

ESTUDIO DE VIABILIDAD PARA LA APERTURA A LA AVIACIÓN CORPORATIVA EN EL AEROPUERTO DE SABADELL

Memoria del Trabajo Final de Máster Universitario
en Gestión Aeronáutica realizado por SARA
GRACIA ABILLA

y dirigido/supervisado por ANA MOLÉS CUBEDO

Sabadell, 19 de OCTUBRE de 2015

El/La abajo firmante,

ANA MOLÉS CUBEDO, directora del Aeropuerto de Sabadell

CERTIFICA:

Que el trabajo al que corresponde la presente memoria ha sido realizado bajo su supervisión por SARA GRACIA ABILLA

Y para que conste firma la presente.

Firmado: ANA MOLÉS CUBEDO

Sabadell, 19 de OCTUBRE de 2015

Resum

Aquest document mostra l'estudi de la viabilitat d'obrir al trànsit corporatiu a l'Aeroport de Sabadell.

Els principals objectius d'aquest projecte són l'estudi del trànsit que es podria absorbir a Sabadell i la inversió necessària per a que puguin operar les avionetes corporatives de curt i mitjà rang.

Durant el desenvolupament del projecte s'estudia la viabilitat i la inversió de l'augment de les distàncies declarades en 150 m i la possibilitat d'operar en VFRN i GNSS-GBAS.

Finalment, s'arriba a la conclusió que l'augment dels 150 m i la implementació del sistema VFRN serien beneficiosos per l'actual i futur trànsit de l'aeroport.

Resumen

Este documento muestra el estudio de viabilidad de apertura a la Aviación Corporativa en el Aeropuerto de Sabadell.

Los principales objetivos del proyecto son el estudio del tráfico aéreo que se podría absorber i la inversión necesaria para que las avionetas corporativas de corto y medio rango puedan operar.

Durante el proyecto se desarrolla la viabilidad y la inversión de aumentar en 150 m las distancias declaradas y la posibilidad de operar en VFRN y GNSS-GBAS.

Finalmente, se llega a la conclusión que el aumento de los 150 m y la implementación del sistema VFRN sería beneficioso para el aeropuerto.

Overview

This document shows the viability of absorbing Corporate Aviation in Sabadell Airport.

The main objectives of the project are the study of the short and mid-range corporate traffic that Sabadell could incorporate to their actual traffic and the necessary investment to make it possible.

During the project, the viability and the investment of increasing the declared distances in 150 m and make possible to operate with VFRN and GNSS-GBAS are developed.

Finally, it can be concluded that the increase of 150 m and the VFRN implementation would be beneficial to the actual and future Sabadell Airport traffic.

Contenido

Capítulo 1: Introducción.....	4
Capítulo 2: Introducción al Aeropuerto de Sabadell.....	5
2.1 Características físicas del Aeropuerto de Sabadell	6
2.2 Tráfico actual en el Aeropuerto de Sabadell.....	7
Capítulo 3: La Aviación Corporativa	9
3.1 Introducción a la aviación Corporativa	9
3.2 Tráfico de aviación Corporativa en BCN.....	9
3.3 Estudio de la longitud real del campo de vuelo para una LCR de1.000 y 1.090 m	11
3.4 Conclusiones.....	14
Capítulo 4: Modificación del campo de vuelo para albergar Aviación Corporativa.....	15
4.1 Alternativas de pista de vuelo, declarar mayor ASDA.....	15
4.2 Clave de referencia del aeródromo.....	17
4.3 Equipamiento para la ampliación de la ASDA	18
4.4 Conclusiones.....	18
Capítulo 5: Equipamiento del campo de vuelo para albergar operaciones VFRN y GNSS.....	20
5.1 Introducción al GNSS y al VFRN.....	20
5.1.1 GNSS	20
5.1.2 VFRN	21
5.2 Relación de equipo necesario VFRN vs GNSS-GBAS.....	21
Capítulo 6: Inversión del equipamiento de pista	27
6.1 Inversión para VFRN.....	27
6.2 Inversión para GNSS-GBAS	32
Capítulo 7: Conclusiones	36
Referencias.....	38

Capítulo 1: Introducción

En este documento se presenta el resultado de las prácticas realizadas en el departamento de dirección del Aeropuerto de Sabadell desde Junio del 2015 hasta Octubre de 2015.

Un posible futuro para el Aeropuerto de Sabadell pasa por la apertura a la aviación corporativa dentro de sus instalaciones. Como bien se sabe, el Aeropuerto de Barcelona, con un tráfico importante de aviación corporativa, quedará saturado y éste deberá ser absorbido por otro aeropuerto. Teniendo en cuenta la posición estratégica del Aeropuerto de Sabadell, se ha llevado a cabo un estudio de la viabilidad de absorber aviación corporativa en este aeropuerto.

Por tanto, los objetivos de este proyecto, resumidos en dos puntos, son:

- Estudio del tráfico corporativo que podría ser absorbido, con la infraestructura actual y con modificaciones en el campo de vuelo, en Sabadell
- Estudio del coste que supondría albergar aviación corporativa

A continuación, se desarrollaran más estos conceptos, se hará desde una introducción al Aeropuerto de Sabadell y a su entorno, pasando por los conceptos de aviación corporativa y el número de operaciones actuales en Sabadell y Barcelona. Se explicarán también las modificaciones teóricas que se deberían llevar a cabo en Sabadell para absorber el tráfico corporativo, el equipamiento necesario que necesita el campo de vuelo y la inversión que supondría tirar adelante con el proyecto. Finalmente, se llegará a unas conclusiones, en las que se determinará hasta qué punto se puede llegar actualmente en Sabadell y los posibles futuros proyectos.

Capítulo 2: Introducción al Aeropuerto de Sabadell

En este capítulo se conocerá más a fondo el aeropuerto de Sabadell y sus peculiaridades operativas por respecto al entorno.

El Plan Director del aeropuerto de Sabadell fue aprobado en 2001 y delimita el sistema general aeroportuario, SGA, en la siguiente imagen se puede ver el aeropuerto y su entorno.

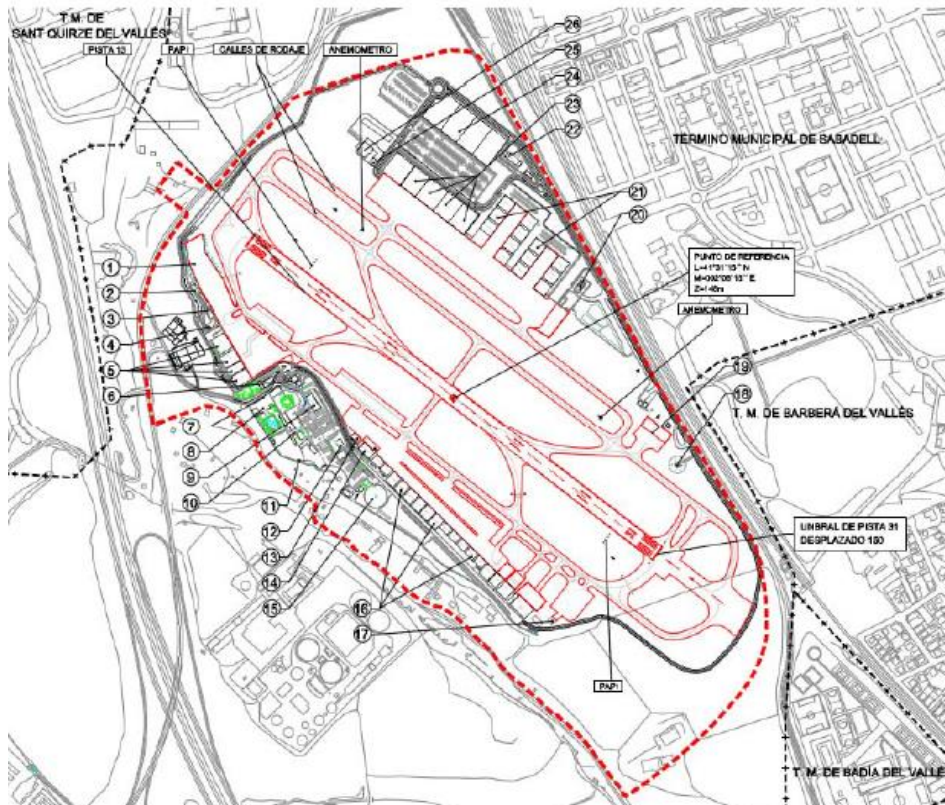


Imagen 2.1.1: SGA del aeropuerto de Sabadell

Como se puede ver en la imagen 2.1.1, el aeropuerto de Sabadell se encuentra en la Depresión Pre litoral, también conocida como Vallés-Penedés, que es una larga fosa tectónica de unos 200 km de longitud por unos 12 km de ancho. El aeropuerto está situado al Suroeste del término municipal de Sabadell, entre la carretera de Sabadell a Bellaterra (al Norte y al Oeste), la carretera de acceso de Sabadell a Badía y la vía de Renfe paralela a esta carretera (al Este), y un talud artificial causado por un aprovechamiento de tierras (al Sur). [1]

En la primera sección de este capítulo se explicarán las características físicas del aeropuerto, y la segunda sección estará centrada en el tráfico actual del aeródromo.

Como se puede ver en la imagen 2.1.2, el aeropuerto cuenta con una pista, con orientación magnética 127°/307°, de 1.050 metros de longitud por 30 metros de ancho, con una franja de 1.110 metros de longitud por 60 metros de ancho. Es importante notar que los últimos 150 metros de la pista 31, situada en el sureste con orientación magnética 307°, no son útiles para despegar y para aterrizar hay un umbral desplazado de 150 m, y en la pista 13, orientación magnética 127°, los últimos 150 m no son útiles. Por tanto, todas las distancias declaradas para la operación de aeronaves en el Aeropuerto de Sabadell son de 900 metros.

