



GOBIERNO  
DE ESPAÑA

MINISTERIO  
DE AGRICULTURA Y PESCA,  
ALIMENTACIÓN Y MEDIO AMBIENTE



# Caracterización de la cizalladura en el aeropuerto de Bilbao

## Ejemplo de colaboración AENA, ENAIRE, compañías aéreas, COPAC, APROCTA y AEMET

María Rosa Pons Reynés. Jefa E+D, DT Cantabria  
[mponsr@aemet.es](mailto:mponsr@aemet.es)

Jorge Pérez, Marian Benito, Observadores OMA, Margarita Martín, Juan Simarro, Llorenç Lliso, Juan Iglesias, María López  
(y CMT Tenerife)

Jornada sobre la cizalladura del viento en aeropuertos y presentación del programa E-AMDAR  
Aeropuerto de Tenerife Sur, 11 de junio de 2018

# Aeropuerto Bilbao

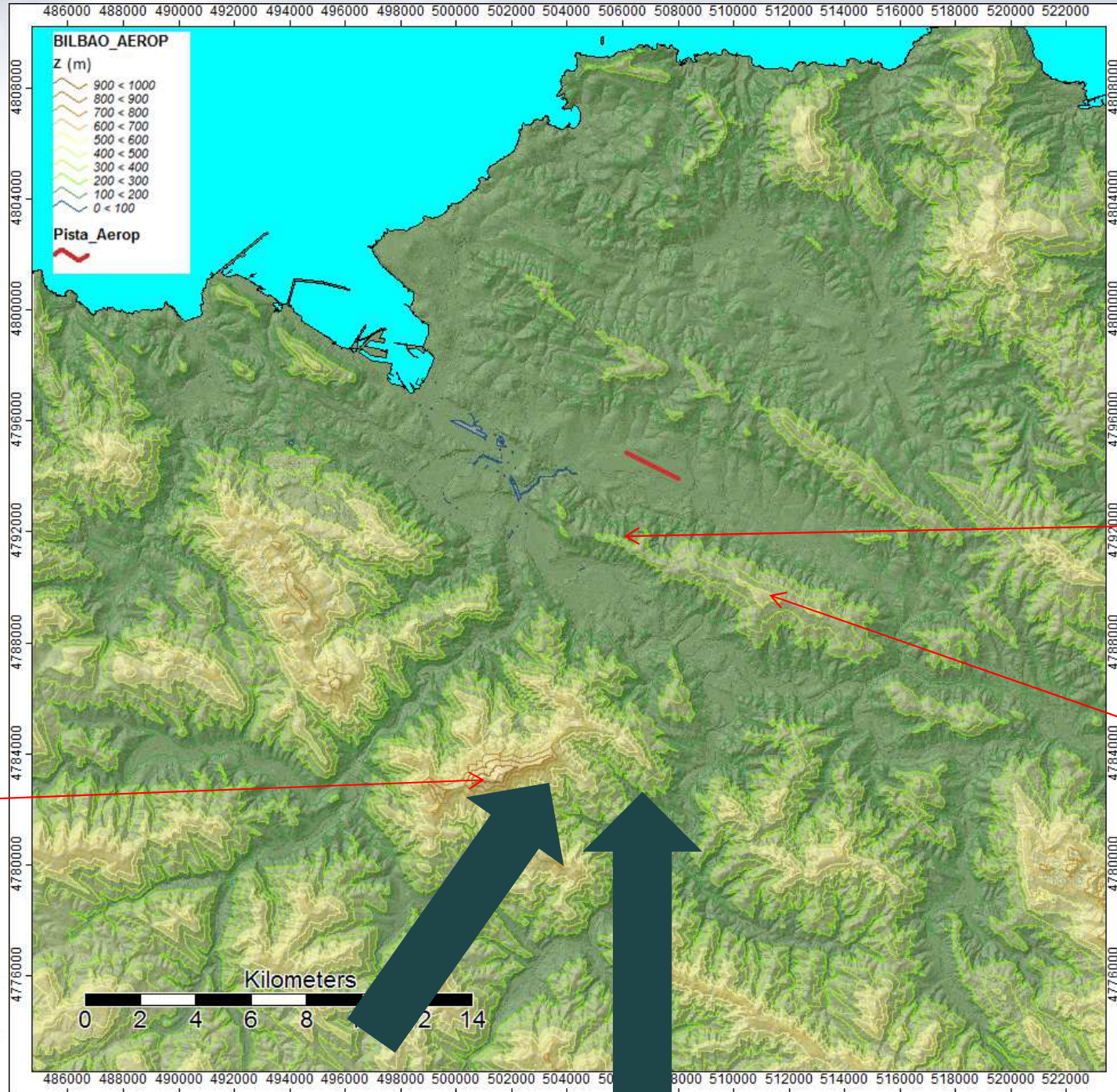


GOBIERNO DE ESPAÑA

MINISTERIO DE AGRICULTURA Y PESCA, ALIMENTACIÓN Y MEDIO AMBIENTE



Agencia Estatal de Meteorología



1000 m

200 m

500 m

# Aeropuerto Bilbao

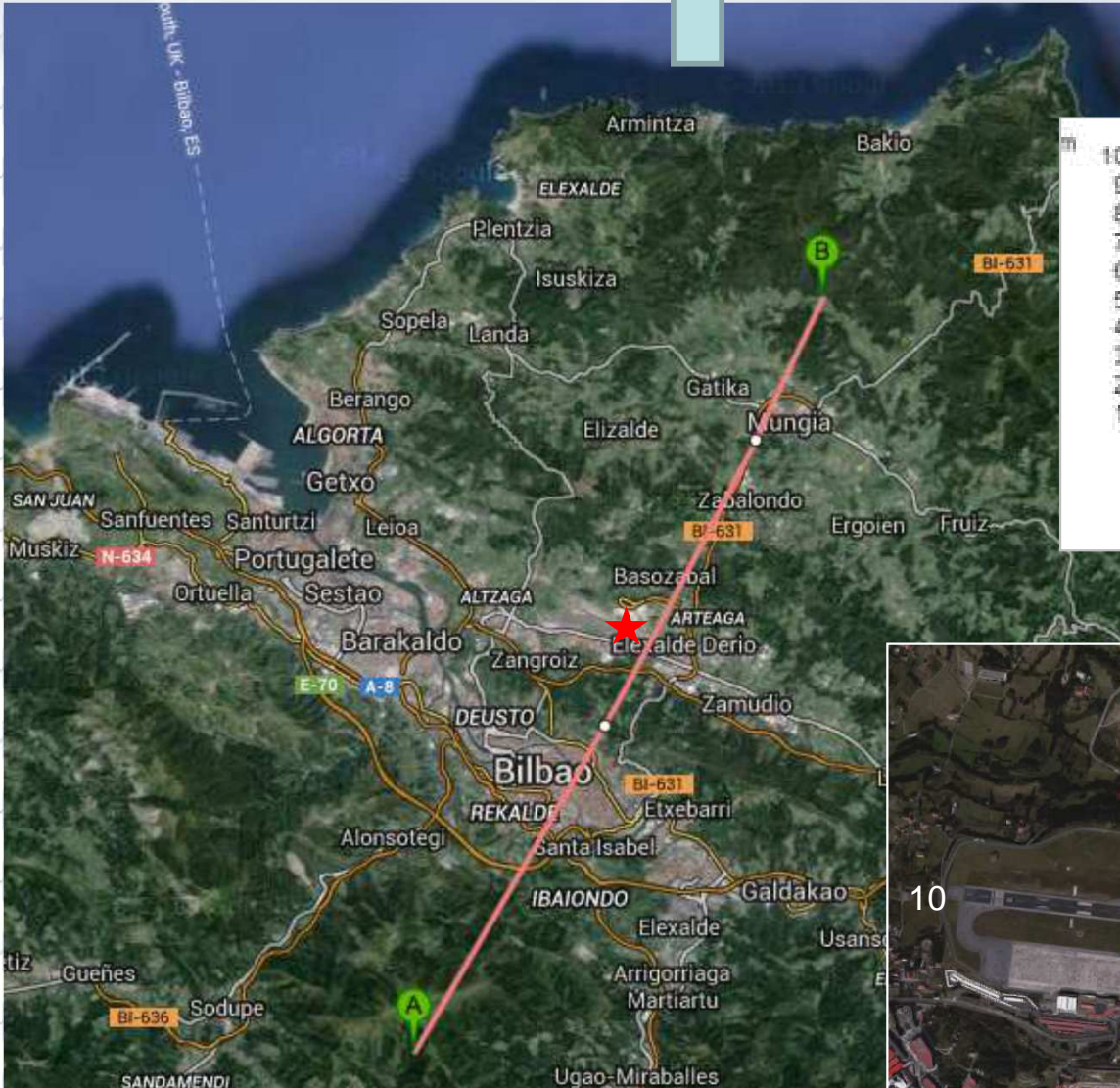


GOBIERNO DE ESPAÑA

MINISTERIO DE AGRICULTURA Y PESCA, ALIMENTACIÓN Y MEDIO AMBIENTE



Agencia Estatal de Meteorología



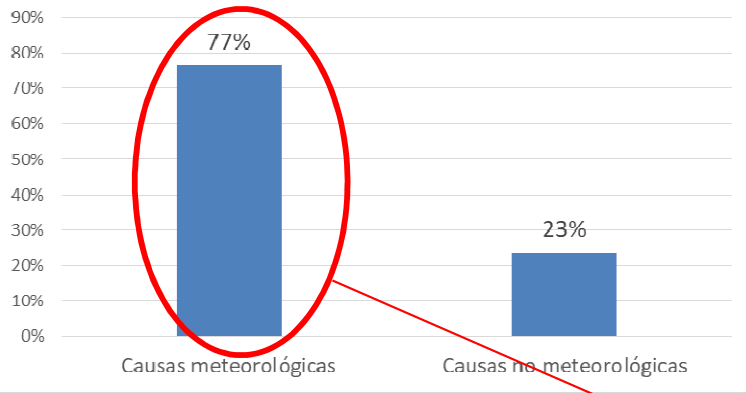
Altitud: 41 m





# Motor y al aire 2017 - Bilbao

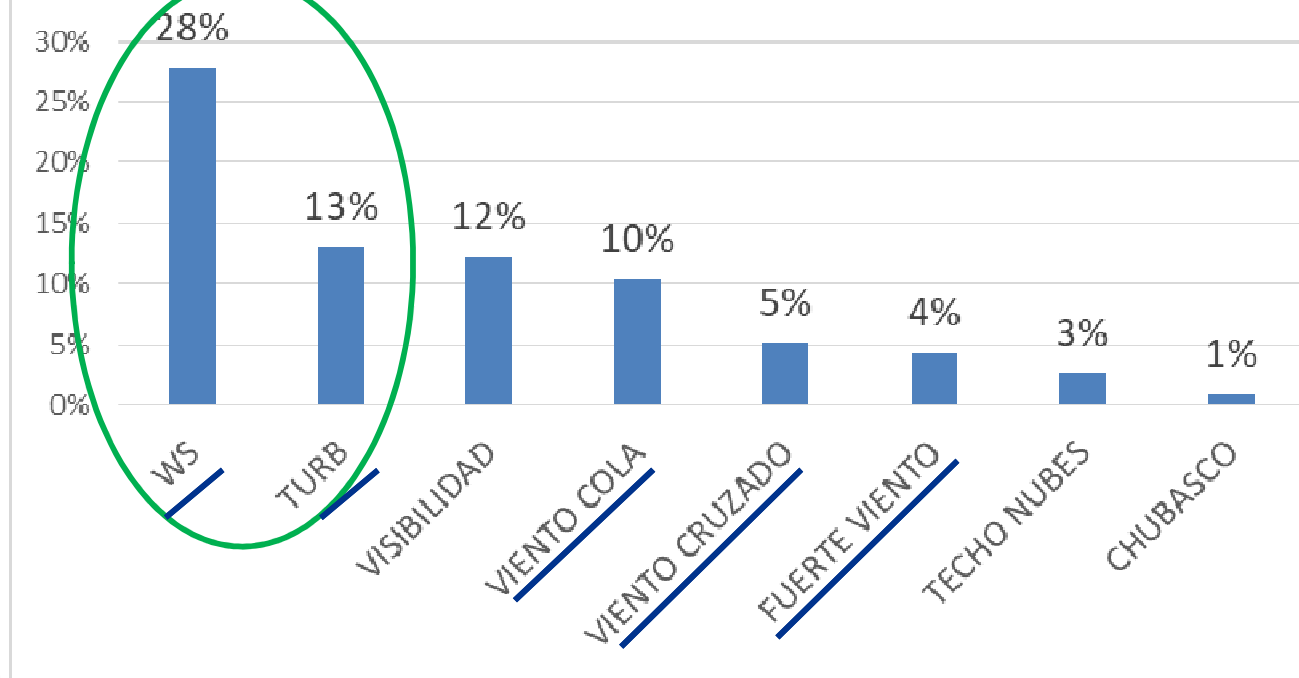
Frustradas en 2017 (115 en total, 69 días)



