

MAPPING

VOL. 26 • Nº 184 • JULIO-AGOSTO 2017 • ISSN: 1131-9100

CENTRO CARTOGRÁFICO Y FOTOGRÁFICO DEL EJÉRCITO DEL AIRE (CECAF)



- *Remove before flight.* Una introducción a la información geoespacial aeronáutica.
- Apuntes fotográficos.
- Archivo y digitalización de los fondos del CECAF.
- La seguridad aérea en la ordenación territorial del Estado. Servidumbres Aeronáuticas.
- La base topográfica en la confección de las servidumbres aeronáuticas.
- La información aeronáutica.
- Interpretación y proceso de producción de cartas instrumentales y manuales de vuelo.
- Verificar datos antes del vuelo.



MAPPING

VOL.26 Nº184 JULIO-AGOSTO 2017 ISSN 1131-9100

Sumario



Pág. 4

Editorial



Pág. 6

Remove before flight. Una introducción a la información geoespacial aeronáutica.

Remove before flight. An introduction to aeronautical geospatial information.

Capitán Miguel Ángel Zazo González



Pág. 14

Apuntes fotográficos. Photographic notes.

Brigada Francisco Javier Morales del Pino

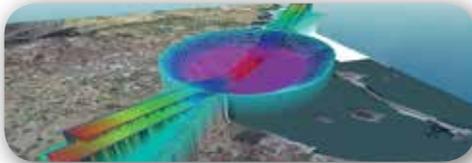


Pág. 20

Archivo y digitalización de los fondos del CECAF. Archive and digitization of CECAF

collection.

Subteniente Ángel Muñoz Saboya



Pág. 26

La seguridad aérea en la ordenación territorial del Estado. Servidumbres Aeronáuticas.

Air safety in the territorial planning of the State. Aeronautical easements.

Brigada Jesús Ángel Carnicero Álvarez



Pág. 36

La información aeronáutica. The aeronautical information.

Sargento 1º José Francisco Almagro Lajarin



Pág. 50

Interpretación y proceso de producción de cartas instrumentales y manuales de

vuelo. Interpretation and production process of instrumental charts and flight manuals

Brigada Pedro Antonio Cabello García



Pág. 66

Verificar datos antes del vuelo. Check data before flight.

Brigada José Ramón Ruiz García

El conocimiento de hoy es la base del mañana

MAPPING es una publicación técnico-científica con 26 años de historia que tiene como objetivo la difusión de las investigaciones, proyectos y trabajos que se realizan en el campo de la Geomática y las disciplinas con ella relacionadas (Información Geográfica, Cartografía, Geodesia, Teledetección, Fotogrametría, Topografía, Sistemas de Información Geográfica, Infraestructuras de Datos Espaciales, Catastro, Medio Ambiente, etc.) con especial atención a su aplicación en el ámbito de las Ciencias de la Tierra (Geofísica, Geología, Geomorfología, Geografía, Paleontología, Hidrología, etc.). Es una revista de periodicidad bimestral con revisión por pares doble ciego. MAPPING está dirigida a la comunidad científica, universitaria y empresarial interesada en la difusión, desarrollo y enseñanza de la Geomática, ciencias afines y sus aplicaciones en las más variadas áreas del conocimiento como Sismología, Geodinámica, Vulcanología, Oceanografía, Climatología, Urbanismo, Sociología, Planificación, Historia, Arquitectura, Arqueología, Gobernanza, Ordenación del Territorio, etcétera.

La calidad de la geotecnología hecha revista

MAPPING is a technical- scientific publication with 26 years of history which aims to disseminate the research, projects and work done in the framework of the disciplines that make Geomatics (GIS, Cartography, Remote Sensing, Photogrammetry, Surveying, GIS, Spatial Data Infrastructure, Land Registry, Environment, etc.) applied in the field of Earth Sciences (Geophysics, Geology, Geomorphology, Geography, Paleontology, Hydrology, etc.). It is a bimonthly magazine with double-blind peer review. MAPPING is aimed at the scientific, academic and business community interested in the dissemination and teaching of Geomatics and their applications in different areas of knowledge that make up the Earth Sciences (Seismology, Geodynamics, Volcanology, Urban Planning, Sociology, History, Architecture Archaeology , Planning, etc.)

MAPPING

VOL.26 Nº184 JULIO-AGOSTO 2017 ISSN 1131-9100

DISTRIBUCIÓN, SUSCRIPCIÓN Y VENTA

eGeoMapping S.L.
C/ Linneo 37. 1ºB. Escalera Central
28005. Madrid. España
Teléfono: 910067223
info@mappinginteractivo.es
www.mappinginteractivo.es

MAQUETACIÓN

Atlis Comunicación - atlis.es

IMPRESIÓN

Podiprint

Los artículos publicados expresan sólo la opinión de los autores. Los editores no se identifican necesariamente con las opiniones recogidas en la publicación. Las fotografías o imágenes incluidas en la presente publicación pertenecen al archivo del autor o han sido suministradas por las compañías propietarias de los productos. Prohibida la reproducción parcial o total de los artículos sin previa autorización y reconocimiento de su origen. Esta revista ha sido impresa en papel ecológico.