Finalmente, la resistencia de la pista, calles de rodaje y plataforma del aeropuerto está establecida en 1.222 kg de masa máxima permisible a las aeronaves y de presión máxima de los neumáticos de 0,19 MPa. [2]

Tabla 2.1.1: Características físicas de la pista de vuelos

RWY	Orientación Direction	DIM (m)	THR PSN	THR ELEV TDZ ELEV	SWY (m)	CWY (m)	Franja (m) Strip (m)	OFZ	RESA (m)	RWY/SWY SFC PCN
13 (1) (4)	127.09° GEO 127° MAG	1050 x 30	413124.04N 0020602.63E	THR: 148 m / 485 ft TDZ: No	No	No	1110 x 60	No	No	Asfalto/Asphalt 1222 Kg / 0.19 MPa SWY: No
31 (2) (3)	307.09° GEO 307° MAG	1050 x 30	413106.45N 0020633.58E	THR: 136m / 445 ft TDZ: No	No	No	1110 x 60	No	No	Asfalto/Asphalt 1222 Kg / 0.19 MPa SWY: No

Tabla 2.1.2: Distancias declaradas de la pista de vuelos

13. DISTANCIAS DECLARADAS		DECLARED DISTANCES			
RWY	TORA (m)	TODA (m)	ASDA (m)	LDA (m)	
13	900 (1)	900 (1)	900 (1)	900 (1)	
31	900 (2)	900 (2)	900 (2)	900 (3)	
13 INT C	646	646	646	646	
13 INT B	673	673	673	673	
31 INT A	471	471	471	471	
31 INT D	498	498	498	498	
31 INT E5	759	759	759	759	
31 INT E6	778	778	778	778	
31 INT T5	772	772	772	772	

2.2 Tráfico actual en el Aeropuerto de Sabadell

En la siguiente tabla se muestra el tráfico más significativo del aeropuerto de Sabadell en 2014, en el que se operaron un total de 27.060 movimientos de llegadas y salidas.

Tabla 2.2.1: Tráfico de Sabadell en 2014 [2]

TIPO AVIÓN	Operaciones Total
CESSNA SINGLE PISTON	7.854
PIPER (LIGHT AIRCRAFT-SINGLE P	2.529
AEROSPATIALE AS 350 ECUREUIL	2.356
PIPER (LIGHT AIRCRAFT TWIN PIS	1.391
CESSNA (LIGHT AIRCRAFT)	794
PARTENAVIA P.68	768
CESSNA CITATION	300
BEEHCRAFT SINGLE PISTON	151
PIPER (LIGHT AIRCRAFT)	130
BEEHCRAFT TWIN TURBOPROP	122

Como se puede ver en la tabla anterior, el tipo de avión que opera en Sabadell es de aviación general y por tanto ligero. Operan gran variedad de modelos con configuraciones monomotor y bimotor, propulsadas mayoritariamente por motores de hélice. Además una proporción importante del tráfico es de helicópteros, que significan aproximadamente el 30% de las operaciones totales, y el 70% restante son aeronaves de ala fija.

Capítulo 3: La Aviación Corporativa

En este capítulo se hará una introducción a la aviación Corporativa y se mostrarán los datos de operaciones de salidas y llegadas de ésta en el Aeropuerto de Barcelona.

3.1 Introducción a la aviación Corporativa

El sector aeronáutico admite varias clasificaciones, entre ellas una refiriéndose al uso de la aeronave. Dentro de esta clasificación, existen tres grupos:

- Aviación Militar
- Aviación Comercial (incluyendo correo aéreo y cargo)
- Aviación General

La aviación Corporativa se encontraría dentro del grupo de Aviación General y de Trabajos Aéreos, ya que se trata de un vuelo civil que no es de compañías aéreas regulares o chárter. En general, el tamaño de las aeronaves que abarca la Aviación General, en adelante AG, son aquellas con máximo peso al despegue, MTOW, entorno a los 6.000 kg. De todos modos, cualquier tipo de reactor de negocios privados, helicópteros o aviones civiles con fines distintos a los de una línea regular, también están considerados AG.

La principal característica de este tipo de aviación es que, como todas las aeronaves son más pequeñas que las de Aviación Comercial, pueden operar en aeropuertos más pequeños o incluso en campo abierto. Por tanto, la gran ventaja es que estas aeronaves pueden aterrizar en casi cualquier sitio y llegar a lugares inaccesibles para las líneas aéreas regulares.

El mercado de la AG ha sido históricamente estable, con algunos altibajos debidos a las condiciones económicas, tanto en la producción como en el número de vuelos. Los datos más fiables a escala mundial son los que facilitan la Asociación de Propietarios de Avión y Pilotos, AOPA, y la General Aviation Manufacturers Association, GAMA. Según AOPA, en el periodo 2005-2006, la AG representaba el 60% de las horas de vuelo y más del 75% del total de las operaciones. Sin embargo, estos vuelos sólo se corresponden al 10% de la facturación total del sector, por lo que podemos notar la gran importancia de la AG en nuestro sector en cuánto operaciones, aunque la facturación no sea muy elevada.

Además, dentro de la AG, ha aparecido recientemente el concepto de Very Light Jet, VLJ, que son aeronaves muy ligeras, de bajo coste tanto de mantenimiento como de operaciones, las cuales pueden dar lugar a un crecimiento importante de este sector. [3]

3.2 Tráfico de aviación Corporativa en BCN

El aeropuerto de Barcelona-El Prat se puede definir como el aeropuerto estratégico d referencia del espacio euro-mediterráneo, ya que se encuentra situado a tan sólo 15 km del centro de Barcelona y a 3 km del puerto.

En el año 2014, el aeropuerto de Barcelona registró 15.440 operaciones de salidas y llegadas de tráfico no regular, entre el que se encuentran vuelos chárter y vuelos privados. Analizando los datos ofrecidos por Aena, se puede saber con bastante exactitud, el número de operaciones registradas en Barcelona trasladables por el tipo de avión usado a Sabadell.

En la siguiente tabla se muestra el tráfico por tipo de avión que podría ser trasladado a Sabadell teniendo en cuenta una pista con Longitud de Campo de Referencia, LCR, de despegue de 750,2 m o 875, 2 m, ver apartado 3.3 para la explicación de la LCR.

Tabla 3.2.1: Tráfico de Barcelona trasladable a Sabadell en 2014

TIPO AVIÓN	Operaciones Total	LCR Avión	ASDA = 900m LCR_D = 750,2 m	ASDA = 1.050m LCR_D = 875,2 m	MTOW
Total op. no regulares	15.440				
Total op. trasladables a QSA	4.282				
CESSNA CITATION	2.436	893	NO	NO	5.375
LEARJET	457	912	NO	NO	9.752
BEECHCRAFT TWIN TURBOPROP	362	643	SI	SI	5.670
DESCONOCIDO	204				
CESSNA 510 MUSTANG CITATION	115	948	NO	NO	3.921
EMBRAER EMB-505 PHENOM 300	111	956	NO	NO	8.150
FAIRCHILD METRO/MERLIN/EXPEDIT	95	731	SI	SI	5.669
PIAGGIO AVANTI P180	52	868	NO	SI	5.488
CESSNA (LIGHT AIRCRAFT)	45	626	SI	SI	3.629
EMBRAER EMB-500 PHENOM 100	35	952	NO	NO	4.750
FAIRCHILD DORNIER 328	18	1.088	NO	NO	13.990
PILATUS PC-12	16	452	SI	SI	4.740
CESSNA 560 CITATION	10	963	NO	NO	7.543
PIPER (LIGHT AIRCRAFT - TWIN TU	10	556	SI	SI	2.155
BEECHCRAFT (LIGHT AIRCRAFT)	8	826	NO	SI	4.581
CESSNA 500 / 501 / 525 CITATIO	7	893	NO	NO	4.810
PIPER (LIGHT AIRCRAFT- SINGLE P	7	637	SI	SI	2.310
PIPER (LIGHT AIRCRAFT)	4	532	SI	SI	5.080
SOCATA TBM-700	4	505	SI	SI	1.150
CESSNA TWO TURBO	3	750	SI	SI	4.467
ANTONOV AN-12	2	700	SI	SI	61.000
BEECHCRAFT C 99	2	975	NO	NO	4.944
BEECHCRAFT TWIN PISTON	2		SI	SI	

CESSNA LIGH AIRCRAFT-TWIN PIST	2		SI	SI	
DE HAVILLAND DHC-6 TWIN OTTER	2	695	SI	SI	5.670
ECLIPSE 500	2	657	SI	SI	2.558
FAIRCHILD DORNIER 228	1	700	SI	SI	5.700
PIPER (LIGHT AIRCRAFT TWIN PIS	1	556	SI	SI	2.155

Tal y como se puede ver en la tabla anterior, si la pista del aeropuerto de Sabadell tuviera una con ASDA de 1.050 metros, se podrían absorber 4.016 operaciones de salidas y llegadas más anualmente de aviación privada. Cuando hablamos de aviación comercial, en la que se tienen que tener en cuenta los márgenes de seguridad operacional y que por tanto la longitud del campo de referencia es delimitante, LCR de 875,2 m, se puede observar que tan sólo se podrían trasladar de Barcelona a Sabadell 882 operaciones de salidas y llegadas más.