Casi un 20% de ellos es desviado a otro aeropuerto

40 % WS o TURB (47)  
 61% VIENTO (71)

Frustradas por causas meteorológicas en 2017





**CONVENIO COPAC-AEMET**

Acta 1º Reunión

Celebrada el 26 de abril de 2016

También incluido en  
convenio con APROCTA

**ANEXO**

**PLAN ANUAL CONJUNTO DE ACTUACIONES AEMET-COPAC 2016**

*Línea de actuación: Colaboración para introducir mejoras en la presentación de la información meteorológica.*

5. Mejorar el uso de la información suministrada por el sistema LLWAS de Bilbao para la identificación de cizalladura, desarrollando los procedimientos necesarios.

# LLWAS - Aeropuerto Bilbao

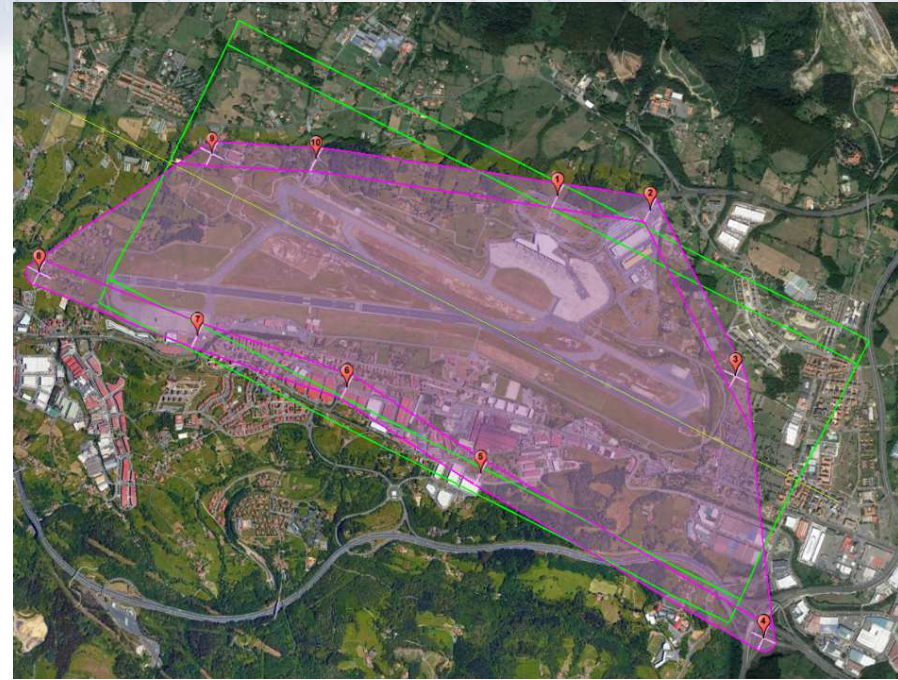
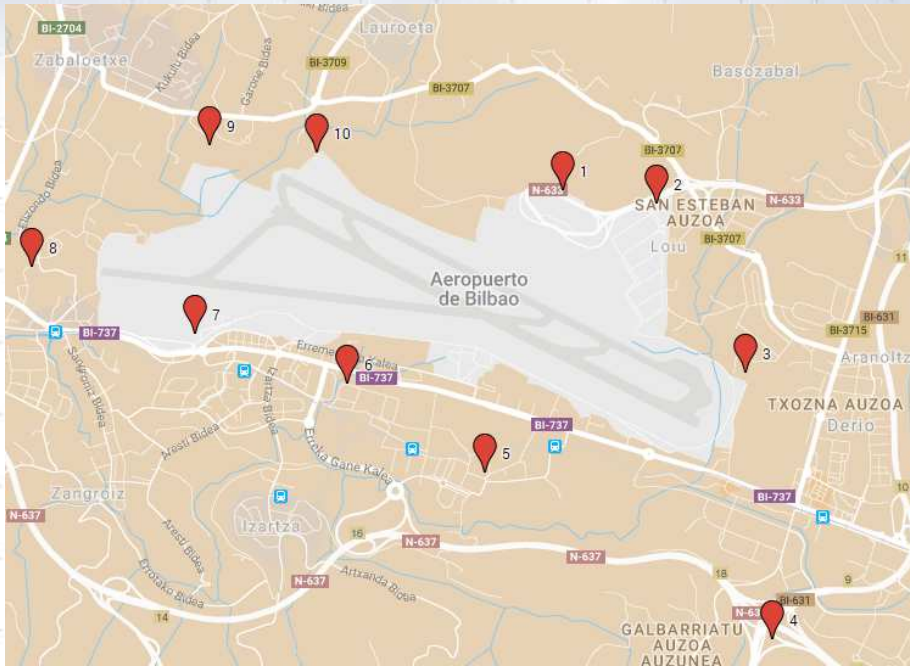


GOBIERNO DE ESPAÑA

MINISTERIO DE AGRICULTURA Y PESCA, ALIMENTACIÓN Y MEDIO AMBIENTE



Agencia Estatal de Meteorología



## Fases del proyecto

- Junio 2016: Visita a la OMA de Tenerife Sur 
- Sep. 2016: Reunión en Aeropuerto de Bilbao (Aena, TWR, AEMET, COPAC, APROCTA, Jefe Base Vueling) 



Implementación filtros  
Estudios de cobertura y  
apantallamiento

2 objetivos principales para el Aeropuerto de Bilbao:



- Conocer mejor los fenómenos de cizalladura y turbulencia
- Mejorar la información proporcionada por el LLWAS y determinar su capacidad para identificar la cizalladura



Campaña de recogida de datos TWR-pilotos (oct - mar) 

Vueling ofrece proporcionar las mediciones autom. de sus aviones 

12A WSA 25k- RWY 260 8  
12D WSA 25k- RWY 250 10  
30A WSA 25k- RWY 250 10  
30D WSA 25k- RWY 260 8



# Hoja datos TWR-Pilotos. Modelo 1



## WINDSHEAR

Vuelo	Día Hora (Z)	RWY		ARR/ DEP	DME -ILS (NM)	Altitud (Feet MSL)	Viento	WS	TURB			Observaciones	Aterr. Frustr. SÍ/NO
		12	30						LIG	MOD	SEV		



# Hoja datos TWR-Pilotos. Modelo 2 - por niveles



GOBIERNO DE ESPAÑA

MINISTERIO DE AGRICULTURA Y PESCA, ALIMENTACIÓN Y MEDIO AMBIENTE



Agencia Estatal de Meteorología

Fecha:

## APROXIMACIÓN POR RWY30

Vuelo	Hora	DME-ILS (NM)	Altitud (Feet MSL)	Viento	WS	TURB			Observaciones	Aterr.F rustr. sí/NO
						LIG	MOD	SEV		
VLG1426	09:30	13.5	4900						Aterriza en el 2º intento	Sí
		11.3	4400							
		10	3900							
		9	3520							
		8	3140							
		7	2770	200 45 KT						
		6.5	2577							
		5	2020	190 40 KT			X			
		4	1660							
		3	1290							
2	920	200 30 KT	+20 KT				Realmente a 2.5 NM			
1	560									
<1										
DLH1826	09:45	13.5	4900							
		11.3	4400							



**aena**  
Aeropuerto de Bilbao  
Bilbao airport

Cristina Estrella Ochoa  
Directora de Operaciones de Bilbo

10 de noviembre de 2016

AIR FRANCE

W: 90116

Origen: [ ]

La Agencia Estatal de Meteorología (AEMET), en colaboración con la Torre de Control, el Colegio Oficial de Pilotos de la Aviación General (COPIAG), la Asociación Profesional de Controladores de Tráfico Aéreo (APROCTA) y AEA, S.A. ha iniciado recientemente un proyecto cuyo objetivo es la mejora de la identificación de las aeronaves de matrícula y procedencia en los fases de ascenso y descenso en el Aeropuerto de Bilbao. Dicha información representa la primera fuente de datos recogidos en nuestro aeropuerto.

El motivo de la presente carta es solicitar la colaboración de AIR FRANCE en el primer fase del proyecto, consistente en una campaña de recogida de datos que tendrá lugar durante aproximadamente una semana (de noviembre 2016 a Mayo 2017), en los días concretos en los que se den las condiciones para la apertura de dicho fenómeno. Para ello, se ha diseñado la ficha que se adjunta y, que rellenará el personal de la Torre de Control con la información que puedan proporcionar de datos en sus momentos de aproximación y despegue.

La información de interés para el proyecto son los datos de velocidad y altitud de vuelo, así como la existencia de cobertura o turbulencia, en los últimos 10 minutos, con especial interés en los últimos 4 minutos. Serán convenientes de que en dichas situaciones la atención del piloto sea más comprometida para garantizar la seguridad de la maniobra, cualquier dato que se pueda proporcionar será bienvenido. En ese sentido, se sugiere el paso por figura 99 10 puntos fijos de aproximación para proporcionar los datos de interés.