FOTO DE PORTADA:

Fotógrafo en aeronave Breguet XIV (bombardero biplano francés de la Primera Guerra Mundial. Años 20. Autor: Fondos del CECAF.

Depósito Legal: M-14370-2015

ISSN: 1131-9100 / eISSN: 2340-6542

Los contenidos de la revista MAPPING aparecen en: Catálogo BNE, CIRC, Copac, Crue- Red de Bibliotecas REBIUN, Dialnet, DULCINEA, EBSCO, GeoRef, Geoscience e-Journals, Gold Rush, Google Académico, ICYT-CSIC, IN-RECS, Latindex, MIAR SHERPA/RoMEO, Research Bible, WorldCat.

PRESIDENTE

Benjamín Piña Patón

DIRECTOR

Miguel Ángel Ruiz Tejada
maruiz@geomapping.com

REDACTORA JEFA

Marta Criado Valdés
mcriado@geomapping.com

CONSEJO DE REDACCIÓN

Julián Aguirre de Mata
ETSITGC. UPM. Madrid

Manuel Alcázar Molina
UJA. Jaén

Marina A. Álvarez Alonso
ETSII. UPM. Madrid

Gersón Beltrán
FGH. UV. Valencia

Carlos Javier Broncano Mateos
Escuela de Guerra del Ejército. Madrid

José María Bustamante Calabuig
Instituto Hidrográfico de la Marina. Cádiz

Joan Capdevilla Subirana
Área de Fomento de la Delegación del Gobierno. Cataluña

Diego Cerda Seguel
KMLOT.COM. Chile

Efrén Díaz Díaz
Abogado. Bufete Mas y Calvet. Madrid.

Mercedes Farjas Abadía
ETSITGC. UPM. Madrid

Carmen Femenia Ribera
ETSIGCT. UPV. Valencia

Javier Fernández Lozano
Fac. Ciencias. USAL. Salamanca

M^a Teresa Fernández Pareja
ETSITGC. UPM. Madrid

Florentino García González
Abogado

Diego González Aguilera
EPSA. USAL. Salamanca

Francisco Javier González Matesanz
IGN. Madrid

Luis Joyanes Aguilar
UPSAM. Madrid

Álvaro Mateo Milán
CECAF. Madrid.

Israel Quintanilla García
ETSIGCT. UPV. Valencia

Antonio Federico Rodríguez Pascual
CNIG. Madrid

Roberto Rodríguez-Solano Suárez
EUITF. UPM. Madrid

Andrés Seco Meneses
ETSIA. UPNA. Navarra

Cristina Torrecillas Lozano
ETSI. US. Sevilla

Antonio Vázquez Hoehne
ETSITGC. UPM. Madrid

CONSEJO ASESOR

Maximiliano Arenas García
Acciona Infraestructuras. Madrid

Rodrigo Barriga Vargas
IPGH. México

Miguel Bello Mora
Elecnor Deimos. Madrid

Pilar Chías Navarro
UAH. Madrid

Ignacio Durán Boo
Informática El Corte Inglés. Madrid

Ourania Mavrantza
KTIMATOLOGIO S.A. Grecia

Julio Mezcua Rodríguez
Fundación J. García-Siñeriz

Ramón Mieres Álvarez
TOPCON POSITIONING SPAIN. Madrid

Benjamín Piña Patón
Área de Fomento de la Delegación del Gobierno. Cantabria

Jesús Velasco Gómez
ETSITGC. UPM. Madrid

Estimado lector tienes entre tus manos una revista que te va a explicar en unos cuantos artículos la misión y el funcionamiento del Centro Cartográfico y Fotográfico del Ejército del Aire, el CECAF. El CECAF es un centro especializado en la producción y gestión de la información geográfica relacionada con la aviación. Para cumplir la misión constitucional de las Fuerzas Armadas es absolutamente necesario tener conocimiento de todo lo que nos rodea, sobre todo de la información cuyo conocimiento puede ser fundamental para poder llevar a cabo la misión encomendada.

Te invito a leer la revista por el orden en que está impresa, hemos procurado mantener un hilo conductor. Por eso en primer lugar verás que mucho antes de la aparición del avión ya se empleaba la fotografía aérea y la tercera dimensión para obtener información y luego usarla. El CECAF desde su creación en 1979 ha sido muy celoso en guardar un archivo fotográfico de todas las imágenes relacionadas con la aviación.