Según el contacto de Executive Airlines, nos comentan que si en el aeropuerto de Sabadell pudiera operar un Cessna Citation Ultra o XLS, pista de LCR de 1.000-1.090 m, sería un aeropuerto muy interesante para los directores de las empresas de los alrededores del Vallés que necesitan volar a Europa y que podrían hacerlo sin tener que entrar en Barcelona, en lo que invierten mucho tiempo. Y también hay que contar el caso inverso, que muchas aerolíneas extranjeras aportarían operaciones en Sabadell porque sus directivos no perderían el tiempo entrando y atravesando Barcelona. Además, es importante saber que el Nuevo Edificio Terminal del aeropuerto de Sabadell cuenta con toda la infraestructura necesaria para el desarrollo de actividades corporativas (salas VIP, registro de equipajes, guardia civil, etc).

Se debe tener en cuenta que el aeropuerto de Barcelona quedará saturado a medio-largo plazo, y que todas las operaciones de aviación privada van a tener que ser trasladadas a otro aeropuerto, en el que Sabadell sería un posible destino, al igual que se están barajando las posibilidades de los aeropuertos de Ódena o Manresa.

Finalmente, comentar que los fabricantes no están apostando por los Very Light Jets, VLJ, sino que en principio están y seguirán desarrollando Light Jets, LJ, con más capacidad, MTOW, y menor requerimiento para el aeropuerto, LCR. Por tanto, la pista del aeropuerto de Sabadell para LJ, aunque se aumente la LCR hasta los 875,2 m, seguirá siendo corta para absorber sus operaciones con los márgenes de seguridad operacional necesarios.

3.3 Estudio de la longitud real del campo de vuelo para una LCR de 1.000 y 1.090 m

Para saber si es posible que el aeropuerto de Sabadell pueda tener una pista con 1.000 y 1.090 m de longitud del campo de referencia, hay que saber cuál sería la longitud real. Y para esto, los 1.000 y 1.090 m de LCR se deben corregir por elevación, temperatura y pendiente.

Según el Manual de Diseño de Aeródromos, las correcciones comentadas con anterioridad se harán tal que:

- La longitud básica seleccionada para la pista debería aumentarse a razón del 7% por cada 300 m de elevación.
- La longitud de la pista determinada a tenor del punto anterior debería aumentarse a su vez a razón del 1% por cada 1°C en que la temperatura de referencia del aeródromo exceda a la temperatura de la atmósfera tipo correspondiente a la elevación del aeródromo. Sin embargo, si la corrección total por elevación y temperatura fuera superior al 35%, las correcciones necesarias deberían obtenerse mediante un estudio al efecto. Las características operacionales de determinados aviones pueden indicar que estas constantes de corrección, por elevación y temperatura, no son adecuadas, y que podría ser necesario modificarlas en base a los resultados que se obtengan en un estudio aeronáutico que tome en consideración las condiciones que existan en el lugar en cuestión y los requisitos operacionales de tales aviones.
- Cuando la longitud básica determinada por los requisitos del despegue sea de 900 m o más, dicha longitud debería a su vez aumentarse a razón de un 10% por cada 1% de pendiente de pista determinada. [4]

Teniendo en cuenta, las características físicas, explicadas en el Capítulo 2.1, y aplicando los enunciados anteriores, se puede saber la longitud real que necesitaría tener el aeropuerto.

Tabla 3.3.1: Resumen características físicas del aeropuerto de Sabadell

LCR, L ₁ (m)	LCR, L ₂ (m)	T _{ref} (°C)	Elevación, h (m)	Elevación thr 13 (m)	Elevación thr 31 (m)
1000	1090	30	148	147,88	135,78

Para conseguir una LCR de 1.000 m:

- Corrección por elevación:

$$L_h = L_1 * \left(1 + \frac{0,07 * h(m)}{300}\right) = 1000 * \left(1 + \frac{0,07 * 148}{300}\right) = 1.034,53 \text{ m}$$

- Corrección por temperatura:

$$L_T = L_h * (1 + 0,01 * (T_{ref} - T_{sh})) = 1.034,53 * (1 + 0,01 * (30 - 14,038)) = 1.199,67 \text{ m}$$

Dónde:

$$T_{sh} = T_{sh=0} - \frac{6,5 * h}{1000} = 15 - \frac{6,5 * 148}{1000} = 14,038 \text{ } ^\circ\text{C}$$

- Corrección por pendiente:

$$L_p = L_T * (1 + 0,1 * p(\%)) = 1.199,67 * (1 + 0,1 * 1,21) = 1.344,83 \text{ m}$$

Dónde:

$$p(\%) = \frac{thr\ 13 - thr31}{L} = \frac{147,88 - 135,88}{1000} = 1,21\%$$

Por tanto, para que la longitud del campo de referencia sea de 1.000 m, tenemos que tener un campo de vuelo con una longitud real de 1.344,83 m.

Para conseguir una LCR de 1.090 m:

- Corrección por elevación:

$$L_h = L_2 * \left(1 + \frac{0,07 * h(m)}{300}\right) = 1090 * \left(1 + \frac{0,07 * 148}{300}\right) = 1.127,64 \text{ m}$$

- Corrección por temperatura:

$$L_T = L_h * (1 + 0,01 * (T_{ref} - T_{sh})) = 1.127,64 * (1 + 0,01 * (30 - 14,038)) = 1.307,64 \text{ m}$$

- Corrección por pendiente:

$$L_p = L_T * (1 + 0,1 * p(\%)) = 1.307,64 * (1 + 0,1 * 1,11) = 1.452,78 \text{ m}$$

Dónde:

$$p(\%) = \frac{thr\ 13 - thr31}{L} = \frac{147,88 - 135,88}{1090} = 1,11\%$$

Por tanto, para que la longitud del campo de referencia sea de 1.090 m, tenemos que tener un campo de vuelo con una longitud real de 1.452,78 m.

3.4 Conclusiones

Para poder albergar una gran parte de las operaciones de aviación corporativa comercial de bajo alcance, la pista debería tener una longitud real de unos 1.400 m. Aunque el aeropuerto de Sabadell está preparado en cuanto a infraestructuras para albergar la aviación corporativa, la pista no es lo suficientemente larga. Y la inversión necesaria para disfrutar de una pista de unos 1.400m es demasiado elevada (expropiación de terrenos, pavimentación de la nueva pista, balización de la nueva pista, cumplir con las zonas libres de obstáculos y señalar los que haya en las inmediaciones, etc). Como se ha explicado en el Capítulo 2, al Oeste de la pista, más allá de la cabecera 13 se encuentra la carretera BV-1414 que se dirige a la ciudad de Sabadell, y por el lado de la cabecera 31 se encuentra el complejo deportivo de Badía del Vallés y la línea de ferrocarril, por lo que las expropiaciones son complicadas.

Capítulo 4: Modificación del campo de vuelo para albergar Aviación Corporativa

Como se ha visto en el apartado 2 del capítulo anterior, si la pista de Sabadell tuviera una LCR de 875,2 metros, 4.016 operaciones de salida y llegada del Aeropuerto de Barcelona podrían ser absorbidas en el Aeropuerto de Barcelona.

Por tanto, en este capítulo se va a estudiar la posibilidad de aumentar la distancia de aceleración parada, ASDA, en 150 metros de la actual pista de Sabadell para conseguir los 875,2 metros de LCR. Así mismo, para poder ofrecer servicios por la noche, se estudiará la posibilidad de hacer aproximaciones con el sistema global de navegación por satélite, GNSS, o con vuelo visual nocturno, VFRN.

4.1 Alternativas de pista de vuelo, declarar mayor ASDA

Para poder determinar mayores distancias declaradas de la pista de vuelo de Sabadell hay tres opciones diferentes. En todos los casos se pretende mantener los umbrales de aterrizaje, ya que son los puntos que definen las superficies limitadoras de obstáculos (SLO) y tal y como se puede ver en los planos de obstáculos actuales hay un gran número en las proximidades a ambas cabeceras, por lo que no nos interesa cambiarlos. En las siguientes imágenes, se muestran los planos de obstáculos de ambas cabeceras:

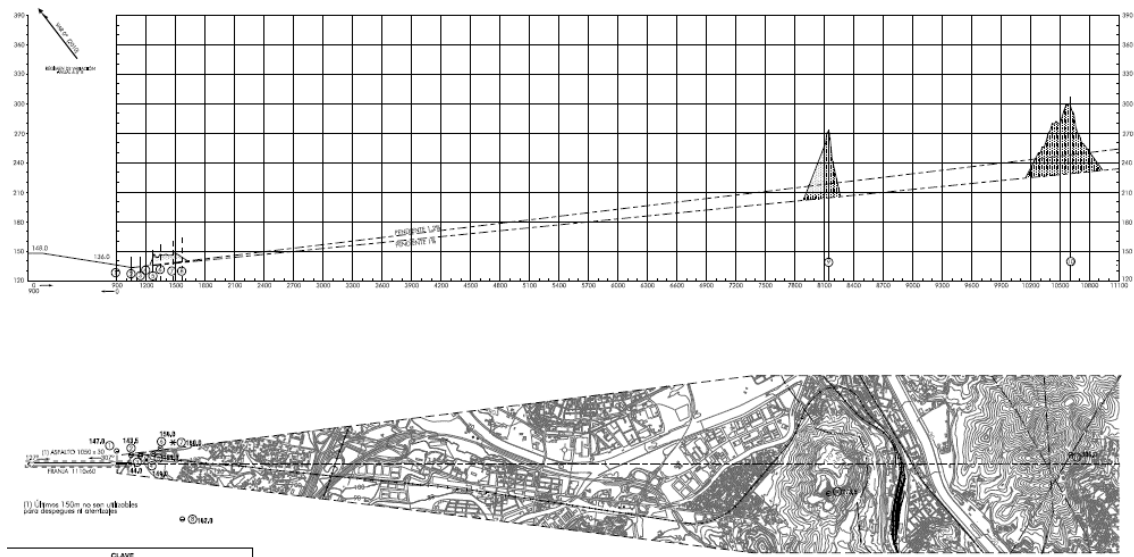


Imagen 4.1.1: Plano de obstáculos de la cabecera 13

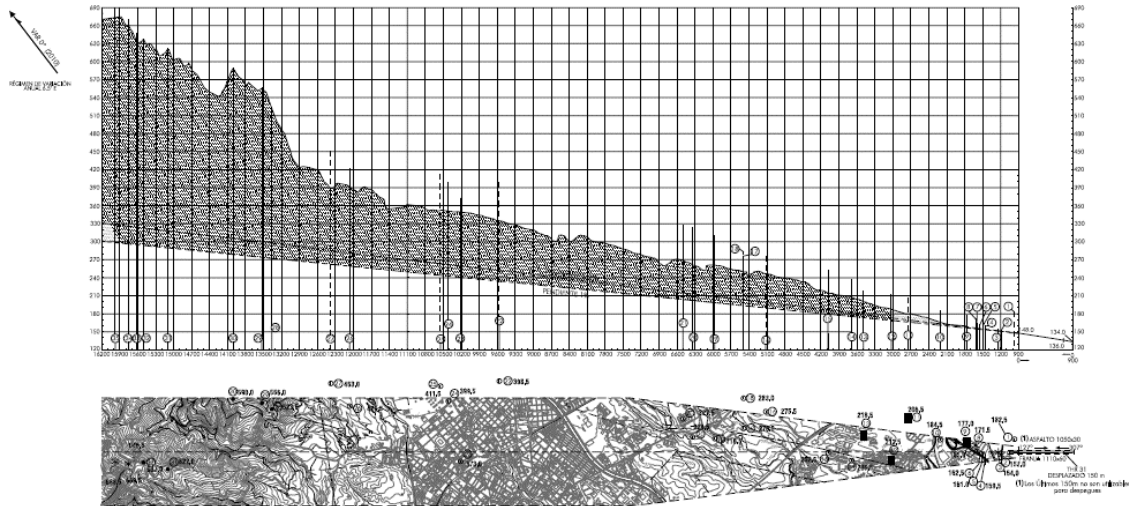


Imagen 4.1.2: Plano de obstáculos de la cabecera 31 [2]

La primera alternativa para aumentar la pista a 1.050 m sería declarar la zona de pista actual entre el extremo de despegue de la pista 31 y el umbral de aterrizaje de la pista 13 como zona de parada, SWY, de la pista 31. Tal y como se muestra en la siguiente imagen, la ASDA quedaría ampliada 150 m, llegando así a los 1.050 m.

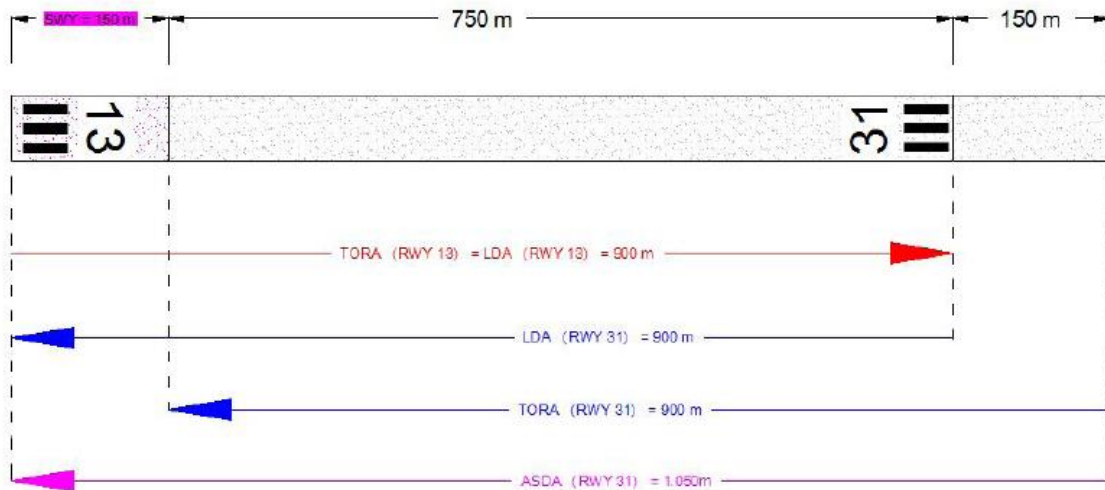


Imagen 4.1.3: Alternativa de aumento de la ASDA, pista 31

La segunda opción sería definir los 150 m más allá de la pista 13 como SWY, y del mismo modo que en el caso anterior, la ASDA sería de 1.050 m, tal y como se ve a continuación:

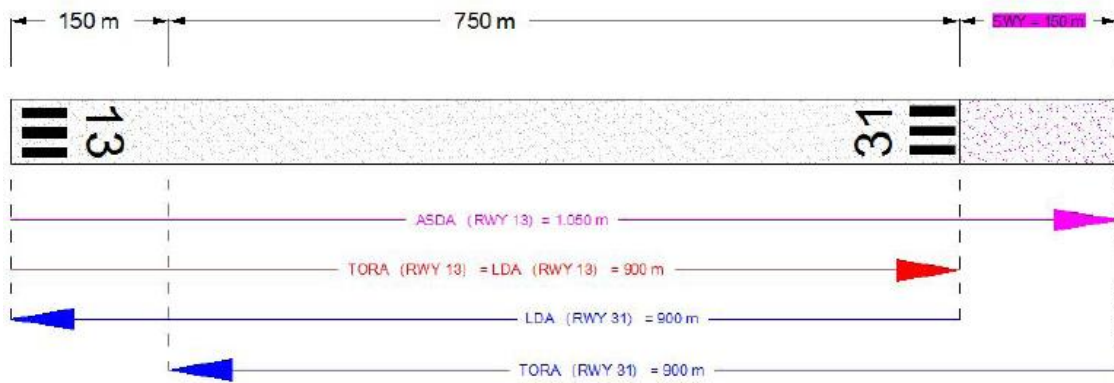


Imagen 4.1.4: Alternativa de aumento de la ASDA, pista 13

Y finalmente, la tercera opción sería considerar SWY los últimos 150 m de ambos extremos de pista, por lo que la ASDA de ambas pista quedaría definida con 1.050 m ¹.

Es importante tener en cuenta que los 1.050 m declarados de ASDA no serán totalmente reales, tal como se ha explicado en el Capítulo 2, Características físicas del aeropuerto de Sabadell, aplicando las correcciones por elevación, 148 m, y temperatura, 30°C, la longitud del campo de referencia de despegue son 875,2 m. [5]

4.2 Clave de referencia del aeródromo

La clave de referencia de un aeródromo consta de un número y de una letra. En la siguiente tabla se muestra como se asocia la clave de referencia al aeródromo:

¹ Para conseguir que la ASDA de ambas pistas sea de 1.050 m, se debería anular el umbral desplazado de la pista 31, y habilitar los últimos 150 m para despegues de la pista 13 y 31

Tabla 4.2.1: Clave de referencia del aeródromo: [6]

Núm. de clave (1)	Elementos 1 de la clave		Elementos 2 de la clave	
	Longitud de campo de referencia del avión (2)	Letra de clave (3)	Envergadura (4)	Anchura exterior entre ruedas del tren de aterrizaje principal ^a (5)
1	Menos de 800 m	A	Hasta 15 m (exclusive)	Hasta 4,5 m (exclusive)
2	Desde 800 m hasta 1 200 m (exclusive)	B	Desde 15 m hasta 24 m (exclusive)	Desde 4,5 m hasta 6 m (exclusive)
3	Desde 1 200 m hasta 1 800 m (exclusive)	C	Desde 24 m hasta 36 m (exclusive)	Desde 6 m hasta 9 m (exclusive)
4	Desde 1 800 m en adelante	D	Desde 36 m hasta 52 m (exclusive)	Desde 9 m hasta 14 m (exclusive)
		E	Desde 52 m hasta 65 m (exclusive)	Desde 9 m hasta 14 m (exclusive)
		F	Desde 65 m hasta 80 m (exclusive)	Desde 14 m hasta 16 m (exclusive)

a. Distancia entre los bordes exteriores de las ruedas del tren de aterrizaje principal.

De la tabla anterior, se puede deducir, que la clave de referencia del aeropuerto de Sabadell actualmente es 1-B (LCR menos de 800 m, envergadura de 15 a 24 m y anchura exterior entre ruedas del tren de aterrizaje principal de 4,5 a 6 m).

Y que con la alternativa de campo de vuelo que se propone, la clave del aeródromo sería 2-B, ya que la pista aumentaría su LCR de 800 m hasta 1.200 m.

4.3 Equipamiento para la ampliación de la ASDA

Primero de todo, el peso máximo al despegue de las aeronaves que están operando y de las futuras posibles usuarias en Sabadell está por encima de los 1.222 kg y 0,19 MPa que actualmente soportan los pavimentos de pista, calles de rodaje y plataforma, tal y como se indica en el Capítulo 2.1. La resistencia de los pavimentos del aeropuerto de Sabadell fue determinado en 2006 y tendría que ser revisado en 2016, para así poder soportar aeronaves y helicópteros más pesados.

También hay que tener en cuenta, que al aumentar las distancias declaradas, la franja de la pista aumenta y a consecuencia la carretera perimetral que se encuentra al Este de la pista, en la cabecera 31, tendría que ser desviada o cortada en esa zona.

