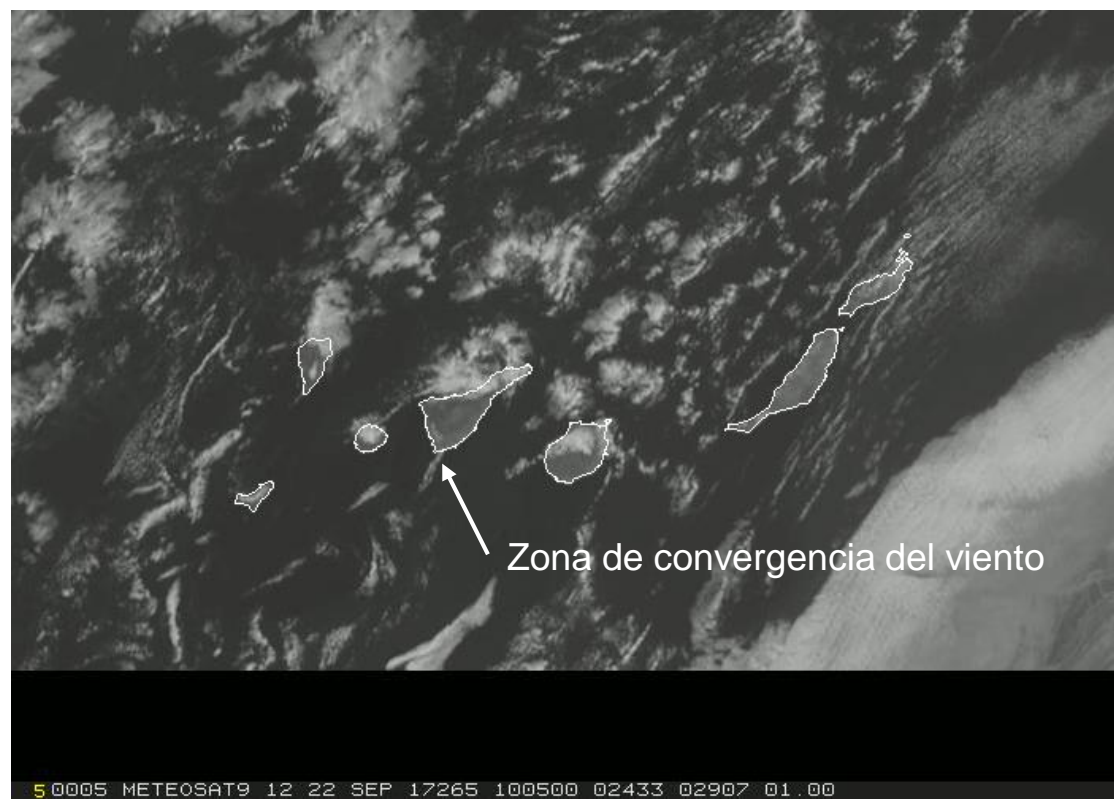
Otras fuentes de información en GCTS

Estado del oleaje



Observación y vigilancia de la cizalladura. Otras fuentes de información en GCTS

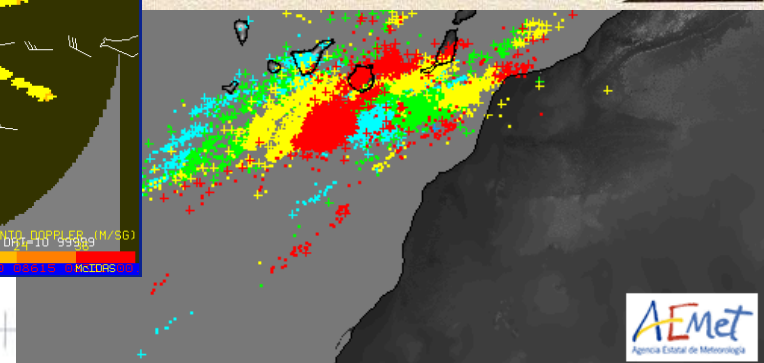
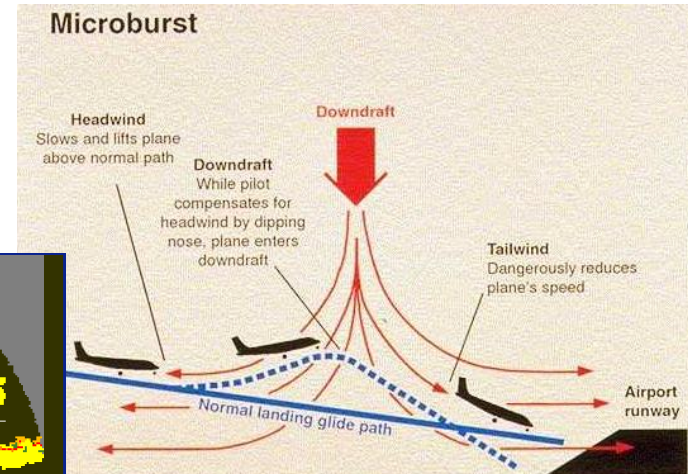
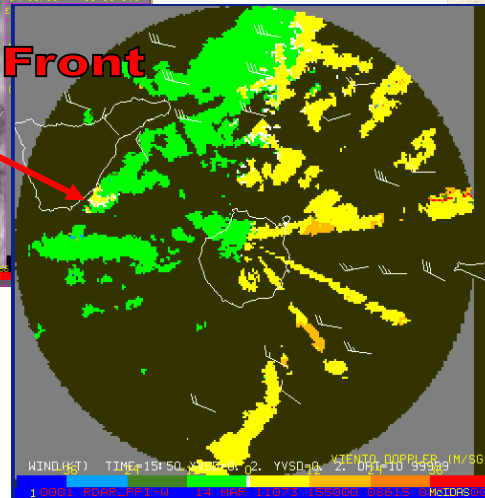
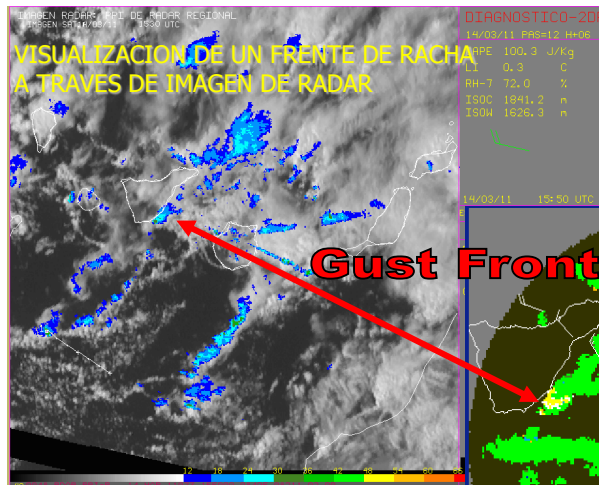
Cizalladura vista desde satélite



Observación y vigilancia de la cizalladura.

Otras fuentes de información en GCTS

Radar, satélite y detectores de rayos: Células convectivas, frentes de racha y **microrráfagas**



ÍNDICE

Vigilancia de la cizalladura en el Aeropuerto de Tenerife Sur :

- **Observación y vigilancia** de la cizalladura:
 - Ejemplo de colaboración (AENA - ENAIRE y AEMET).
 - Fuentes de información de la cizalladura en GCTS
 - Senda de planeo (fuera del alcance LLWAS): Notificaciones de aeronaves.
 - Aproximación final, pista y ascenso inicial: Sistema LLWAS.
 - Pista: Céfiros y mangas de viento.
 - Otras fuentes de información
- **Comunicación de la Cizalladura.**
- **Mantenimiento** y seguimiento de los sistemas: su importancia.
- **Trabajando en mejorar** lo presente: proyectos en marcha.

Comunicación de la Cizalladura

- Marco normativo. Anexo 3 de la OACI:

- Apartado 7.4.1: **La oficina meteorológica de aeródromo designada por la autoridad meteorológica que corresponda preparará los avisos de cizalladura del viento** para los aeródromos en los que la cizalladura del viento se considera como un factor a tener en cuenta.
- Apartado 7.4.3: **En los aeródromos en los que la cizalladura del viento se detecte mediante equipo basado en tierra -LLWAS en GCTS-, se expedirán las alertas de cizalladura del viento generadas por estos sistemas** cuando la cizalladura pueda tener repercusiones adversas en la aeronave en la trayectoria de aproximación final o de ascenso inicial y en la pista durante el recorrido de aterrizaje o de ascenso inicial.
- Apartado 4.8.1.4 : En **METAR y SPECI**, cuando las circunstancias locales lo exijan, debería añadirse información sobre la cizalladura del viento.
- Apartado 5.6: **Cuando se encuentre cizalladura del viento**, que el piloto al mando estime pueden afectar a la seguridad operacional o perjudicar seriamente la eficacia de las operaciones de otras aeronaves, **el piloto al mando advertirá a la dependencia de servicios de tránsito aéreo** correspondiente tan pronto como sea posible.
- Apartado 4.2: Un **acuerdo entre la autoridad meteorológica y la autoridad ATS competente**, debería establecer que se cubra la **información meteorológica obtenida de la aeronave** que despegue o aterrice sobre la **cizalladura del viento**.