Como ya he mencionado la peculiaridad de este Centro es la especialización en proporcionar la información aero-



Coronel Arturo Vicente Pérez Cuartero
Jefe del Centro Cartográfico y Fotográfico del CECAF
Email: apercua@ea.mde.es

náutica que necesitan las aeronaves del Ejército del Aire para realizar de forma segura su misión. La primera y más importante información aeronáutica es saber de dónde despegar y dónde aterrizar, es decir la información geoespacial que rodea a los aeropuertos. Para asegurar el buen funcionamiento de un aeropuerto es primordial conocer los límites del espacio aéreo donde las aeronaves se mueven con plena libertad. Estos límites vienen determinados en la parte superior por el espacio exterior y en la parte inferior por el terreno y sus accidentes tanto naturales como artificiales. En el CECAF nos preocupan esos límites inferiores y por eso nos encargamos de analizar cuáles son los obstáculos que rodean un aeropuerto, dónde están con exactitud y si afectan a la operación de aeronaves, es decir de hacer los planos de servidumbres aeronáuticas de cada aeropuerto. Una vez determinados esos obstáculos se trata de buscar una senda de aproximación hacia la pista y de salida de la pista siempre buscando la seguridad de la operación, de ahí que se diseñen unos procedimientos de entrada y de salida basados en radio ayudas y en coordenadas de la forma más segura para todos, los habitantes cercanos al aeropuerto y los tripulantes de las aeronaves. La parte final es inspeccionar en el aire que las señales que emiten esas radioayudas coinciden con lo que se ha diseñado, de esta forma se cierra el círculo. Todos estos estudios determinan un embudo donde los aviones se pueden acercar con seguridad a un aeropuerto.

En el sustrato básico de toda la información se encuentra la parte menos visible. Muy pocas personas son conscientes de la necesidad de almacenar y tener disponible de forma rápida todos los datos necesarios en los servidores correspondientes y bajo unos algoritmos que sólo conocen algunos. Desde esos cerros y unos hasta los distintos productos cartográficos impresos en papel, en múltiples formatos, o disponible para el usuario en la internet o integrada en las distintas plataformas del Ejército del Aire (EuroFighter, A400M, F-18...) hay mucho trabajo escondido y apenas reconocido.

Ya para terminar me queda mencionar la formación del personal. Como te imaginas el conocimiento y la maestría en el manejo de toda esta información es fundamental. Por eso es de vital importancia la Escuela de Cartografía y Fotografía, inmersa en el CECAF, de manera que todos sus profesores son además expertos en su campo.

En resumen, espero que disfrutes con la lectura de esta revista y al finalizar su repaso tengas avidez por conocer de primera mano el fabuloso trabajo que desempeña el personal de esta maravillosa unidad del Ejército del Aire: el Centro Cartográfico y Fotográfico – CECAF.



Remove before flight. Una introducción a la información geoespacial aeronáutica

REVISTA **MAPPING**
Vol. 26, 184, 6-12
julio-agosto 2017
ISSN: 1131-9100

*Remove before flight.
An introduction to aeronautical geospatial information*

Capitán Miguel Ángel Zazo González

Resumen

El artículo trata de explicar, desde un punto de vista de sus orígenes y evolución, las principales características de la cartografía aeronáutica y sus singularidades en comparación con otros tipos de cartografía. Se analizan también los elementos más característicos de la información aeronáutica, su publicación y actualización.

Se explicará cómo se coordina la producción cartográfica del CECAF mediante los distintos Planes que la ordenan, el Cartográfico Nacional y el de las Fuerzas Armadas y por la normativa nacional e internacional de aplicación en la elaboración de las cartas aeronáuticas.

Abstract

This article tries to explain, from its origins and evolution point of view, the aeronautical cartography main characteristics and singularities in comparison with other types of cartography. It also analyzes its publication and updating, the most characteristic elements of aeronautical information.

It will be explained how the cartographic production of the CECAF is coordinated by different Plans, the National Cartography and from the Armed Forces as well as by the national and international norms of application in the aeronautical charts elaboration.

Palabras clave: Información Geoespacial, Cartografía Aeronáutica, STANAG, geoespacial, carta, conforme, sistema geodésico de referencia, geodatabase, GIS.

Keywords: Geospatial Information, Aeronautical Mapping, STANAG, geospatial, chart, conform, geodetic reference system, geodatabase, GIS.

Jefe del Escuadrón de Cartografía del CECAF
mzazgon1@ea.mde.es

Recepción 22/04/2017
Aprobación 01/06/2017

1. INTRODUCCIÓN

Cuando el Halcón Milenario, un carguero ligero de tipo corelliano YT-1300, estaba a punto de ser destruido por las naves del Imperio, este activó su sistema de hiperpropulsión y dejó atrás a cuantos enemigos le perseguían. El Halcón Milenario, la nave más famosa de la «Guerra de las Galaxias», tiene la característica de alcanzar una velocidad muy superior a la de la mayoría de las naves de su categoría, pero ¿cómo es posible que no colisione con los innumerables asteroides, satélites, planetas, estrellas y otras naves del universo? La clave es que El Halcón Milenario cuenta con una tripulación bien formada, Han Solo y Chewbacca, sistema de navegación y una actualizada cartografía astral.