4.4 Conclusiones

De todas las posibilidades barajadas en este capítulo, se recomienda adecuar los últimos 150 m de la pista 13 para que la ASDA sea de 1.050 m. Esto supondría que las avionetas ligeras que

operan actualmente, tuvieran unos márgenes más grandes para operar y que avionetas corporativas cubran los márgenes de seguridad operacional para poder operar transportando pasajeros o carga.

Aprovechando que en 2016 se tiene que hacer la revisión de la capacidad portante del pavimento del área de movimiento, se recomienda revisarla para el campo de vuelo, las calles de rodaje y la plataforma para la aeronave más usada actualmente, la Cessna Citation de un pistón, y para los jets que pudieran operar en un futuro cercano.

Capítulo 5: Equipamiento del campo de vuelo para albergar operaciones VFRN y GNSS

Para poder albergar al máximo tráfico de aviación Corporativa, el horario de apertura debe ser mayor, y para esto se estudia la implantación del sistema global de navegación por satélite, GNSS o la operación en visual nocturna, VFRN.

5.1 Introducción al GNSS y al VFRN

Antes de estudiar el equipo necesario y la relación de costes que supondría implementar cada uno de los sistemas, se explicará brevemente en qué se basa la navegación por satélite y la visual de noche.

5.1.1 GNSS

El sistema global de navegación por satélite se puede describir como un sistema mundial de posicionamiento y tiempo, el cual incluye una o más constelaciones de satélite, receptores de aeronave y vigilancia de la integridad del sistema, con un sistema de aumento, el más común el Ground Based Augmentation System, GBAS. Actualmente, el GNSS tiene dos constelaciones operativas, el GPS (EEUU) y el GLONASS (Rusia).

El funcionamiento del GBAS es muy sencillo, y consta de tres segmentos: el espacial, el de control y el del usuario. En la siguiente imagen se muestra el funcionamiento de una operación con GBAS:

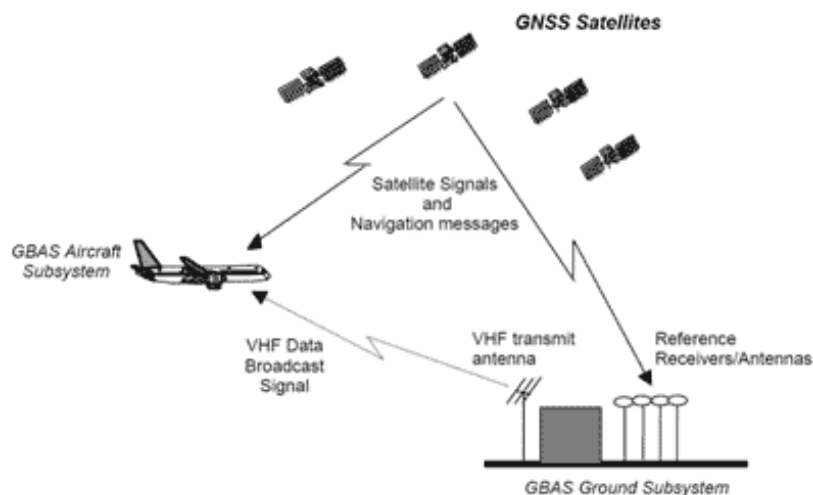


Imagen 5.1.1.1: Funcionamiento del GBAS

El segmento espacial es el que a través de los satélites GNSS proporciona a las aeronaves y al sistema GBAS la información necesaria para determinar la pseudo-distancia a la que se encuentra la aeronave de un punto de referencia exacto.

El segmento de tierra, sistema GBAS, será el que monitorice las señales de los satélites, calcule y emita las correcciones de la pseudo-distancia, de los parámetros de integridad y de datos locales relevantes (como el bloque de datos del Segmento de Aproximación Final –FAS-), para definir la trayectoria en el espacio permitiendo las aproximaciones de precisión.

Finalmente el segmento aéreo o de usuario, es el embarcado en la aeronave, que recibe las señales de los satélites y de la estación GBAS, y suministra información de navegación y guiado tanto al piloto automático, AFCS, como a la tripulación de vuelo. [7]

5.1.2 VFRN

En cuanto a la reglas de vuelo visual nocturno, es el mismo concepto que las reglas de vuelo visual, pero que se realiza entre la puesta y la salida del sol. Es decir que es el propio piloto el que se genera el plan de vuelo y se guiará teniendo en cuenta puntos de referencia visuales tales como campanarios, ríos, ciudades, etc.

5.2 Relación de equipo necesario VFRN vs GNSS-GBAS

En la siguiente tabla, se muestran las ayudas visuales necesarias según la European Aviation Safety Agency, EASA, que el aeródromo debería instalar para poder ofrecer estos servicios.

Tabla 5.2.1: Ayudas visuales VFRN y GNSS-GBAS [8]

REFERENCIA	Iluminación o señalización	VFRN	GNSS	¿Disponible en Sabadell?
CS ADR- DSN.K.490	iluminación por lo menos de un indicador de la dirección del viento	SI (R)	SI (R)	SI
CS ADR- DSN.K.495	Señal designadora de pista y de eje de pista	SI	SI	SI
CS ADR- DSN.L.525	Señal de umbral	NO	SI	SI
CS ADR- DSN.L.540	Señal de punto de visada (nº clave 2, 3, 4)	NO	SI , SI(R) clave 1	NO
CS ADR- DSN.L.545	Señal de zona de toma de contacto (nº clave 2, 3, 4)	NO	SI	NO
CS ADR- DSN.M.620	Faro de aeródromo	SI	NO	NO
CS ADR- DSN.M.626	Sistemas de iluminación de aproximación	NO	SI*	NO

CS	ADR- DSN.M.640/645	Sistemas visuales indicadores de pendiente de aproximación (PAPI)	SI	SI	SI, añadir el ala derecha en cada umbral
CS	ADR- DSN.M.670	Luces de identificación del umbral de pista (si el umbral esta desplazado del extremo de pista permanentemente)	SI	SI	SI
CS	ADR- DSN.M.675	Luces de borde de pista	SI	SI	SI
CS	ADR- DSN.M.680	Luces de umbral de pista (cuando no se disponga de luces de barra de ala)	SI	SI	SI
CS	ADR- DSN.M.685	Luces de extremo de pista	SI	SI	SI
CS	ADR- DSN.M.720	Luces de borde de calle de rodaje y plataforma (excepto cuando pueda obtenerse una guía adecuada mediante iluminación de superficie o por otros medios)	SI	SI	NO
CS	ADR- DSN.M.705	Luces de zona de parada	SI	SI	NO
CS	ADR- DSN.N.780	Iluminación de los letreros	SI	SI	NO
CS	ADR- DSN.N.785	Letreros de información	SI	SI	NO
CS	ADR- DSN.Q.840	Iluminación de los obstáculos que vulneren las superficies limitadoras de obstáculos	SI	SI	SI
CS	ADR- DSN.S.895	Fuente secundaria de energía eléctrica (15 segundos)	SI	SI	SI
CS	ADR- DSN.T.905	Servicio de Extinción de Incendios adecuado	SI	SI	SI

(R) Recomendación

*Cuando sea materialmente posible

Como se puede ver en la tabla anterior, el equipo necesario para implementar el vuelo visual nocturno consta básicamente de balizas para iluminar calles de rodaje, plataforma, zonas de parada y letreros. También sería necesario instalar un faro de aeródromo y un letrero de información en cada calle de salida, y como mejora, sería conveniente instalar el ala derecha de ambos PAPIs.

En cuanto al equipamiento necesario para la implementación del GNSS-GBAS, sería necesario todo lo comentado para las operaciones en visual nocturno, excepto el faro de aeródromo. Y además, se tendría que señalar el punto de visada y la zona de toma

de contacto, y si fuera materialmente posible, se tendría que instalar el sistema de aproximación de CAT I. Finalmente, para poder recibir y transmitir la señal de los satélites a la aeronave, el sistema GNSS con sistema de aumentación GBAS necesitará instalar en el aeropuerto:

- 4 Antenas GPS (Receptor)
- Estación de transmisión (Transmisor) [7]

A parte del equipo necesario especificado en la tabla 5.2.1, será necesario material adicional para la canalización y la alimentación de todas las balizas, que es:

- Transformadores de aislamiento
- Arquetas para los transformadores
- Basamentos
- Reguladores
- Vallas
- Cable primario y secundario
- Peine en todas las calles de rodaje y plataforma

Y finalmente, una vez se haya instalado el equipo necesario, se tendrá que modificar el cuadro de balizamiento, ya que se habrán instalado 7 reguladores más, y el sistema de mando y presentación del balizamiento.

Para finalizar esta sección, se muestran a continuación el sistema de aproximación que se debería instalar, los letreros de información y las balizas de calle de rodaje, plataforma y zona de parada.

Primero, se muestra el sistema de aproximación sencillo, que sería el que se pondría para los vuelos VFRN, aunque ya se ha visto que no es necesario pero sí recomendable. Y a continuación, el sistema de aproximación de CAT I, que sería el que se tendría que instalar si fueran materialmente posibles vuelos con GNSS-GBAS.