Air France , British Airways, Easy Jet, Eurowings, Germanwings, KLM, Lufthansa

Air Europa, Air Lingus, Air Nostrum, Alitalia, Brussels Airlines, Czech Airlines, Iberia, Norwegian, Swiftair, Swiss, TAP Portugal, Turkish Airlines, Volotea, Vueling

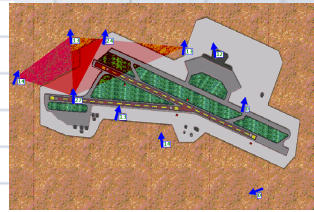
21 compañías  
2 modelos de cartas

Datos automáticos

# Datos utilizados en el estudio

95 días LLWAS (47.303 mensajes)

11/05/2017 09:54:51	30A WSA 20k- RWY 190 18
11/05/2017 09:54:51	12A WSA 20k- 1MF 210 21
11/05/2017 09:54:51	30D WSA 20k- RWY 210 21
11/05/2017 09:54:51	12D WSA 20k- RWY 190 18
11/05/2017 09:54:41	30A WSA 20k- RWY 200 12
11/05/2017 09:54:41	12D WSA 20k- RWY 200 12

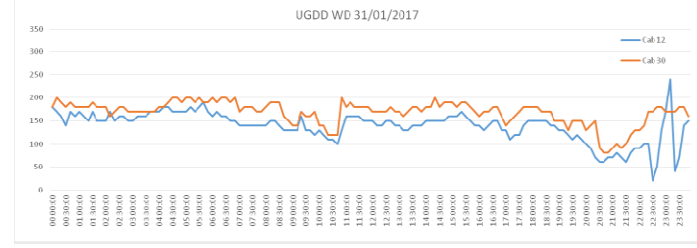


METAR LEBB 311430Z 20009KT 140V250 CAVOK 20/07 Q1012 WS ALL RWY NOSIG=
METAR LEBB 311430Z 20009KT 140V250 CAVOK 20/07 Q1012 WS ALL RWY NOSIG=
METAR LEBB 311030Z 12010KT 080V150 9999 FEW025 17/08 Q1014 WS R12 NOSIG=
METAR LEBB 311000Z 15008KT 100V210 9999 FEW025 17/07 Q1014 WS R12 NOSIG=
METAR LEBB 311000Z 15008KT 100V210 9999 FEW025 17/07 Q1014 WS R12 NOSIG=
METAR LEBB 311000Z 15008KT 100V210 9999 FEW025 17/07 Q1014 WS R12 NOSIG=

33 días METAR

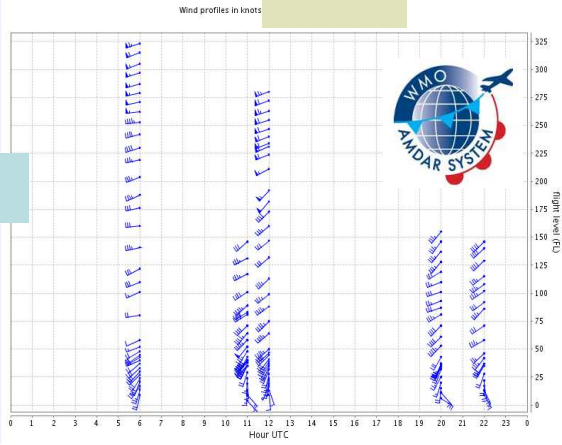
superficie 52 días incid. OMA

Hora Z	Sensor LLWAS										Observaciones	Viento cablero y tiempo presente
	T	2	3	4	5	6	7	8	9	10		
15-02-11 09:53											No veo ninguna torre con datos correctos, probablemente 485/20KT con viento entrante con 0-6 y 4-10	17009KT CAVOK
19-02-11 11:00								X			Torre muestra una respuesta, a parte de 16/107, e inmediatamente un lapso y desconexión.	32009KT 5200ZKT 52009KT 08009KT
19-02-11 11:30	X										Eske se abando sistema, en 17-19/07, incluye también cualquier fallo temporario, probablemente, a lo peor cuando se desconecta.	32009KT
24-02-11 11:35	X										Buen tiempo	06007KT
24-02-11 04:04	X										Tres zonas de la pista afectadas	27002KT
24-02-11 10:55	X										" " " " " "	30003KT
05-02-11 09:10	X										Desde 0h en 0h a 0h 16. Durante 3 horas hasta 16:17, luego vuelva a 08:12/08:15 y algo de viento de 0h en 0h a 0h 16:17-18:17	14001KT 4999 FEW025



Viento en cabeceras

altura



129 vuelos AMDAR



139 vuelos Vueling

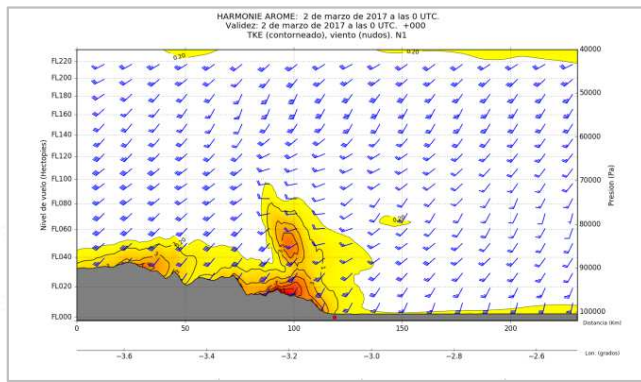
ARR/DEP	DME-ILS (NM)	Altitud (Feet MSL)	Viento	WS	TURB	Observaciones
VLC1926 17:43	X	ARR				Viento en cabeza
07 VLE04VL 14:39	X	ARR	9			Brake 4000
24 77P 21:57	X	ARR	3	200/10-14		Se abando sensor de WS
13 VLE04VL 05:52	X	DEP				Torre muestra un fallo de WS
KLM800 06:04	X	DEP	100			WS baja a 20' y Torre muestra 40'
VLC2510 08:05	X	DEP				WS muestra un fallo de WS
AFK420 09:20	X	ARR	100			Wind shear
VLC374 09:25	X	ARR				Mucho a 200' WS a 40'
VLC324 09:45	X	DEP				Entre 100 y 350' muestra WS
VLC374 11:10	X	DEP	0.5	170/50 Kts		Wind shear en descenso
TAP1062 11:25	X	DEP	100			WS abando de WS por un fallo
HA7193 12:30	X	DEP				" "

133 vuelos TWR-pilotos

otros  
THIS IS BILBAO ATIS INFORMATION PAPA. AT TIME 0840. ILS ZULU APPROACH. RUNWAY IN USE 12. TRANSITION LEVEL 75. GROUND AND TOWER FREQUENCY ON 118 DECIMAL 5. WIND TOUCH DOWN ZONE 170 DEGREES 13 KNOTS. MAXIMUM 35 MINIMUM 7 KNOTS. VARIABLE BETWEEN 110 AND 260 DEGREES. VISIBILITY 10 KILOMETRES OR MORE. CLOUD FEW 2 THOUSAND 8 HUNDRED FEET. BROKEN 5 THOUSAND 2 HUNDRED FEET. TEMPERATURE 18. DEWPOINT 7. QNH 1003. NOSIG. MODERATE TO SEVERE TURBULENCE. BIRDS IN THE VICINITY OF THE AIRPORT. ADVISE THE CONTROLLER ON THE INITIAL CONTACT YOU HAVE INFO PAPA.



45 frustradas



21 días HARMONIE-AROME (4 pasadas H+12)

36 días datos ATIS (6000 archivos)

# Notificaciones TWR-pilotos



GOBIERNO DE ESPAÑA

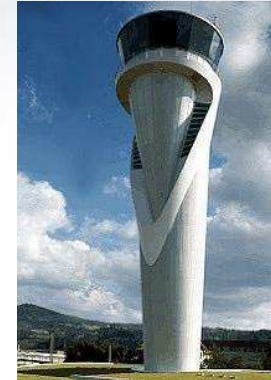
MINISTERIO DE AGRICULTURA Y PESCA, ALIMENTACIÓN Y MEDIO AMBIENTE



Agencia Estatal de Meteorología

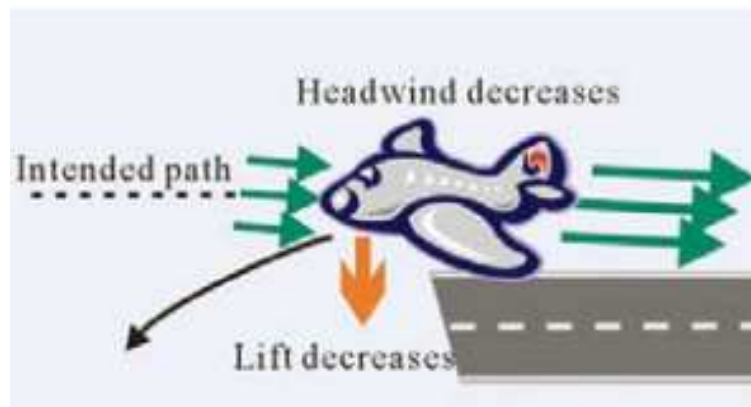
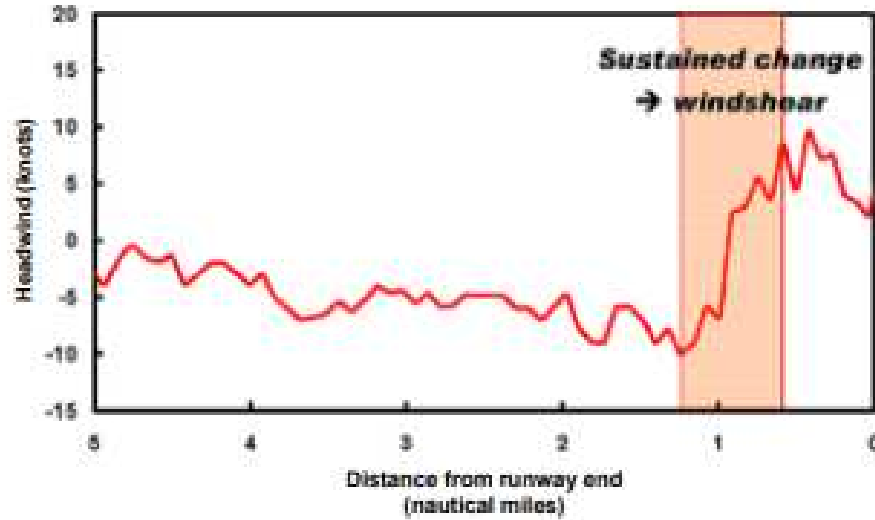
## WINDSHEAR/TURBULENCIA

Vuelo	Día HORA	RWY		ARR/DEP	DME-ILS (NM)	Altitud (Feet MSL)	Viento	WS	TURB			Observaciones	Aterrizaje Frustrado. SI/NO
		12	30						LIG	MOD	SEV		
	09:15	X		ARR						X			
	17:43	X		ARR								Viento en cola	SI → luego aterrizaje
	19:39	X		ARR	9		300/12-14	Ligero	X			Desde 9:00 SE ACTIVO sensor de METEO	
	21:57	X		ARR	3	2.0'	300/17	Medio		X		Se activo sensor de WS.	SI →
	05:52	X		DEP								Turb. Moderada por debajo 50'	
	06:04	X		DEP		1.0'		Ligero				WS ligero a 1.0' y Turb. hasta 4.0'	
	08:05	X		DEP				Ligero				LIGHT WS shear por debajo 1.0' y turb. de 1.0 a 4.0'	
	09:20	X		ARR		1.0'		X				Wind shear	SI → Se en ATIS
	09:25	X		ARR				X				Mejora a 200'. WS + y -	No
	09:45	X		DEP				X				Entre 1.0 y 3.5' atolladura	
	11:10	X		DEP		3.5'	170/50 Kts			X		Wind shear en despegue	
	11:25	X		DEP		1.0'		X ±				WS debajo de 1.0' positivo y negativo	
	16:30	X		DEP				X		X		" "	