Volviendo al presente, también ocurre que, gracias a tripulaciones bien formadas, a actualizadas cartas aeronáuticas y a los sistemas de navegación, conseguimos que no solo los vuelos, sino toda la gestión del

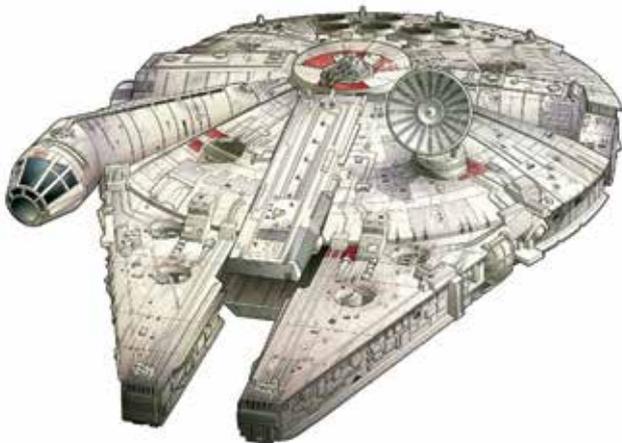


Figura 1. Carguero Corelliano
<http://es.starwars.wikia.com/>



Figura 2. Réplicas de las carabelas enviadas a la exposición de Chicago de 1893.
Imagen de E. Benjamin Andrews - Andrews, E. Benjamin. *History of the United States*, volume V. Charles Scribner's Sons, New York. 1912

tráfico aéreo a nivel mundial sean seguros y eficaces.

En el artículo se tratará de señalar las características significativas de la información aeronáutica respecto a otro tipo de información geoespacial, de las cartas de navegación aérea, así como de aquella normativa que la regula.

2. LOS ANTECEDENTES

Los primeros vuelos con aviones y la creación de la normativa y organizaciones internacionales para el uso y gestión del espacio aéreo se desarrollan principalmente durante el siglo XX. Sin embargo los conceptos y terminología provienen de los primeros navegantes muchos siglos atrás.

Si queremos entender en qué consisten las cartas aeronáuticas y los sistemas de gestión del tráfico aéreo, tenemos que retroceder y pensar en las dificultades a las que se enfrentaban los barcos que surcaban los mares cuando perdían de vista la costa. Orientarse, conocer la posición en un medio sin referencias como los océanos, la meteorología con la previsión de vientos y tormentas, la localización de los puertos, el abastecimiento de víveres, eran algunas de las preocupaciones y aspectos claves en la navegación marítima y también lo son en la navegación aérea.

Términos como los Avisos a los Navegantes (Notices to Mariners) son adaptados a la aeronáutica, pasando a denominarse Notice To Airmen (NOTAM). Los complejos sistemas de navegación aérea tienen un origen en los instrumentos que han usado los navegantes de todos los tiempos, como la brújula para conocer el rumbo, astrolabio, sonda, sextante y relojes para situar la longitud en las cartas náuticas. Y no solo estos artilugios, también las unidades de medidas, el uso de las principales proyecciones cartográficas o la terminología en el medio aéreo, son comunes en ambos medios, el marino y el aéreo.

3. MEDICIONES, PROYECCIONES, ESCALAS

Cómo señalábamos en el punto anterior, gran parte de la terminología del dominio aéreo proviene de los usos y costumbres de los marineros. Lo mismo ocurre en los mapas, donde el término usado es el de carta aeronáutica, cuyo origen proviene de las cartas náuticas y que comparte con estas su finalidad, la navegación. Eso sí, el medio cambia, dejamos los mares y

océanos para sumergirnos en el espacio aéreo.

Uno de los principales avances en el mundo de la cartografía fue debido al desarrollo de las cartas de Gerardus Mercator en el siglo XVI. En dichas cartas, el trazado de rumbos se representaba como líneas rectas, permitiendo a los navegantes la planificación de los viajes por los mares con el uso de la brújula como sistema de navegación. Hoy en día, la proyección Mercator es usada en las cartas náuticas y aeronáuticas. En las cartas Mercator las rutas de los aviones, denominadas aerovías, se representan como líneas rectas, indicándose en ellas el rumbo y altura que tiene que seguir el avión para alcanzar los puntos intermedios determinados en su plan de vuelo.

Si bien es cierto que estas líneas de rumbo fijo, loxodrómicas, no son el camino más corto para desplazarse, navegar por ellas es relativamente sencillo. Para la planificación de vuelos de larga distancia, se usarán líneas ortodrómicas o combinación de rutas loxodrómicas para el ahorro de costes y tiempo en dichos vuelos.

Es importante detenerse en algunas de las características que tienen las proyecciones cartográficas usadas en las cartas aeronáuticas. Las cartas aeronáuticas son conformes, pues como se ha indicado, el principal uso es la navegación y la conservación de los ángulos, los rumbos, es un aspecto crucial. Como se ha comentado, la proyección Mercator es una de las más usadas, así como la proyección UTM para cartas de uso conjunto (medios terrestres y aéreos) así como la proyección Cónica Conforme de Lambert. La proyección Cónica Conforme de Lambert se usa principalmente para la planificación de vuelos en modo visual, donde es importante representar elementos geográficos del terreno que sirvan de referencia a los tripulantes, y donde la línea recta representada en la carta es aproximadamente al camino más corto entre dos puntos, la ortodrómica.

Otra característica a destacar es el de la escala. Como consecuencia de que los aviones y helicópteros tienen una velocidad mayor que los medios marítimo y terrestre, las escalas a usar no serán muy grandes. Así, según la normativa existente, escalas 1:250.000, 1:500.000, 1:1.000.000 y 1:2.000.000 son las escalas habituales en el medio aéreo, tanto para la planificación del vuelo, el control aéreo y como ayuda a la navegación.