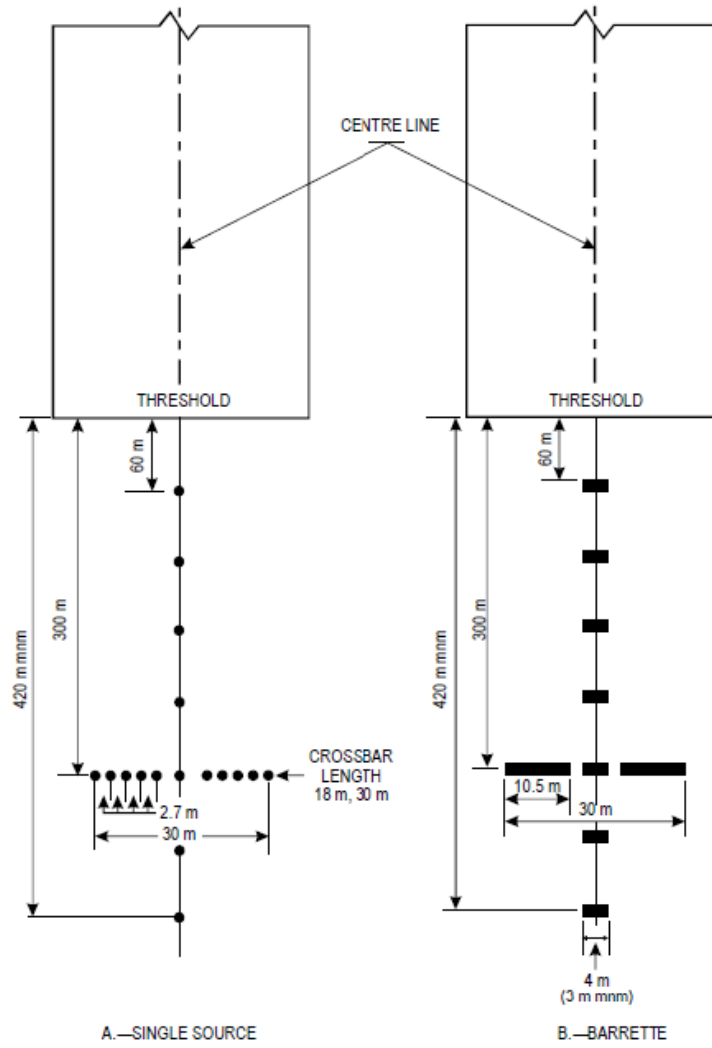


Imagen 5.2.1: Sistema de aproximación sencillo

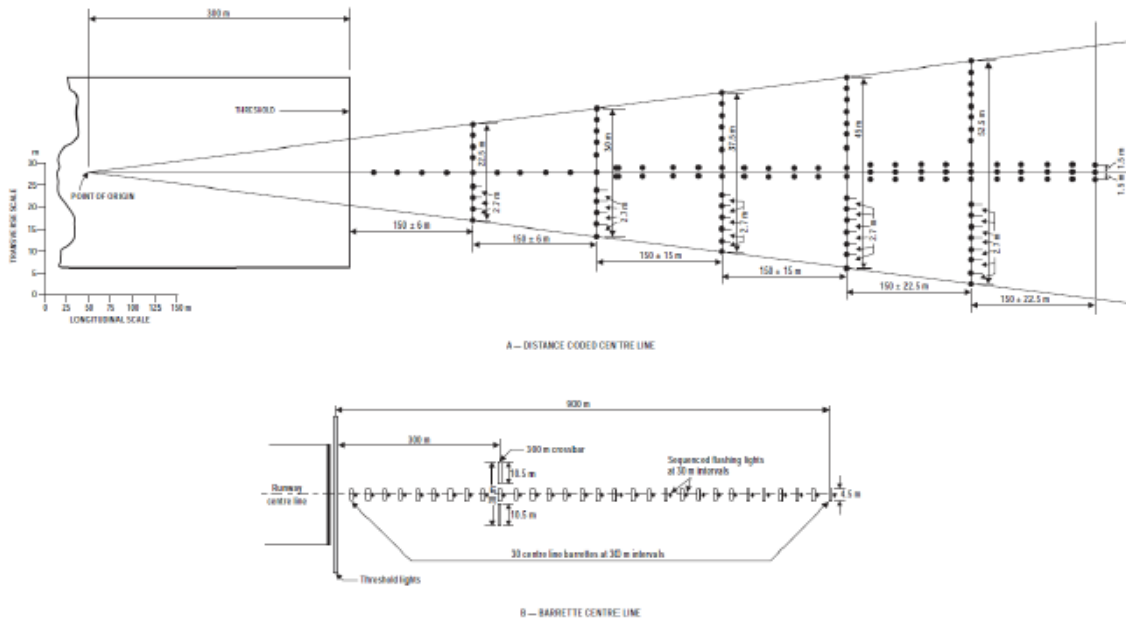


Imagen 5.2.2: Sistema de aproximación CAT I

A continuación, se muestra el tipo de letreros de información que se deberían instalar en cuatro casos e iluminar los que ya hay instalados.



Imagen 5.2.3: Letreros de calles de salida

En la siguiente imagen, se muestran como son las balizas de calle de rodaje. Es importante tener en cuenta que si se instalan luces de eje de calle de rodaje son necesarias balizas de borde de calle de rodaje retro reflectantes, las cuales ya están instaladas en Sabadell. Las luces de borde de plataforma, serán iguales que las de calle de rodaje pero bordearán la zona de la plataforma no colindante con algún edificio.

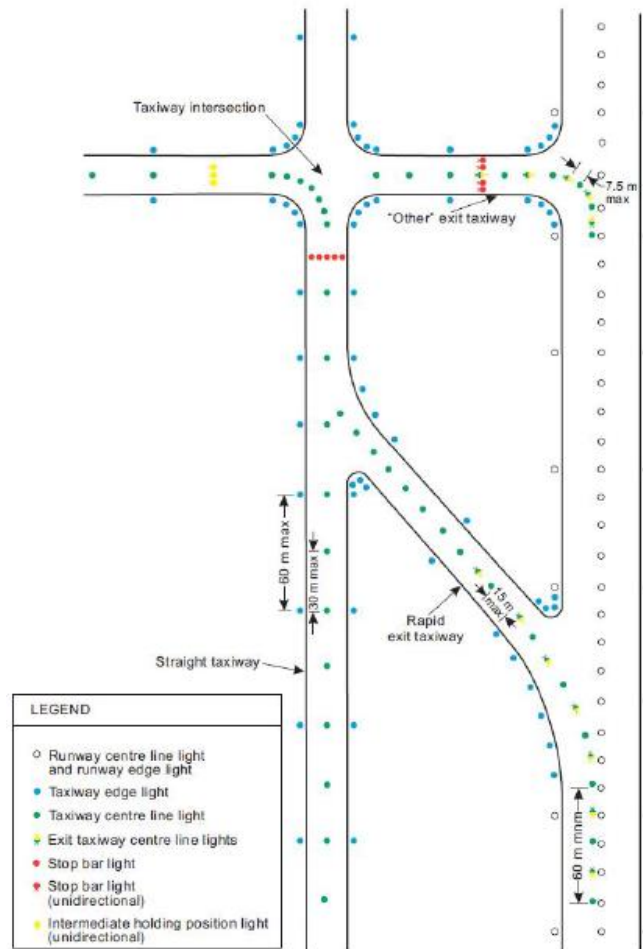


Imagen 5.2.4: Luces de calle de rodaje

Finalmente, las luces de zona de parada serán como las de extremo de pista, es decir unidireccionales de color rojo, tal y como se muestra a continuación.

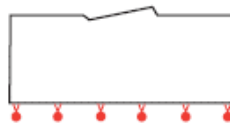


Imagen 5.2.5: Luces de zona de parada [8]

Tabla 6.1.1: Relación de material a adquirir con el coste asociado para operar en VFRN sin sistema de aproximación sencillo

Presupuesto equipo VFRN				
Producto	Descripción	Precio Unitario	Unidades	Precio Total
Faro de aeródromo		7000	1	7000
Sistemas visuales indicadores de pendiente de aproximación (PAPI)	Unidad PAPI completa, con platos base, manguitos de rotura, patas, conjunto óptico y lámparas de repuesto, tantas como necesite la unidad.	1600	8	12800
Luces de eje de calle de rodaje	Ud. Caja de luces unidireccional empotrada cumpliendo especificaciones para luces de eje de calle de rodaje, tramos rectos en condiciones de alcance visual en la pista inferior a 350m cuando pueda haber grandes desplazamientos, con filtro de color verde. Equipada con 1 lámpara halógena con reflector dicróico para 6,6 A sin exceder 65W. La caja no debe elevarse más de 13mm sobre el pavimento. Certificada para montaje en una caja base $\text{Æ}8''$ según marca especificada en el pedido.	440	195	85800
Luces de plataforma	Ud. Caja de luces omnidireccional empotrada cumpliendo especificaciones para luces de borde de calle de rodaje, con filtro de color azul. Equipada con tecnología LED. La caja no debe elevarse más de 13mm sobre el pavimento. Certificada para montaje en una caja base $\text{Æ}8''$ según marca especificada en el pedido.	750	70	52500
Letreros de información	Ud. Letrero guía para el rodaje. Equipado con tecnología LED y alimentado desde circuito serie. Con leyenda de altura 600mm y anchura desde 700 hasta 900mm. Incluyendo paneles de leyenda con texto y colores según pedido.	3730	4	14920
Transformadores de aislamiento	Ud. Transformador de aislamiento para circuitos serie 45 W	85	278	23630
Arqueta		500	140	70000
Taladro, roza y pegado de baliza		200	278	55600
Regulador 15 kVA	Ud. Regulador de corriente constante de potencia 15 kVA con tiristores	6800	4	27200
Regulador 5 kVA	Ud. Regulador de corriente constante de potencia 5 kVA con tiristores	4500	2	9000