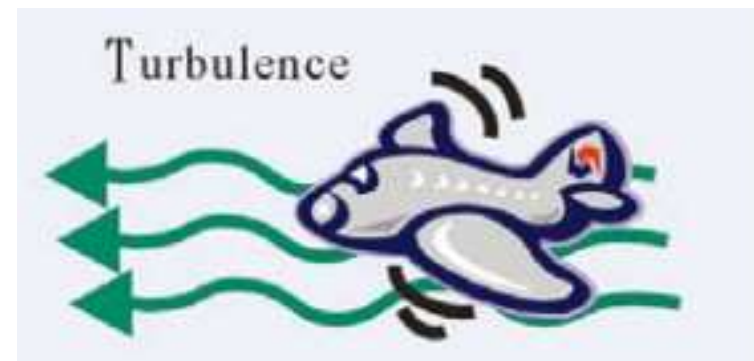
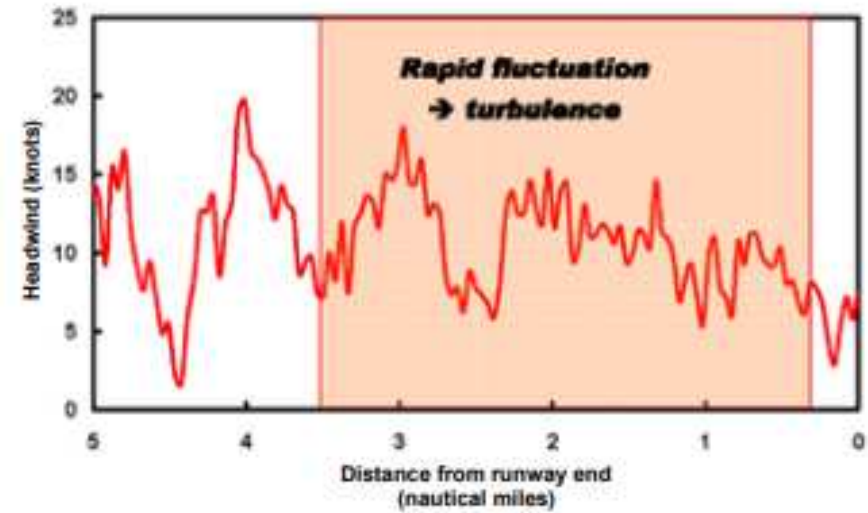


- No todos los días con WS/TURB hay informe de TWR (el doble de días en ATIS)
- Datos proporcionados o su interpretación pueden contener errores
- Confusión entre WS y TURB (ej: avisos automáticos Vueling WS < 1500 ft)
- Clasificación TURB es subjetiva

## WS



## TURB



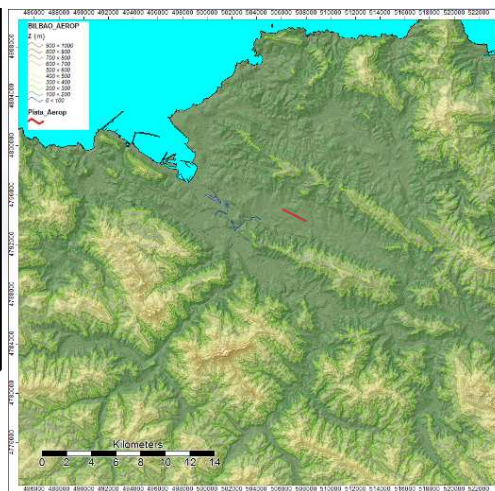
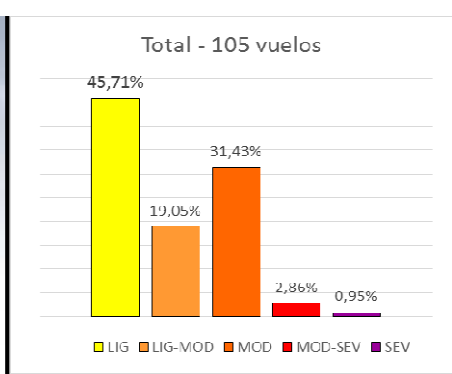


GOBIERNO DE ESPAÑA

MINISTERIO DE AGRICULTURA Y PESCA, ALIMENTACIÓN Y MEDIO AMBIENTE



Agencia Estatal de Meteorología



TOTAL 133 vuelos  
 30 % reportan WS  
 79 % reportan TURB

12A

82% datos CAB12 operativa  
 18% datos CAB30 operativa

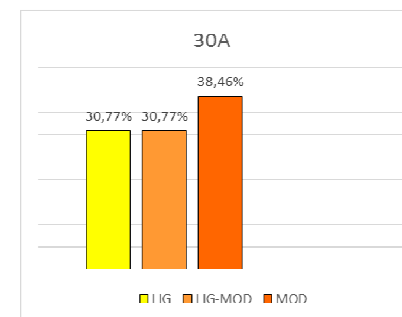
30D

12D

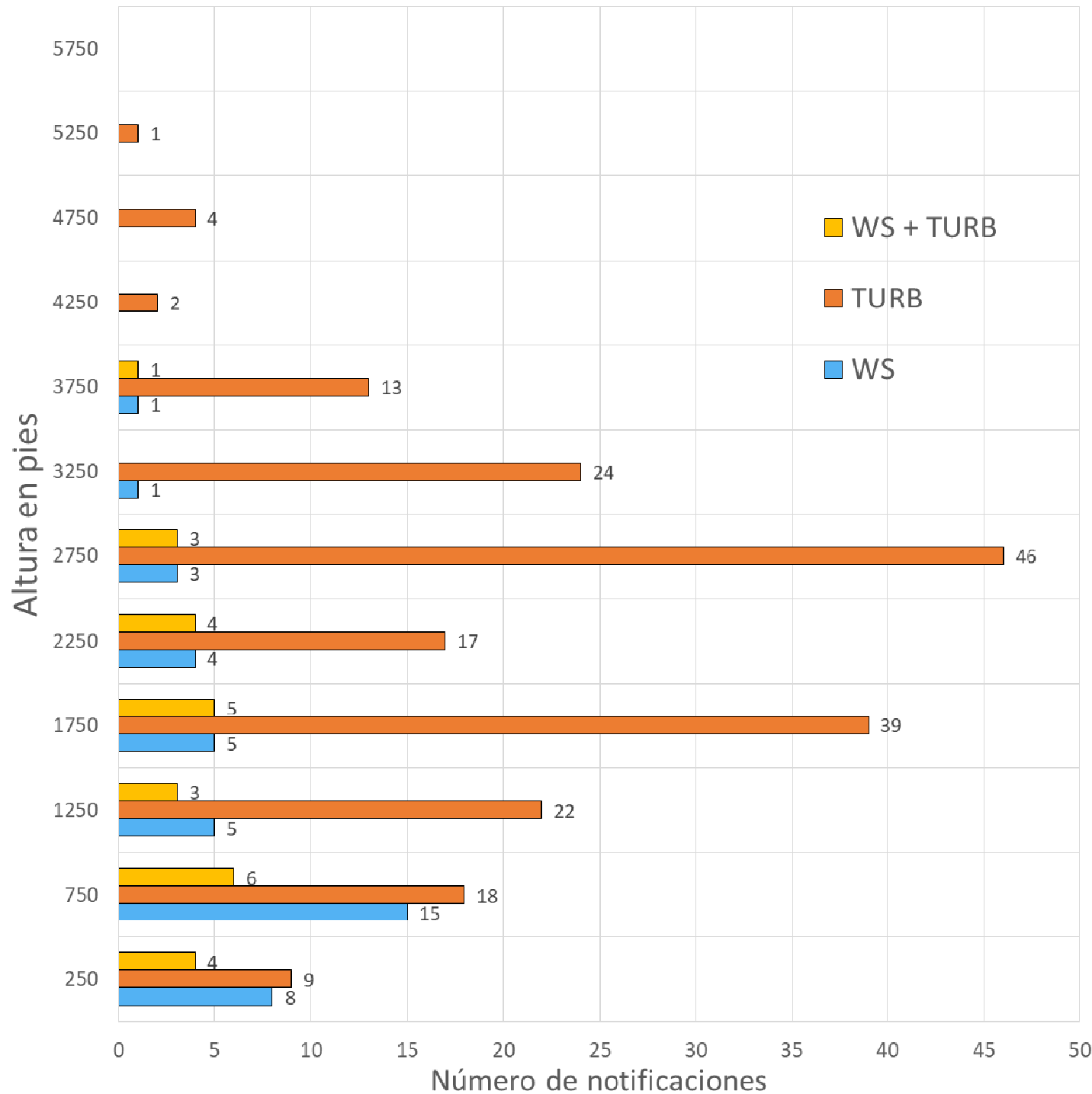
ATIS: 332 horas TURB y 31 horas WS



30A



# Nº de notificaciones según nivel



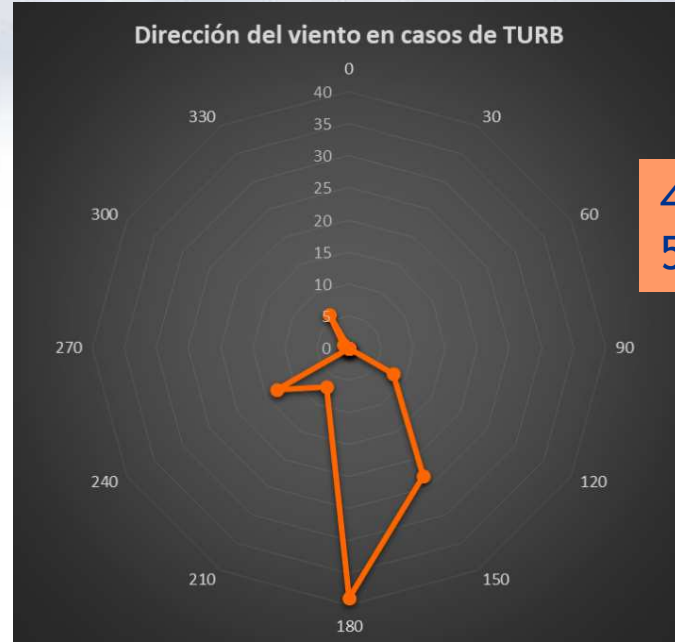
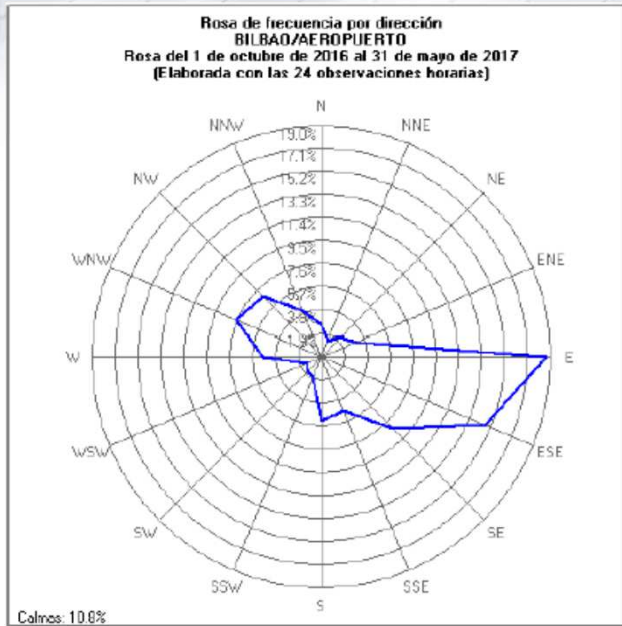
Max TURB 2500-3000 ft