Comunicación de la Cizalladura



ÍNDICE

Vigilancia de la cizalladura en el Aeropuerto de Tenerife Sur :

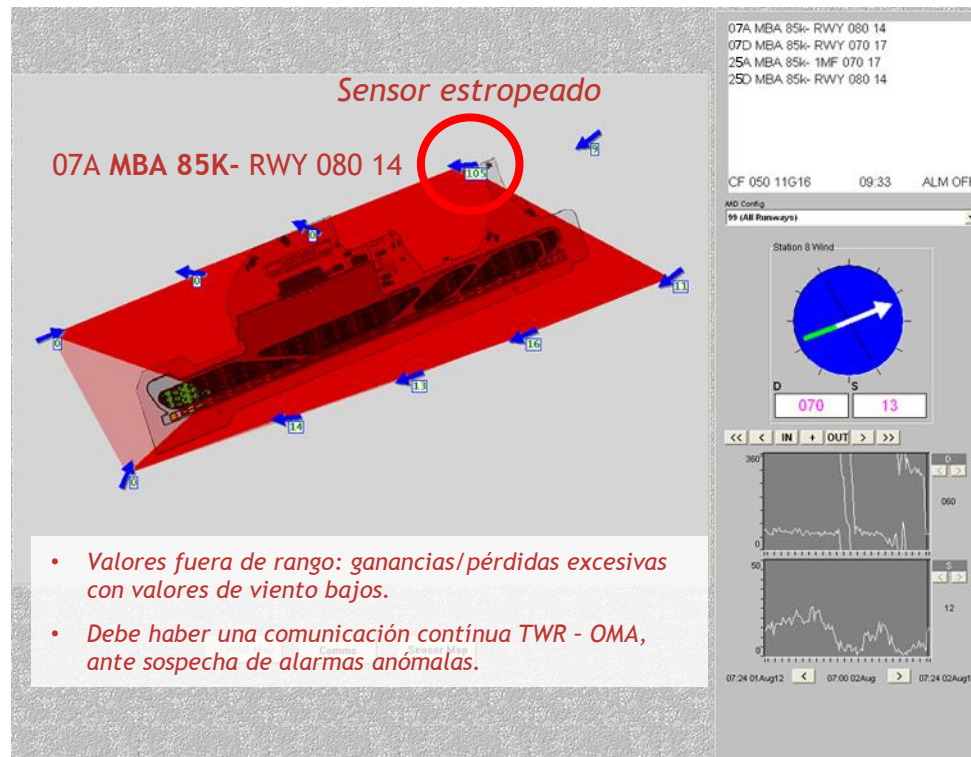
- **Observación y vigilancia** de la cizalladura:
 - Ejemplo de colaboración (AENA - ENAIRE y AEMET).
 - Fuentes de información de la cizalladura en GCTS
 - Senda de planeo (fuera del alcance LLWAS): Notificaciones de aeronaves.
 - Aproximación final, pista y ascenso inicial: Sistema LLWAS.
 - Pista: Céfiros y mangas de viento.
 - Otras fuentes de información
- **Comunicación** de la Cizalladura.
- **Mantenimiento y seguimiento de los sistemas: su importancia.**
- **Trabajando en mejorar** lo presente: proyectos en marcha.

Mantenimiento y seguimiento de los sistemas: Importancia

- OACI. Manual sobre cizalladura del viento a poca altura:
 - 5.1.11 **La eficacia de los algoritmos LLWAS depende en gran medida de la calidad de los datos de los sensores.**

A este respecto las **falsas alarmas tienen importancia crítica**, especialmente cuando activan la emisión de un aviso de microrráfaga que, a su vez, da lugar a **importantes decisiones operacionales** por parte del piloto.

FALSAS ALARMAS - DETECCIÓN DE FALLOS PUNTUALES DEL SISTEMA



Mantenimiento y seguimiento de los sistemas:

- **Mantenimiento rutinario bimensual:** Se comprueba todo el sistema.
- **Mantenimiento correctivo:** en cuanto se detecta alguna anomalía.
- Contrato con empresa especializada



ÍNDICE

Vigilancia de la cizalladura en el Aeropuerto de Tenerife Sur :

- **Observación y vigilancia** de la cizalladura:
 - Ejemplo de colaboración (AENA - ENAIRE y AEMET).
 - Fuentes de información de la cizalladura en GCTS
 - Senda de planeo (fuera del alcance LLWAS): Notificaciones de aeronaves.
 - Aproximación final, pista y ascenso inicial: Sistema LLWAS.
 - Pista: Céfiros y mangas de viento.
 - Otras fuentes de información
- **Comunicación** de la Cizalladura.
- **Mantenimiento** y seguimiento de los sistemas: su importancia.
- **Trabajando en mejorar lo presente: proyectos en marcha.**

Trabajando en mejorar lo presente

- **Pronóstico** de la cizalladura para GCTS (modelos de alta resolución).
- **Actualización** de las instrucciones locales, **mejora de las aplicaciones** (check box).
- **Nuevo visor de datos** de cizalladura.
 - **Analizar episodios** de cizalladura.
- Actualizar sinergias con TWR, CEOPS y pilotos (formación, visitas...).
- **Proyectos de desarrollo** de productos experimentales para nowcasting (datos AMDAR).
- **Contacto con usuarios** de AEMET para mejorar nuestros productos (ejemplo: jornadas como ésta)

Gracias por su atención
omagcts@aemet.es

Responsable de la Oficina Meteorológica de AEMET en Tenerife Sur: **Marta Palomares**