Cable primario	Mt. Cable para circuito serie de intensidad constante tipo RHV	2,7	7000	18900
Cable secundario	Mt. Cable para circuitos secundarios tipo RV unipolar (CLASE 2)	0,65	4000	2600
			TOTAL:	379950

Como se puede observar en la tabla 6.1.1, la inversión aproximada para que se puedan efectuar operaciones en VFRN es de unos 400.000€. [9]

Además, se calcula el presupuesto que sería necesario para añadir a la inversión anterior un sistema de aproximación sencillo para la pista 13. Se calcula sólo para una pista ya que en la pista 31 no sería posible sin expropiar el terreno del campo de fútbol que se ve en la siguiente imagen:

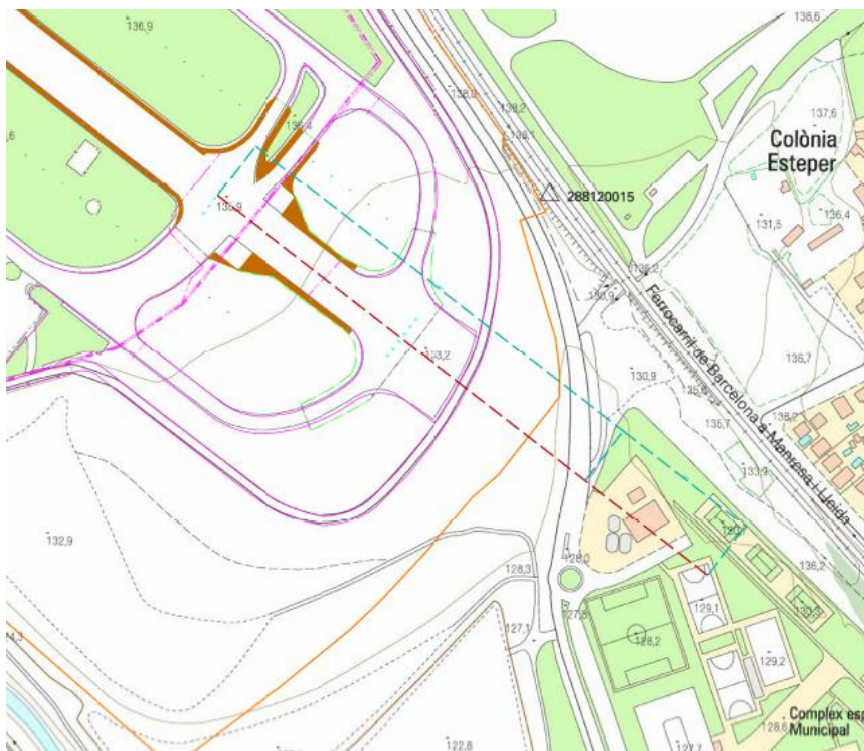


Imagen 6.1.1: Entorno de la pista 31 para el sistema de aproximación sencillo

Tabla 6.1.2: Relación de material a adquirir con el coste asociado para operar en VFRN con sistema de aproximación sencillo

ADICIONAL SISTEMA APROXIMACIÓN				
Producto	Descripción	Precio Unitario	Unidades	Precio Total
Balizas sistema de aproximación sencillo empotradas	Ud. Caja de luces unidireccional empotrada cumpliendo especificaciones para las luces eje y barras de aproximación. Equipada con hasta 3 lámparas halógenas con reflector dicróico para 6,6 A de la misma potencia nominal (máximo 105W). La caja no debe elevarse más de 13mm sobre el pavimento. Certificada para montaje en una caja base $\text{Æ}12''$ según marca especificada en el pedido.	950	1	950
Balizas sistema de aproximación sencillo elevadas de eje	Ud. Luz elevada unidireccional cumpliendo especificaciones para las luces de eje y barras transversales de aproximación. Equipada con lámpara halógena PK 30d para 6,6 A sin exceder 150 W y manguito de rotura.	200	5	1000
Balizas sistema de aproximación sencillo elevadas laterales	Ud. Luz elevada unidireccional cumpliendo especificaciones para luces de la fila lateral de aproximación. Equipada con lámpara halógena PK 30d para 6,6 A sin exceder 200 W y manguito de rotura.	200	10	2000
Transformadores de aislamiento	Ud. Transformador de aislamiento para circuitos serie 45 W	85	16	1360
Arqueta		500	8	4000
Taladro, roza y pegado de baliza		200	16	1600
Regulador	Ud. Regulador de corriente constante de potencia 15 kVA con tiristores	6800	2	13600
Cable primario	Mt. Cable para circuito serie de intensidad constante tipo RHV	2,7	2500	6750
Cable secundario	Mt. Cable para circuitos secundarios tipo RV unipolar (CLASE 2)	0,65	1000	650
			TOTAL:	411860

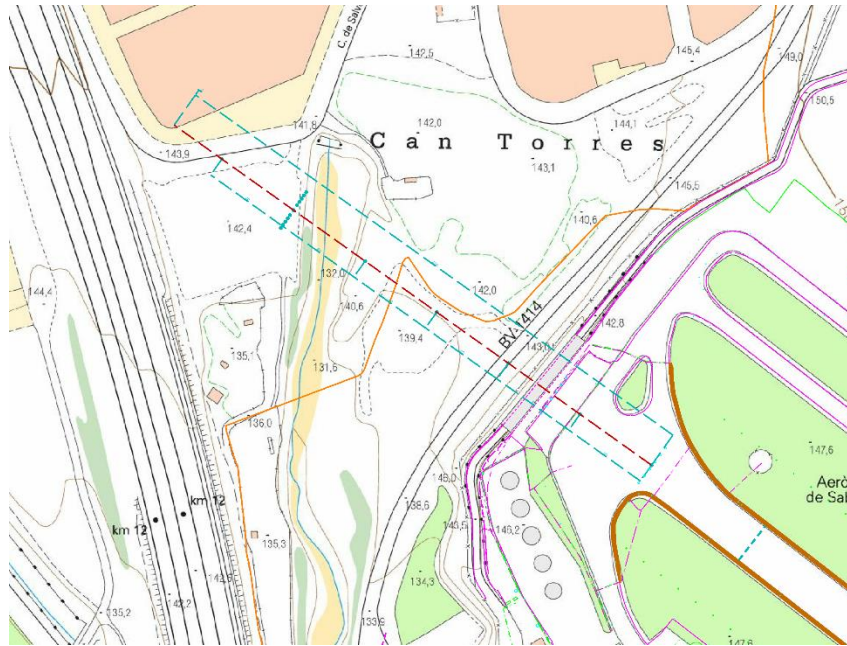


Imagen 6.1.2: Aeródromo de Sabadell balizado con sistema de aproximación sencillo para la pista 13

Como se ha podido ver en la tabla 6.1.2, el coste de añadir el sistema de aproximación sencillo más balizar el área de movimiento para absorber operaciones VFRN, sería de unos 420.000€. [9] A parte se tienen que tener en cuenta los postes y las vallas necesarias para las aportaciones de las balizas elevadas que se muestran a continuación:

Tabla 6.1.3: Relación de metros en aportaciones, necesarios para el sistema de aproximación sencillo:

Baliza nº	Aportación (m)
1	0
2	5 (carretera 4,8)
3	8
4	7
5	6
	13 (x4 balizas elevadas)
	6 (x5 balizas elevadas)
6	5
TOTAL:	133,8

Por tanto, a la inversión de los 420.000€ se le tendría que añadir el coste de los postes de las aportaciones de las balizas elevadas y de las vallas que las protegen.

6.2 Inversión para GNSS-GBAS

En este caso, se va a mostrar la inversión para poder operar con GNSS-GBAS, en el que el sistema de aproximación de CAT I sería obligatorio, y como en el caso anterior, sólo se muestra para la pista 13, ya que en la pista 31 el entorno no nos lo permite sin hacer expropiaciones.

Tabla 6.2.1: Relación de material a adquirir con el coste asociado para operar con GNSS-GBAS

Presupuesto operaciones GNSS-GBAS				
Producto	Descripción	Precio Unitario	Unidades	Precio Total
Señal de punto de visada		1000	1	1000
Señal de zona de toma de contacto		1000	1	1000
Sistemas visuales indicadores de pendiente de aproximación (PAPI)	Unidad PAPI completa, con platos base, manguitos de rotura, patas, conjunto óptico y lámparas de repuesto, tantas como necesite la unidad.	1600	8	12800
Luces de borde de plataforma	Ud. Caja de luces omnidireccional empotrada cumpliendo especificaciones para luces de borde de calle de rodaje, con filtro de color azul. Equipada con tecnología LED. La caja no debe elevarse más de 13mm sobre el pavimento. Certificada para montaje en una caja base $\text{Æ}8''$ según marca especificada en el pedido.	750	70	52500
Luces de eje de calle de rodaje	Ud. Caja de luces unidireccional empotrada cumpliendo especificaciones para luces de eje de calle de rodaje, tramos rectos en condiciones de alcance visual en la pista inferior a 350m cuando pueda haber grandes desplazamientos, con filtro de color verde. Equipada con 1 lámpara halógena con reflector dicróico para 6,6 A sin exceder 65W. La caja no debe elevarse más de 13mm sobre el pavimento. Certificada para montaje en una caja base $\text{Æ}8''$ según marca	440	195	85800

	especificada en el pedido.			
Letreros de información	Ud. Letrero guía para el rodaje. Equipado con tecnología LED y alimentado desde circuito serie. Con leyenda de altura 600mm y anchura desde 700 hasta 900mm. Incluyendo paneles de leyenda con texto y colores según pedido.	3730	4	14920
Balizas sistema de aproximación CAT I empotradas	Ud. Caja de luces unidireccional empotrada cumpliendo especificaciones para las luces eje y barras de aproximación. Equipada con hasta 3 lámparas halógenas con reflector dicroico para 6,6 A de la misma potencia nominal (máximo 105W). La caja no debe elevarse más de 13mm sobre el pavimento. Certificada para montaje en una caja base $\text{Æ}12''$ según marca especificada en el pedido.	950	2	1900
Balizas sistema de aproximación CAT I elevadas de eje	Ud. Luz elevada unidireccional cumpliendo especificaciones para las luces de eje y barras transversales de aproximación. Equipada con lámpara halógena PK 30d para 6,6 A sin exceder 150 W y manguito de rotura.	200	8	1600
Balizas sistema de aproximación CAT I elevadas laterales	Ud. Luz elevada unidireccional cumpliendo especificaciones para luces de la fila lateral de aproximación. Equipada con lámpara halógena PK 30d para 6,6 A sin exceder 200 W y manguito de rotura.	200	18	3600
Transformadores de aislamiento	Ud. Transformador de aislamiento para circuitos serie 45 W	85	297	25250
Arqueta		500	149	74500
Taladro, roza y pegado de baliza		200	297	57400
Regulador 5 kVA	Ud. Regulador de corriente constante de potencia 5 kVA con tiristores	4500	2	9000
Regulador 15 kVA	Ud. Regulador de corriente constante de potencia 15 kVA con tiristores	6800	6	40800