Max WS 500-1000 ft

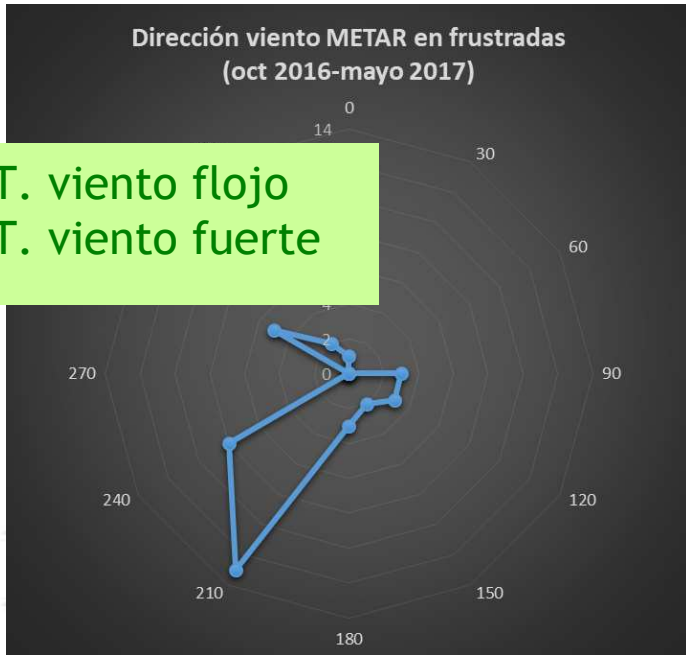




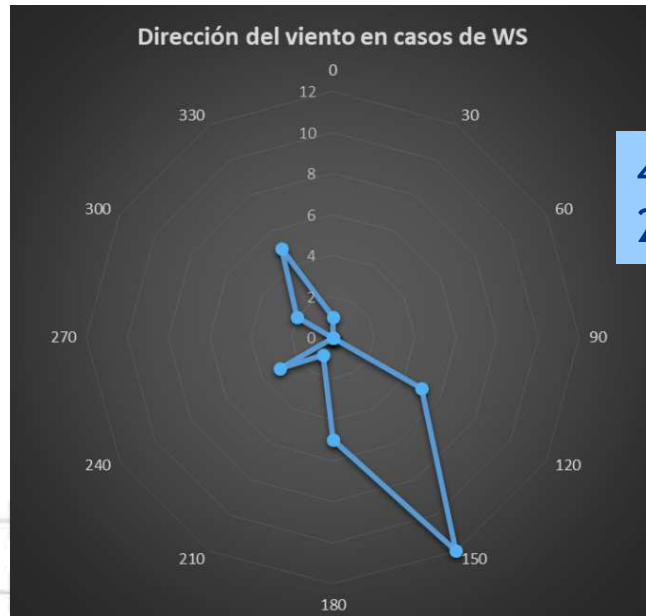
# Dirección de viento en METAR



40% TURB con viento flojo  
5% TURB con viento fuerte



38% FRUST. viento flojo  
13% FRUST. viento fuerte



40% WS con viento flojo  
20% WS con viento fuerte

=> Mejorar AIP





# Datos AMDAR (fuente: NOAA y EUCOS)



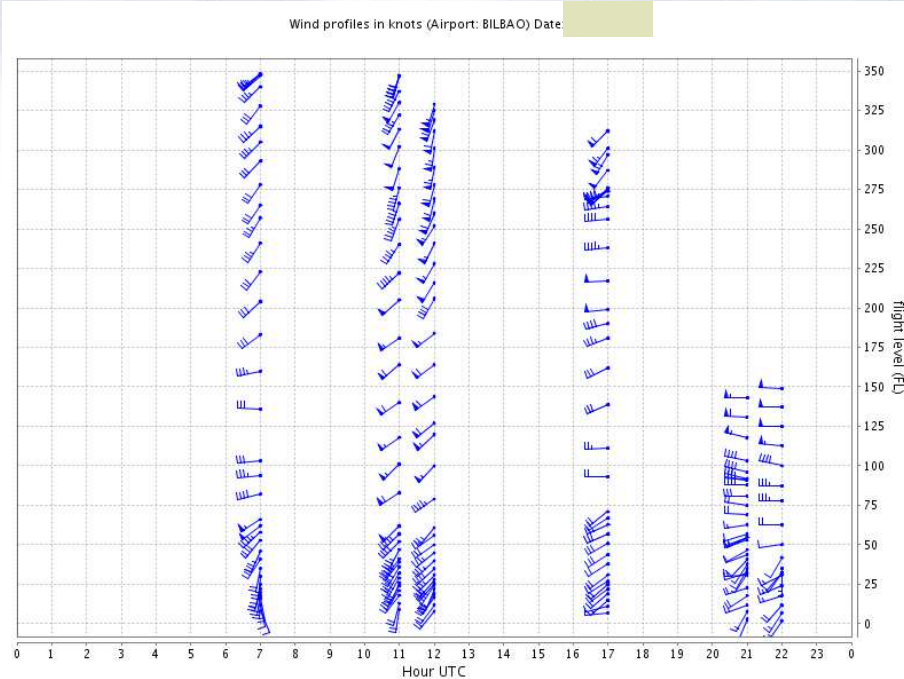
GOBIERNO DE ESPAÑA

MINISTERIO DE AGRICULTURA Y PESCA, ALIMENTACIÓN Y MEDIO AMBIENTE



Agencia Estatal de Meteorología

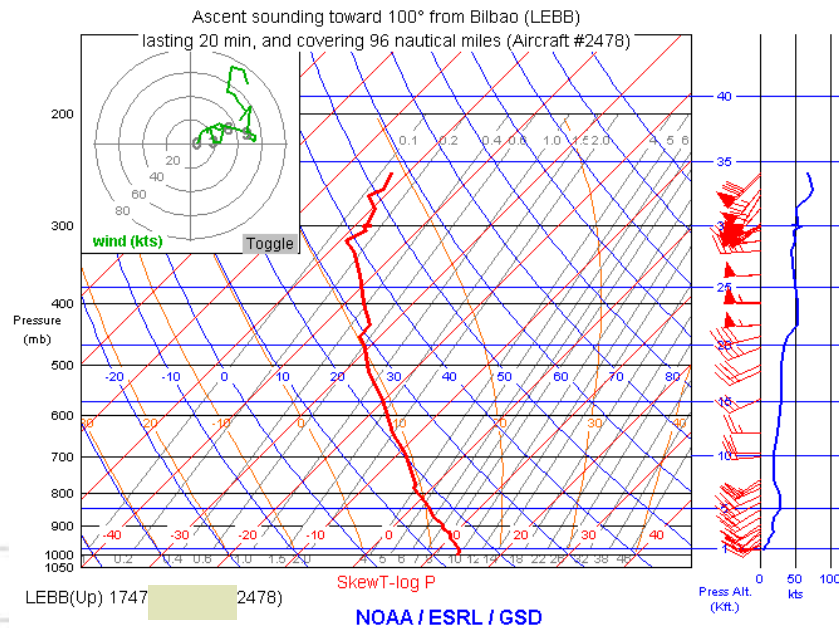
## 129 vuelos, 24 días



Pocos datos en niveles bajos

LEBB(Up) [redacted]  
 Ascent sounding toward 100° from Bilbao (LEBB) lasting 20 min, and covering 96 nautical miles (Aircraft #2478)

P_alt (ft)	mb	t/td (°C)	w_dir/w_spd (kts) (UTC)	Time (nm)	Bng/Rng
390	999	13.6/-----	---°/---	1747	280°/003
790	985	13.2/-----	264°/007	1747	279°/003
1250	968	12.2/-----	255°/008	1747	278°/004
1670	954	11.2/-----	228°/013	1747	277°/004
2030	941	10.2/-----	229°/013	1747	276°/004
2430	927	9.6/-----	232°/019	1747	283°/005
2500	925	9.3/-----	231°/019		
2690	919	8.6/-----	228°/020	1748	282°/005
2950	910	7.7/-----	239°/018	1748	281°/006
3350	896	7.1/-----	233°/019	1748	280°/006
4100	872	4.7/-----	237°/021	1748	280°/006
4781	850	3.1/-----	237°/029		
4790	850	3.1/-----	237°/029	1748	284°/007
5540	826	1.1/-----	241°/030	1748	283°/007
6230	805	-0.6/-----	246°/030	1749	283°/008
6960	783	-2.6/-----	244°/026	1749	282°/008
7380	771	-3.1/-----	237°/023	1749	281°/008
7740	760	-3.9/-----	233°/021	1749	285°/009
9880	700	-8.4/-----	265°/020		
10240	690	-9.1/-----	270°/020	1750	285°/011
12170	640	-13.9/-----	268°/025	1751	274°/008