En general, las escalas de las cartas en un vuelo irán modificándose según las distintas fases del mismo. En las fases de despegue y aterrizaje se usarán fichas del manual de piloto con escala grande y la escala irá disminuyendo hasta 1:2.000.000 cuando el vuelo sea

de tipo instrumental. En las cartas instrumentales con escala 1:2.000.000, los elementos geográficos son casi inexistentes, representándose casi exclusivamente información aeronáutica.

Otra singularidad del medio aéreo, herencia del medio marítimo, es el de las unidades de medida que, curiosamente, no pertenecen al Sistema Internacional (SI). Así, la unidad para medir longitudes es la milla náutica. Recordemos que una milla náutica, NM equivale a un minuto de círculo máximo, 1852 m. Además, se usa el pie (ft), equivalente a 30,28 cm. El uso de los pies es habitual para indicar la altura de vuelo y también para representar en las cartas las longitudes de las pistas de aterrizaje.

Y si a velocidad nos referimos, la unidad es el nudo (kt) como abreviatura en inglés. Un nudo equivale a una milla por hora, esto es 1852 m por hora. Y de nuevo la palabra nudo tiene su origen en el medio marino, en las cuerdas con nudos a distancias regulares y usadas por los marinos, junto con un reloj de arena, para medir la velocidad de los barcos.

4. EL PROCESO CARTOGRÁFICO, SISTEMAS DE REFERENCIA

El proceso de la elaboración de las cartas aeronáuticas es similar a cualquier otro proceso de producción cartográfico. Se utilizan sistemas de información geográficos (GIS), herramientas de gestión de la información geoespacial (geodatabase) y programas para la edición, generalización y etiquetado de los mapas.

La cartografía aeronáutica pertenece a la categoría de la cartografía temática. La información aeronáutica, junto con aquellas entidades geográficas significativas para la navegación, adquieren mayor relevancia en una carta aeronáutica.

La cartografía aeronáutica puede abarcar grandes extensiones de terreno, y es habitual que su cobertura pueda incluir países limítrofes y que pertenezcan a distintos continentes. Ello hace necesario el uso de un único y común sistema geodésico de referencia geocéntrico. En el dominio aeronáutico, este sistema geodésico es WGS84.

La elección de WGS84 es una discrepancia con la normativa española, que indica que el sistema geodésico de referencia es ETRS89. Y es que en lo referente a cartografía aeronáutica, muchas de las especificaciones están determinadas por la Organización de Avia-



Figura 3. Proceso de edición

ción Civil Internacional (OACI). En el caso de las cartas militares, también es aplicable la normativa OTAN, recogida en estándares denominados STANAG.

En relación con el datum vertical, aspecto fundamental en la navegación aérea, se usará el oficial de cada país. Allí donde no se disponga de esta información, se deducirá de modelos como EGM2008. Ese aspecto es importante a tener en cuenta cuando ha de producirse cartografía aeronáutica de países que no tiene los medios para ello o no limitan con el mar para ser usado como referencia altimétrica. Es el caso de Afganistán, donde España gestionó el aeropuerto de la ciudad de Herat durante más de diez años. Como curiosidad, la ciudad de Herat perteneció a la ruta de la seda, y hoy en día es una referencia del comercio en su área geográfica de influencia, gracias al aeropuerto.

Otra peculiaridad del mundo de la aviación es que la referencia de altura de vuelo no siempre es determinada por el nivel del mar o del terreno. Se usa como referencia la presión atmosférica a nivel del mar, unos 1013,25 hPa. Esto es debido a que los instrumentos que los aviones tienen a bordo un barómetro que miden la presión atmosférica. La presión atmosférica está relacionada inversamente con la altura de vuelo, de esta manera se puede determinar dicha altura de vuelo. Hoy en día, los sistemas GNSS junto con modelos digitales del terreno proporcionan otra referencia más de altura a los aviones respecto de la superficie.

Especial importancia adquiere la simbología de las cartas aeronáuticas, independiente de si el formato es el tradicional en papel o en digital. La edición de los datos aeronáuticos para que sean legibles y fácilmente interpretables, adquiere especial importancia, con colores determinados por norma, que en general serán rojo y azul. Para cartas aeronáuticas cuyo objetivo es el vuelo visual, se incluyen además las tintas hipsométricas y sombreado para realzar la sensación de relieve en aquellas zonas montañosas y que suponen una ayuda y referencia para los tripulantes de las aeronaves.

Respecto a la periodicidad de las cartas publicadas, está dependerá de diferentes circunstancias, siendo una de ellas la seguridad. Para cartas como el manual del piloto, cada ciclo AIRAC de 28 días se actualizarán aquellas hojas cuya información haya variado. En general, para el resto de las cartas, el periodo de vigencia es de seis meses a un año.