Cable primario	Mt. Cable para circuito serie de intensidad constante tipo RHV	2,7	9000	24300
Cable secundario	Mt. Cable para circuitos secundarios tipo RV unipolar (CLASE 2)	0,65	4500	2950
			TOTAL:	409320

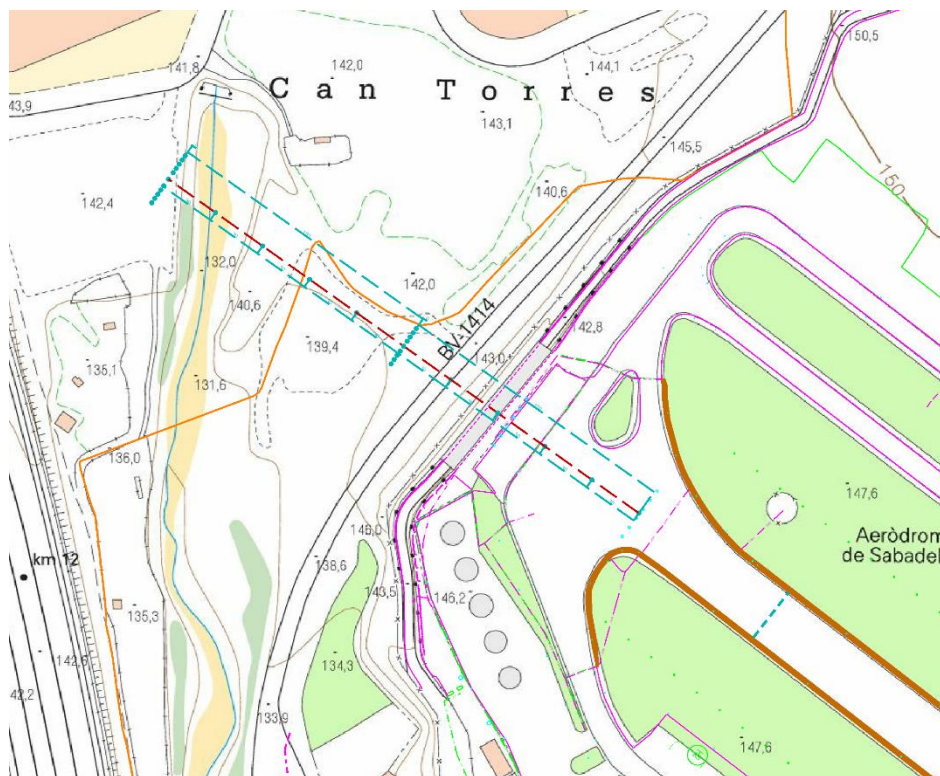


Imagen 6.2.1: Aeródromo de Sabadell balizado para absorber operaciones GNSS-GBAS, para la pista 13

Como se ha podido ver en la tabla 6.2.1, el coste de añadir el sistema de aproximación de CAT I, más balizar el área de movimiento para absorber operaciones VFRN, sería de unos 410.000€. [9] A parte, se tienen que tener en cuenta las aportaciones de las balizas elevadas que se muestran a continuación:

Tabla 6.2.2: Relación de metros en aportaciones, necesarios para el sistema de aproximación sencillo:

Baliza nº	Aportación (m)
1	0
2	0
3	5
4	5 (carretera 4,8)
5	7
	6 (x4 balizas elevadas)
	9 (x4 balizas elevadas)
6	8
7	7
8	7
9	16
10	6
	13 (x4 balizas elevadas)
	6 (x4 balizas elevadas)
TOTAL:	211,8

Por tanto, a la inversión de los 410.000€ se le tendría que añadir el coste de las aportaciones de las balizas elevadas y de las vallas que las protegen.

Finalmente, para poder operar con el sistema GNSS-GBAS, se tienen que instalar 4 antenas GPS y un sistema de monitorización en tierra, que tampoco se han tenido en cuenta en esta inversión, por la dificultad de encontrar presupuestos fiables.

Al final del trabajo, en los Anexos, se pueden encontrar los planos enteros de las imágenes que se han mostrado durante este capítulo.

Capítulo 7: Conclusiones

En este apartado, se presentan las recomendaciones del estudio hecho, las posibles ampliaciones y el trabajo futuro a hacer y las lecciones aprendidas.

Primero de todo, los objetivos del presente estudio se han cumplido, ya que eran conocer las necesidades de la aviación corporativa y si es posible económicamente y por infraestructura que una parte sea absorbida por el aeropuerto de Sabadell.

Una vez se ha realizado el estudio de la apertura a la Aviación Corporativa en el Aeropuerto de Sabadell, el autor recomienda:

1. Definir como Zona de Parada los últimos 150 m de la pista 13, para disponer de una ASDA de 1.050 m. Con estos 150 m, las aeronaves comerciales de corto rango de Aviación Corporativa cumplirían sus márgenes de seguridad operacional.

A consecuencia del punto anterior:

- Desviar la carretera perimetral que pasa por detrás de la pista 13 para respetar la zona libre de obstáculos de la franja.
- Revisar la capacidad portante del pavimento del campo de vuelo, de las calles de rodaje y de la plataforma para aeronaves más pesadas, y pavimentar de nuevo si fuera necesario.
- Pavimentar adecuadamente la Zona de Parada que se va a declarar.
- Balizar la Zona de Parada que se va a declarar.

2. Equipar el Aeropuerto de Sabadell para que pueda ser operativo de noche con VFRN sin sistema de aproximación sencillo. De esta manera se ampliaría el mercado ya que hay muchos usuarios que quieren volar antes del orto y después del ocaso, y la escuela de pilotos también podría realizar estas operaciones en Sabadell.

A consecuencia del punto anterior:

- Balizar el eje de las calles de rodaje y el borde de la plataforma, iluminar los letreros y realizar el peine y rozado asociado a la instalación que se ha descrito en el Capítulo 5.
- Ampliar el horario de los controladores aéreos, del departamento de operaciones, del SSEI (Servicio de Salvamento y Extinción de Incendios) y de mantenimiento para que puedan dar el servicio antes del orto y después del ocaso, según demanda.

A largo plazo, y como trabajo futuro el autor recomendaría hacer un estudio detallado del coste económico que tendría hacer una pista más larga, de más de 1.100 m, en el Aeropuerto de Sabadell aunque sea necesaria la expropiación de terrenos. De este modo, la mayoría de la

actual Aviación Corporativa de Barcelona de corto y medio rango podría ser absorbida por el Aeropuerto de Sabadell y éste sería un aeropuerto de referencia aprovechando su posición estratégica y que el aeropuerto de Barcelona que quedará saturado a medio-largo plazo.

Finalmente, agradecer a todos los empleados del Aeropuerto de Sabadell y en especial a la directora, Ana Molés, por toda la ayuda que me han dado y lo sencillo que ha estado trabajar con ellos.

Durante este proyecto, he aprendido lo importante que es trabajar en equipo, ya que cada uno es experto en un apartado y el conjunto hace que el aeropuerto funcione correctamente. Además, he aprendido lo importante que es el puesto de trabajo de Ana, ya que es la que gestiona cualquier problema y la que hace que todos sus empleados den el máximo de ellos mismos.

Para acabar, me gustaría hacer hincapié en que cuando se trabaja a gusto, se trabaja mucho mejor, y no he podido trabajar con más confianza que con Ana.

Referencias

- [1] Plan Director del Aeropuerto de Sabadell, Ministerio de Fomento, 2001
- [2] AIP España, Servicio de Información Aeronáutica, ENAIRE, 2015
- [3] Plan Estratégico para la Aviación General, Ministerio de Fomento, 2008
- [4] Manual de Diseño de Aeródromos, Parte I, Pistas, Punto 3.5, 2006
- [5] Informe sobre las distancias declaradas de la pista de vuelo del aeropuerto de Sabadell, Aena Aeropuertos, 2014
- [6] Anexo 14 al Convenio de Aviación Civil Internacional, OACI, 5ª edición 2009
- [7] <http://www.enaire.es/csee/Satellite/navegación-aerea/es/Page/1086172037298//GBAS.html>, ENAIRE, 2015
- [8] Certification Specifications and Guidance Material for Aerodromes Design, EASA, 2015
- [9] Catálogo de productos AAVV