# Datos Vueling (4 seg., 3000-5000 ft - superficie)

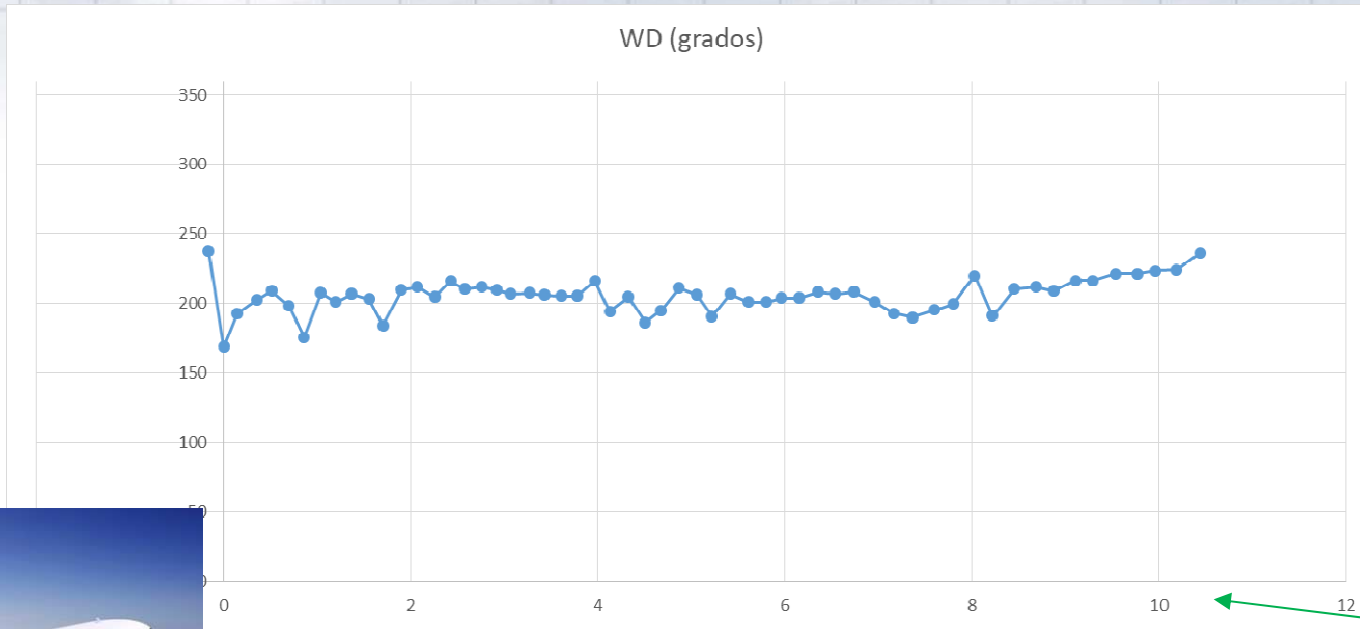


GOBIERNO DE ESPAÑA

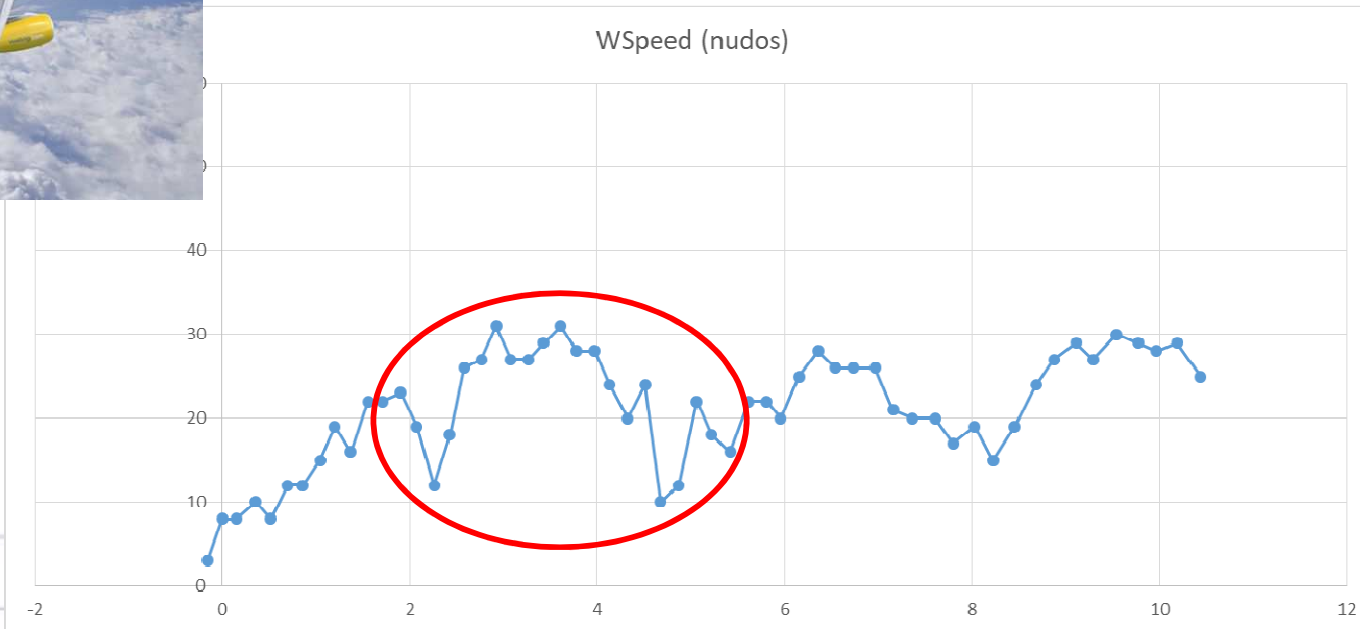
MINISTERIO DE AGRICULTURA Y PESCA, ALIMENTACIÓN Y MEDIO AMBIENTE



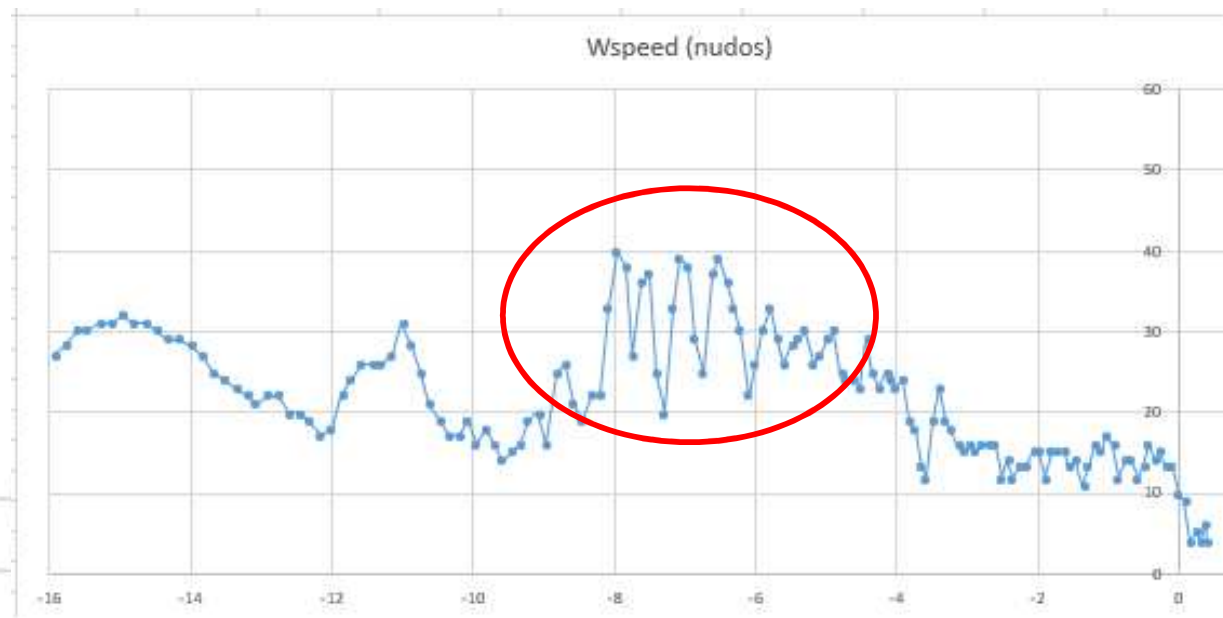
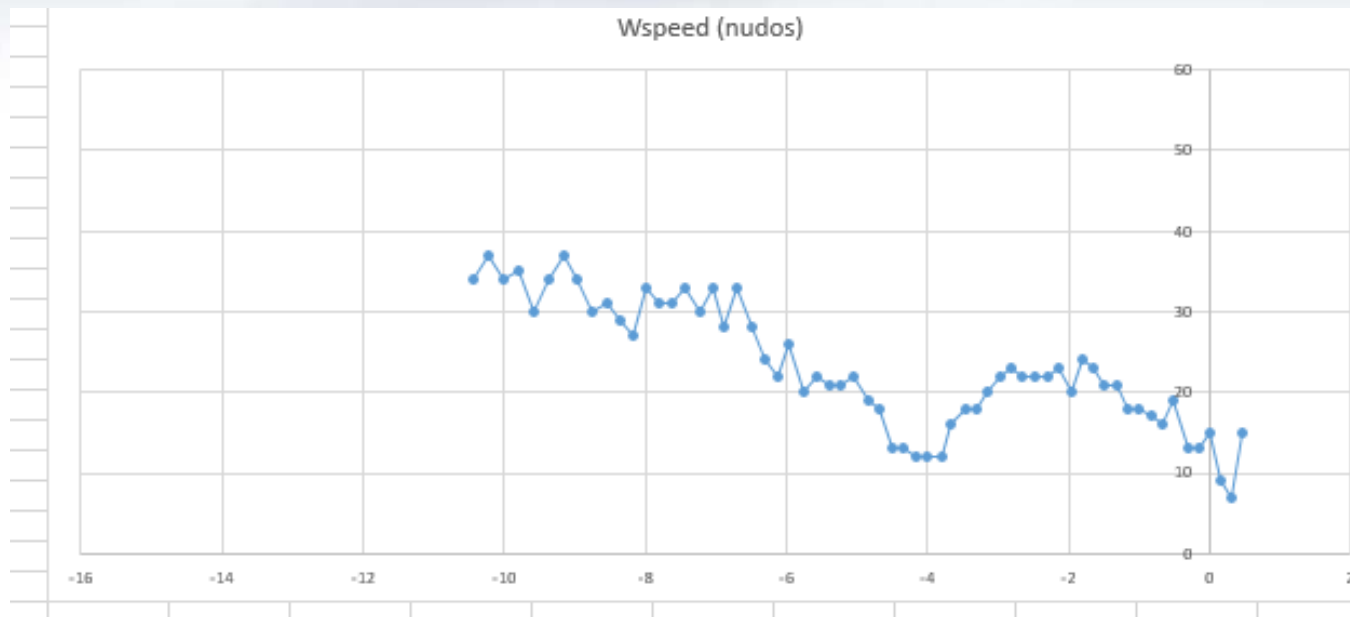
Agencia Estatal de Meteorología