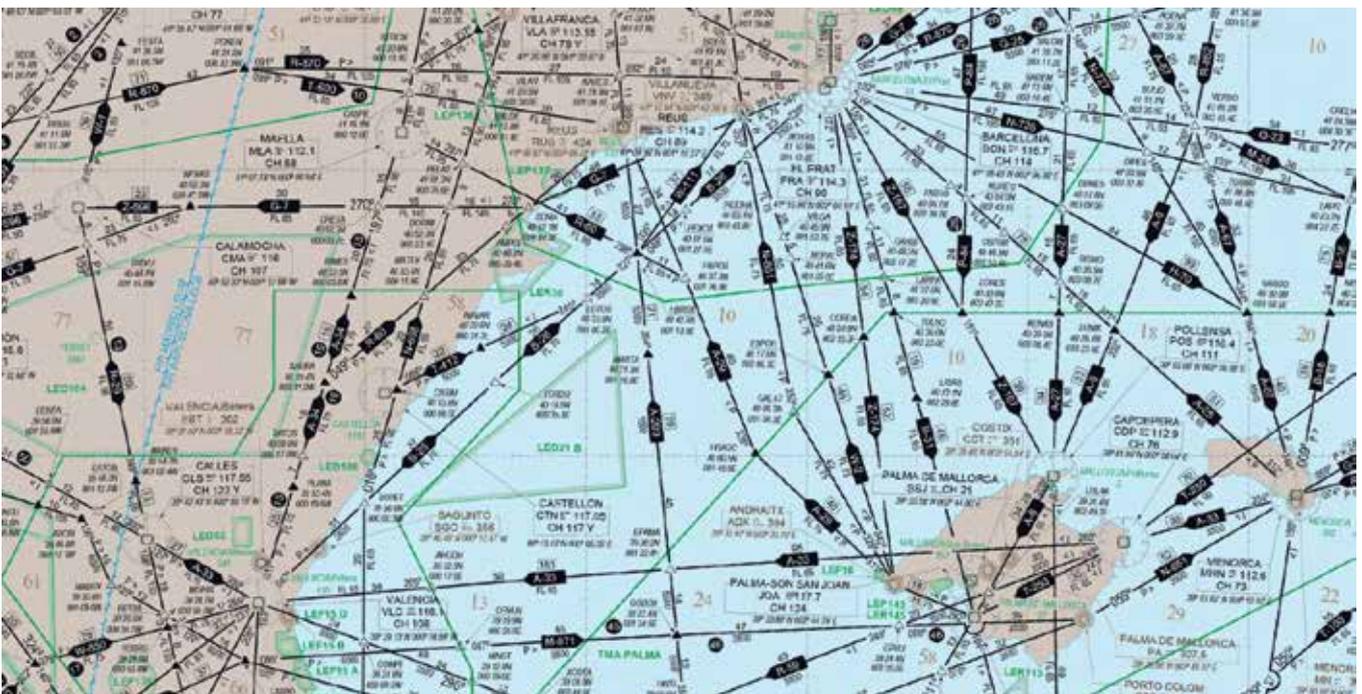


Figura 4. Carta de navegación instrumental 1:2.000.000. Observe que la información geográfica representada se limita al contorno de la costa

5. LA INFORMACIÓN AERONÁUTICA

Los datos aeronáuticos se gestionan en base de datos, con la característica de que estos disponen de un modelo conceptual propio. Aunque no es el único, el modelo que actualmente se impone es el Aeronautical Information Exchange Model (AIXM).

El modelo AIXM es usado además como modelo de intercambio de datos y servicios aeronáuticos. AIXM

está basado en Geography Markup Language (GML) y es el estándar de facto reconocido por organismos como EUTROCONTROL, Federal Aviation Administration (FAA) y la National Geospatial Intelligence Agency (NGA) de Estados Unidos.

Aunque algunos de los aspectos de la información aeronáutica se desarrollarán en otros artículos, cabe destacar que es una información que los países, de manera oficial, distribuyen con boletines denominados Aeronautical Information Publication (AIP), con actualizaciones periódicas cada 28 días. Estos 28 días se denominan ciclo AIRAC y determinan la vigencia de un dato. Para cambios de información aeronáutica que, por su inmediatez o por ser inesperados, no se ajusten a los ciclos, las autoridades aéreas publican los denominados NOTAM o Notices to Airmen. Sería el caso del cierre de un aeropuerto por meteorología adversa o el levantamiento de una grúa de forma temporal en las proximidades de una instalación aeroportuaria.

Puede que tenga curiosidad por saber por qué un ciclo en el entorno aeronáutico dura 28 días, de si está relacionado con la duración aproximada de un ciclo lunar. No, es por las matemáticas, 28 es múltiplo de siete, siete días tiene una semana, un ciclo AIRAC empieza siempre en jueves, el año tiene trece ciclos AIRAC.