Distancia en millas al TDZ



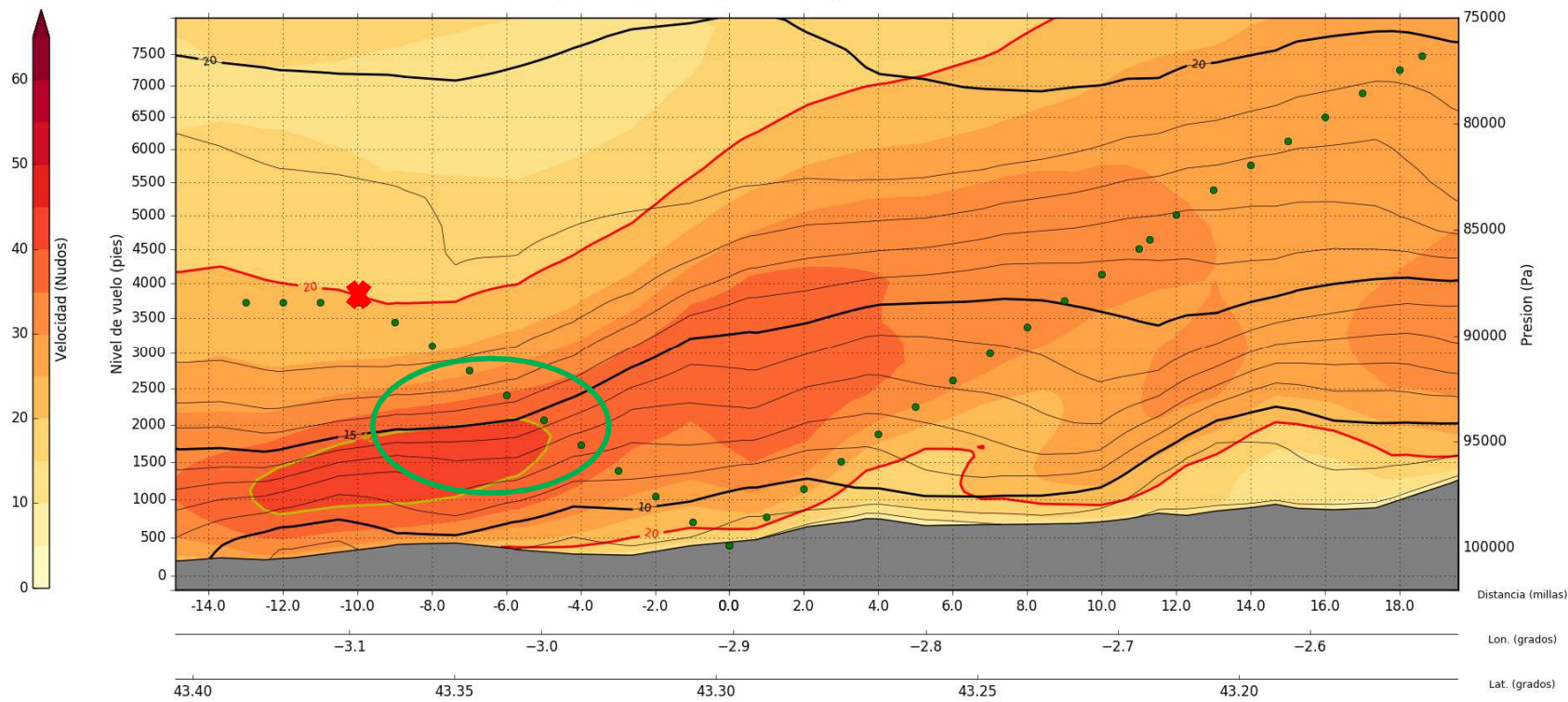
Grandes variaciones de velocidad



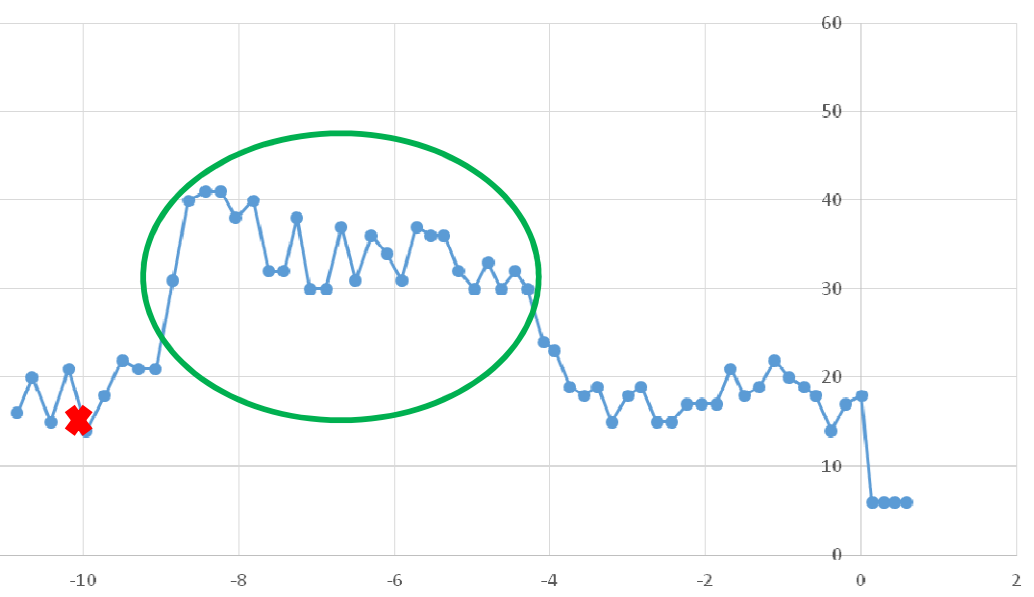
TURB

Ya no es subjetiva

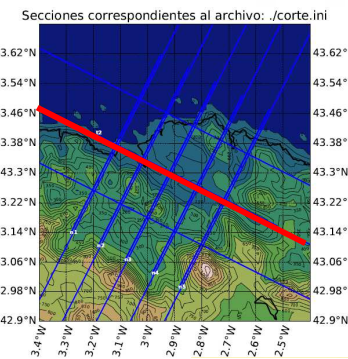
HARMONIE-AROME: [redacted] 7 a las 12 UTC.  
 Validez: [redacted] 7 a las 18 UTC. +006  
 Temperatura potencial (contorneado), viento horizontal coloreado. T2S



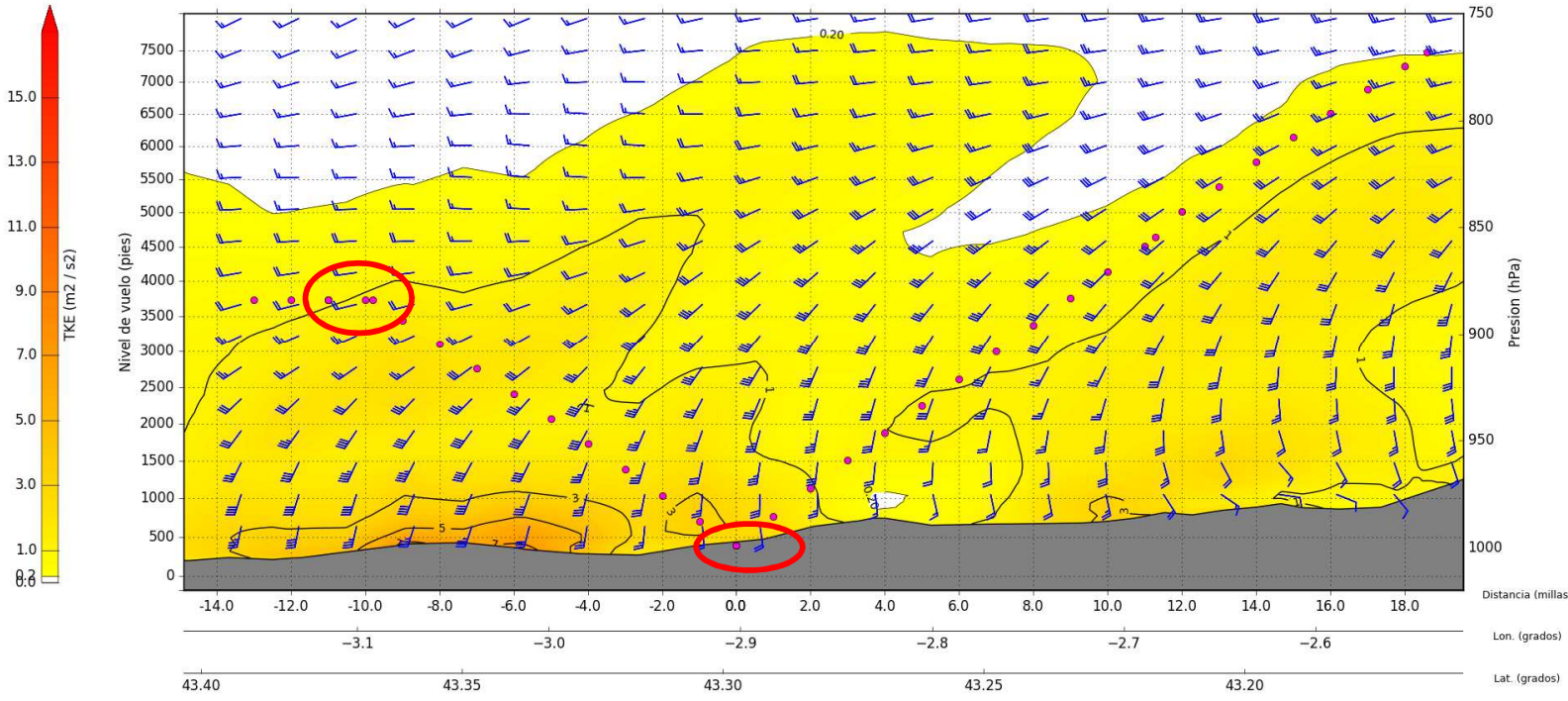
Wspeed (nudos)



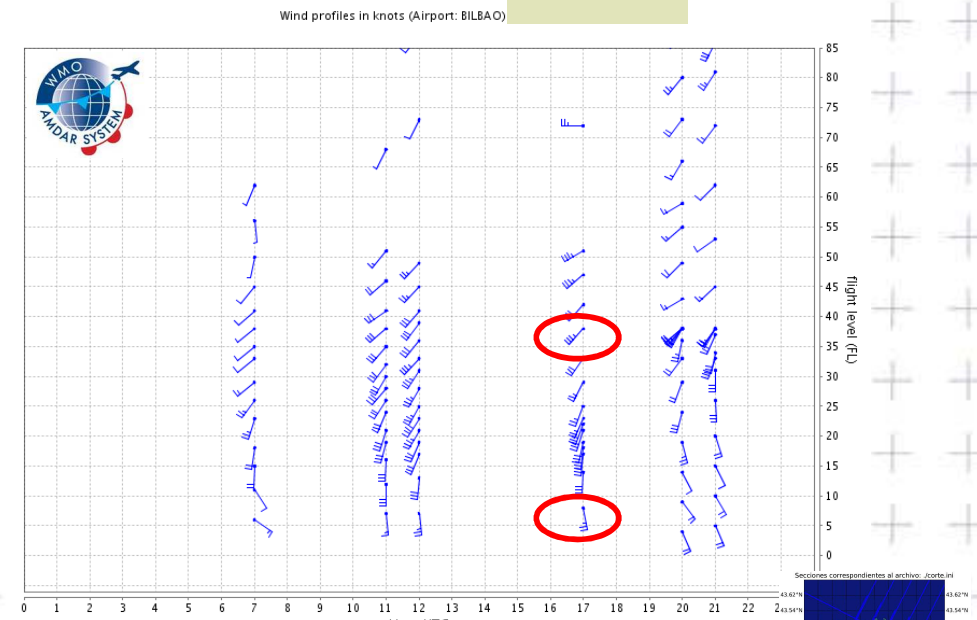
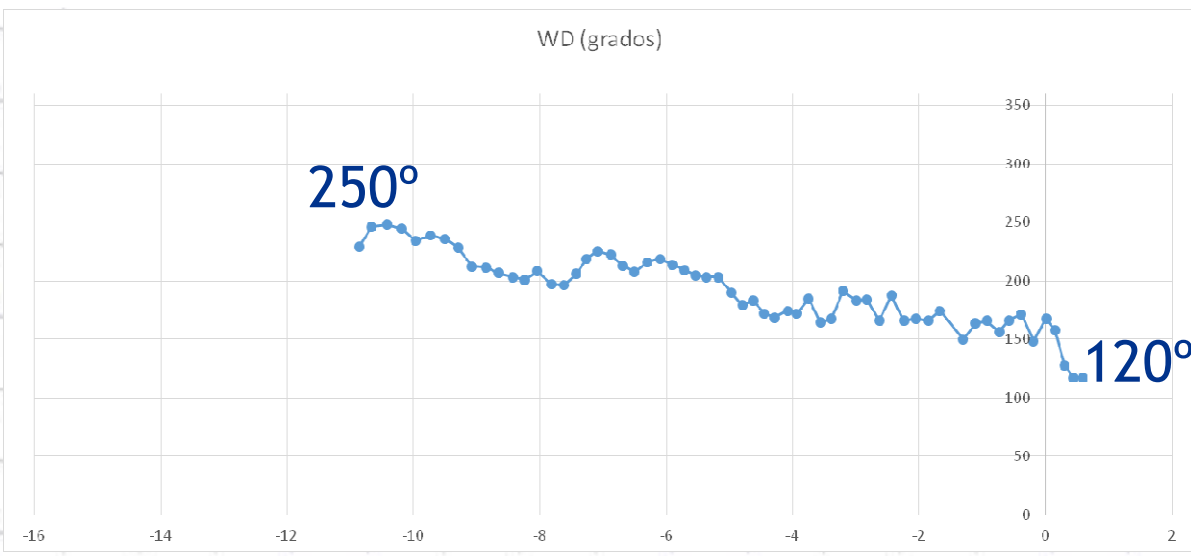
## Validación del modelo Harmonie-Arome



HARMONIE-AROME-... a las 12 UTC +006h  
 Validez: ... a las 18 UTC.  
 TKE (contorneado), viento (nudos). T2S