Otra de las características de la información aeronáutica representada en una carta aeronáutica es que la mayoría de ella es abstracta. Espacios aéreos protegidos o controlados como los FIR, TMA, CTA, TSA, aerovías por donde circulan los aviones, puntos de notificación donde el piloto transmite su posición a los controladores, es información abstracta, aunque si está definida por coordenadas y alturas de manera precisa. Por ejemplo, las aerovías son tramos, segmentos definidos identificados por su rumbo, altura, punto de inicio y final. Son líneas loxodrómicas. Las aerovías o airways pueden ser de un único sentido o de doble sentido. En las aerovías de doble sentido, los aviones usan distintos niveles de

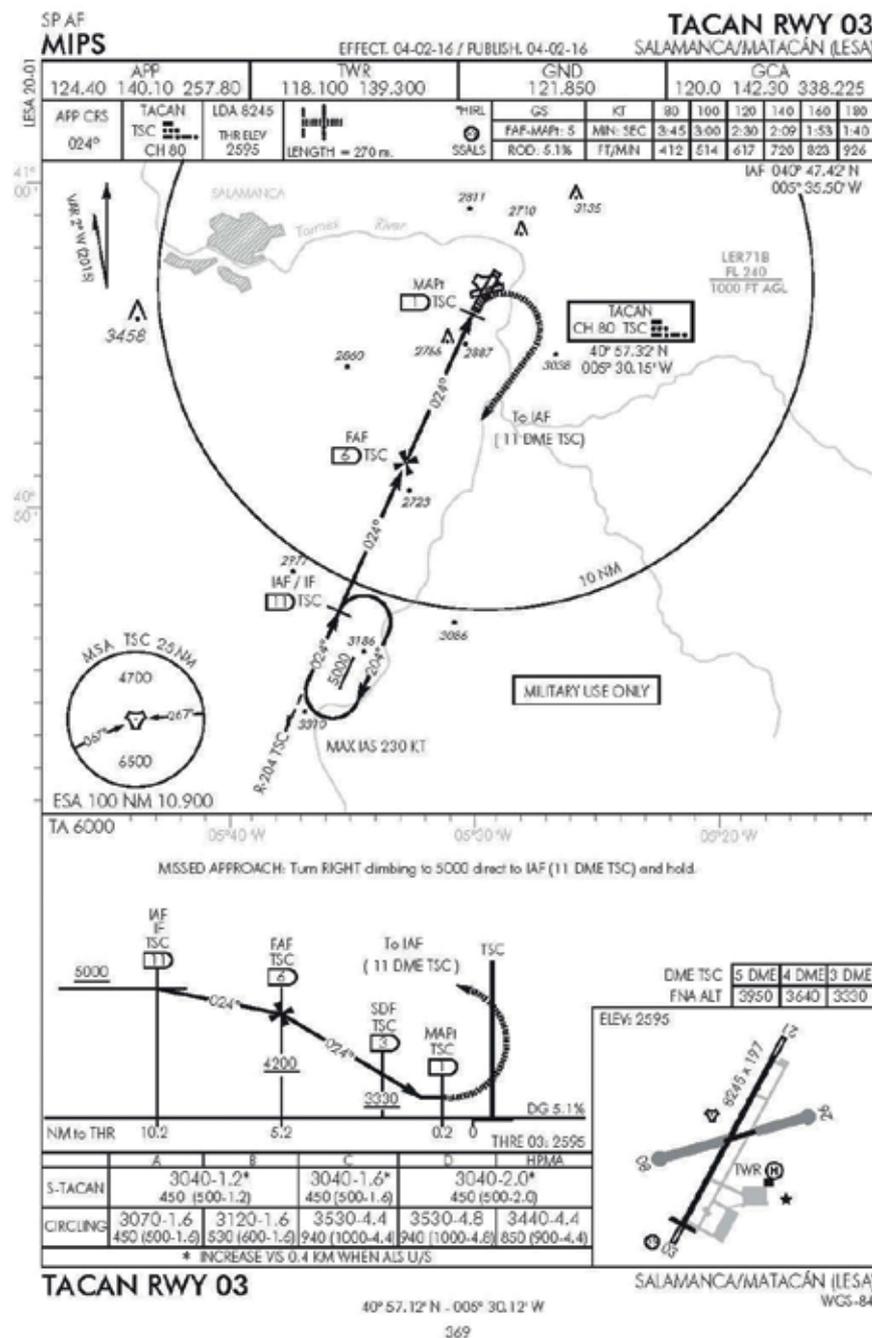


Figura 5. Ficha aeropuerto de Matacán, Salamanca

vuelo para evitar colisiones. Si hiciéramos una comparación con una autovía, los carriles de las aerovías estarían unos encima de otros, superpuestos. Si dos aviones usan la misma aerovía y tienen sentido contrario, los aviones pasarán uno por encima del otro.

Otra información aeronáutica si es real, como aeropuertos, aeródromos, pistas de aterrizaje, donde se representa la longitud y rumbo de la pista y el material con el que está hecho el pavimento, asfalto u hormigón, macadam, grava, etc. Otro elemento clave para la navegación y cuya representación aparece en todas las cartas aeronáuticas es el de las radioayudas. Estos sistemas son emisores de señales electromagnéticas que, según el tipo, indican a la aeronave el rumbo y distancia a la que están localizadas. Aunque hay de varios tipos, las más habituales son VOR, DME, NDB y TACAN, esta última para uso de aeronaves militares.