SW en altura  
 SSE en superficie



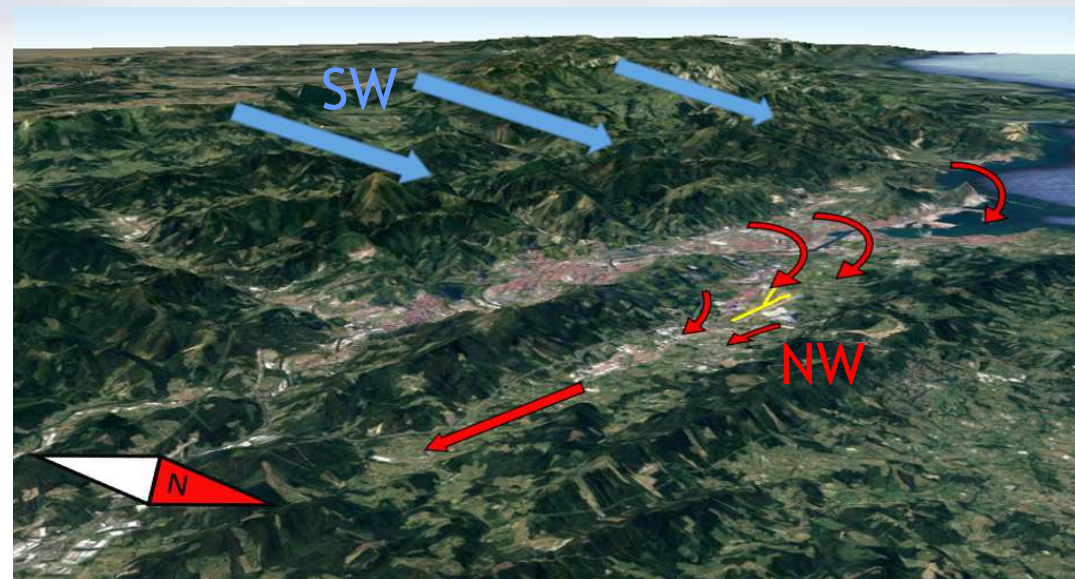
# Validación del modelo Harmonie-Arome



- Datos de aprox. 6000 vuelos (2009-2016)
  - Cabecera de aterrizaje
  - Velocidad y dirección viento en 17 niveles (30-5000 FT) y en METAR
  - Solo se identifica el mes
- => No sirven para validar el modelo, pero sí para identificar patrones



# Patrones de flujo observados. SW en altura



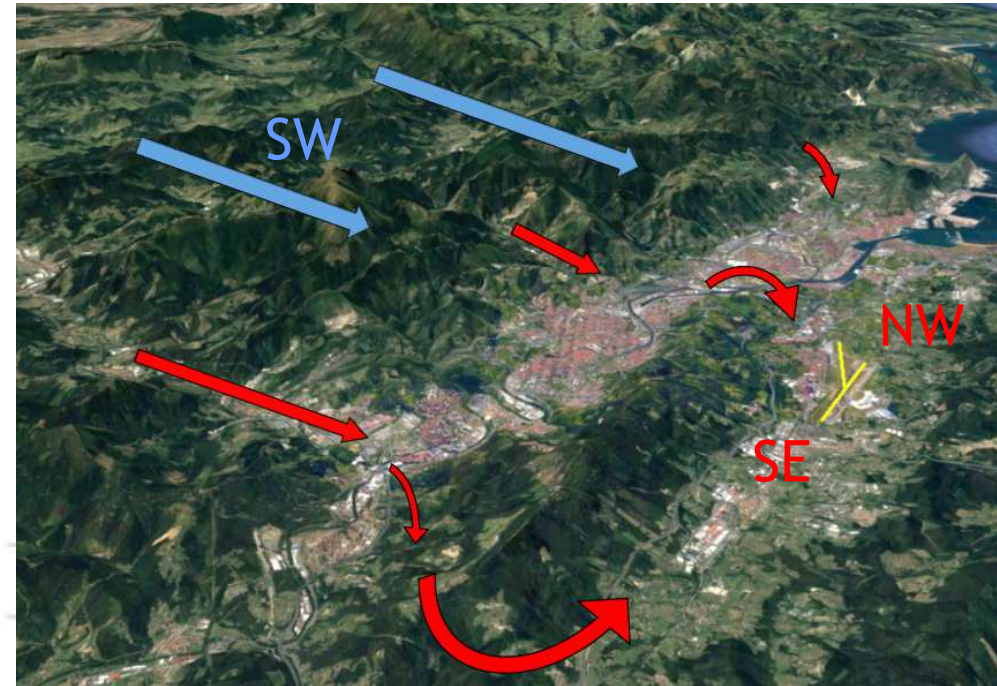
El más común



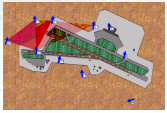
## Turbulencia



De momento no se ha observado con los datos



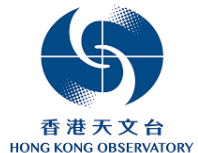




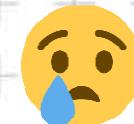
- La capacidad de detección del LLWAS es baja en Bilbao
- ↓ Falsas alarmas pero siguen siendo numerosas (orografía compleja)
- El LLWAS no puede detectar la cizalladura vertical (más común en Bilbao) ni la turbulencia.
- El sistema requiere una inversión fuerte en infraestructuras (antigüedad).

➡ AEMET retirará el LLWAS

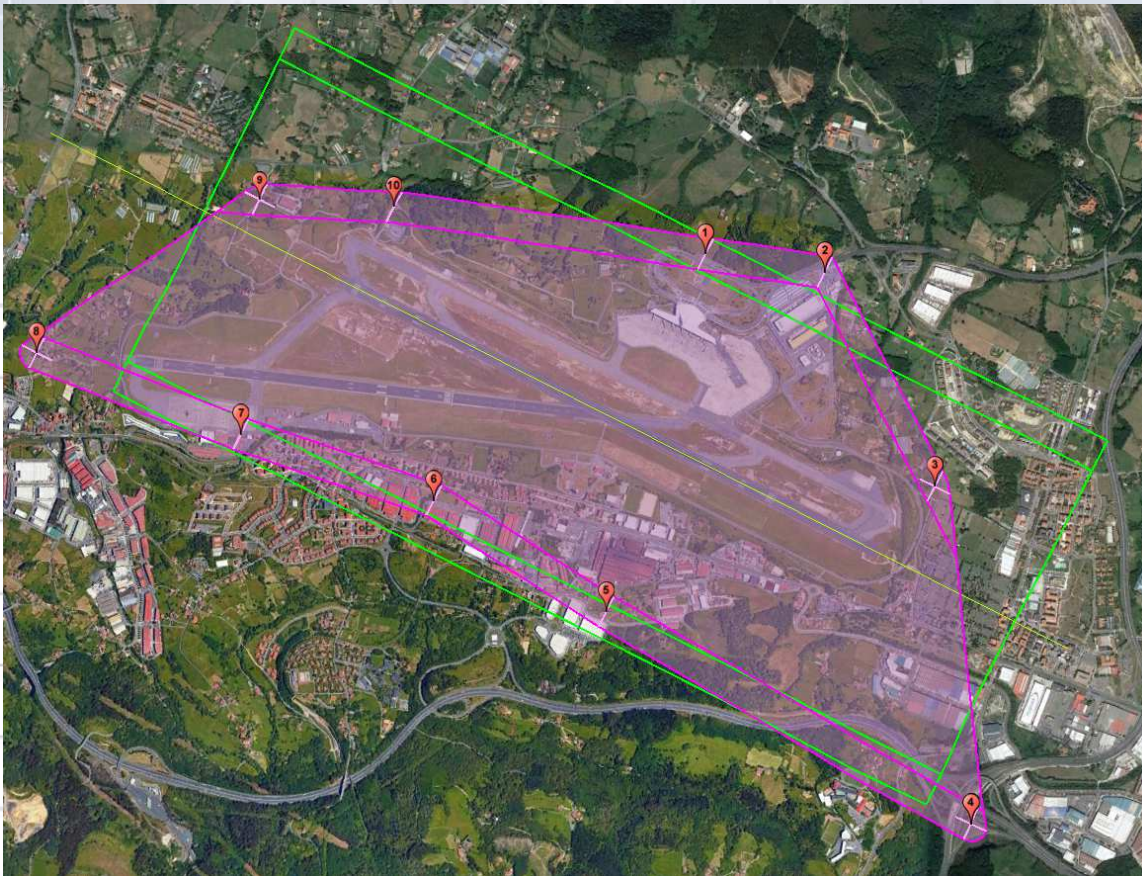
➡ Expediente Adquisición LIDAR Doppler 3D



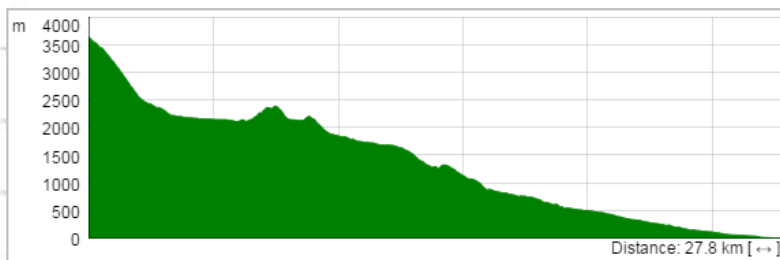
- No se ha detectado un patrón claro de cizalladura como en TFS (más allá de SW en altura y SE en superficie)



# Comparativa instalación LLWAS



## Bilbao



## Tenerife Sur





## Otras conclusiones y propuestas

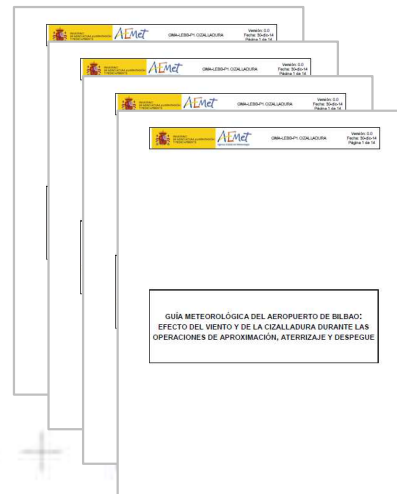
- La turbulencia tiene un peso muy importante en Bilbao
- La cizalladura es principalmente vertical y en aire seco
- Un 40% de casos con viento flojo en superficie -> Mejora AIP
- Resultados se recogerán en Guía Meteorológica Aeródromo



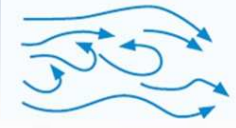








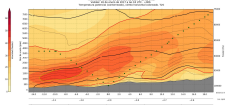

- **Objetivo:** recoger los diferentes fenómenos meteorológicos que pueden tener impacto en las operaciones aéreas de cada aeródromo
- 4 en 2018: Bilbao, Gran Canaria, A Coruña y Madrid Barajas

PLAN EMPRESARIAL 2017-2021

Servicios meteorológicos de apoyo a la navegación aérea



## Otras conclusiones y propuestas

- La turbulencia tiene un peso muy importante en Bilbao 
- La cizalladura es principalmente vertical y en aire seco  
- Un 40% de casos con viento flojo en superficie -> Mejora AIP 
- Resultados se recogerán en Guía Meteorológica Aeródromo 
- Actualización Registro de Peligros y Riesgos del aeropuerto 
- Propuesta de mejora registro frustradas 
- Propuesta de mejora comunicación TWR->OMA   
=> importancia WS en METAR
- Propuesta de curso de formación a TWR sobre WS y TURB 
- Se ha diseñado un nuevo producto de cortes verticales para la predicción aeronáutica 
- Nueva campaña de datos si se consigue instalar un LIDAR 



- Vueling
- Air Nostrum
- Iberia
- Air Europa
- Lufthansa
- Air France
- Norwegian
- Belair Airline
- KLM
- Swiftair
- American Airlines
- British Airways
- TAP Portugal
- Trade Air
- British regional
- Mandarin Airlines
- Avanti Air
- Arab Wings
- Eurowings
- Easy Jet
- Small planet airlines
- Swissair



La colaboración entre todos los agentes es fundamental



El objetivo es común:  
mejorar la seguridad en las operaciones aéreas