El manual del piloto es la publicación en la que, de forma esquemática, se representan las maniobras que el piloto realiza para aterrizar y despegar. Tiene la dificultad de representar en dos dimensiones información sobre perfiles, tiempos de espera, maniobras frustradas, ángulos de aproximación, y todo ello dependiendo de variables fijas como el terreno, obstáculos próximos, longitud de la pista, y de variables dinámicas como la categoría del avión. La categoría es una variable que dependerá del avión, siendo las habituales las categorías I, II, III. Cuanto mayor es la categoría más capacidad tiene el avión para aterrizar con requerimientos más restrictivos.

Una de las entidades más importantes a representar en las cartas aeronáuticas y que se incluyen en todos los sistemas de navegación, son los obstáculos. Estos pueden ser antenas, edificios, aerogeneradores, etc. Son elementos críticos para la seguridad y también como referencia en vuelo en modo visual, adquiriendo especial importancia en la fase de despegue y aterrizaje, y cuando se vuela a baja cota.

En general, los obstáculos se representan en un

característico color rojo en las cartas aeronáuticas, donde también se representan su elevación respecto del nivel del mar y sobre el terreno, mean sea level (MSL) y above ground level (AGL) respectivamente. Los obstáculos son entidades puntuales, definidas por sus coordenadas. Si un área tiene una alta densidad de obstáculos, estos suelen agruparse en la carta dependiendo de la escala. En este caso cambia su simbología y se representa el de mayor AGL, MSL por seguridad.

También son obstáculos aquellos de tipo lineal, como tendidos eléctricos o cables en suspensión como teleféricos. No son estos habituales en España, aunque aquí destaca el de Fuente Dé en los Picos de Europa, con una longitud de unos 1400 metros, que salva un desnivel de 750 m aproximadamente.

6. ORGANISMOS Y NORMATIVA

Los productos cartográficos aeronáuticos publicados por el CECAF cumplen con la normativa y requerimientos definidos por organismos internacionales, tanto civiles como militares, así como las normas, reales decretos y leyes de nuestro país. La información aeronáutica, actualización y difusión, es responsabilidad de cada uno de los Estados.

La cartografía producida en el CECAF es coordinada con la producida por otros organismos de la Administración General del Estado Español, por medio del Plan Cartográfico Nacional, definido para periodos de cuatro años. La Cartografía Militar también tiene su reflejo en el Plan Cartográfico de las Fuerzas Armadas, coordinado con el anterior Plan, y también definido para periodos de cuatro años. De forma más específica, la Comisión Cartográfica del Ejército del Aire coordina todo lo relacionado con la información geoespacial aeronáutica, productos derivados y su uso y distribución a diferentes sistemas y aviones, en los formatos requeridos en el dominio del Ejército del Aire.

Respecto a las organizaciones que gestionan la información aeronáutica y la normativa para la gestión del tráfico aéreo, la principal es ICAO u OACI. Es una organización dependiente de la ONU y surge tras la Conferencia de Chicago de 1944 de Aviación Civil Internacional.

En Europa, agencias como European Aviation Safety Agency (EASA) de la UE, y en España la Agencia Estatal de Seguridad Aérea (AESA), perteneciente al Ministerio de Fomento, así como ENAIRE, son los organismos que gestionan los aspectos de la aviación, donde se incluye la gestión de la información aeronáutica.



Figura 6. Participación del CECAF en el TopCart 2016

Los productos cartográficos distribuidos o elaborados por el CECAF, aunque sean para un uso militar, se rigen por estándares de estas organizaciones. Los principales documentos que determinan los estándares para la producción de cartografía aeronáutica son los Anexos de ICAO. En particular el Anexo 4 que trata sobre cartas aeronáuticas y el Anexo 15 sobre Aeronautical Information Services (AIS). Complementando a los anexos de OACI, están los documentos denominados PANS, que son recomendaciones para los países pero no obligatorios. Para operaciones aéreas, es de referencia el denominado DOC 8168, Aircraft Operations (PAN-OPS).

La OTAN, organización a la que España pertenece, también es una fuente de normativa, en la que se incluye la información geoespacial a través de un grupo de trabajo denominado JOINT GEOSPATIAL STANDARDS (JGSWG). Este grupo publica STANAG, que son documentos con normas sobre información geoespacial. Se nombran algunos de los STANAG más destacados en relación con la cartografía:

- STANAG 3600, TOPOGRAPHICAL LAND MAPS AND AERONAUTICAL CHARTS 1:250,000 FOR JOINT OPERATIONS
- STANAG 3675, SYMBOLS ON LAND MAPS, AERONAUTICAL AND SPECIAL NAVAL CHARTS
- STANAG 7172, USE OF GEOMAGNETIC MODELS
- STANAG 2586, NATO GEOSPATIAL METADATA PROFILE
- STANAG 2592, NATO GEOSPATIAL INFORMATION FRAMEWORK (NGIF)
- STANAG 3412, AERONAUTICAL INFORMATION ON AERONAUTICAL CHARTS
- STANAG 2211, GEODETIC DATUMS, PROJECTIONS, GRIDS, AND GRID REFERENCES

Los países pertenecientes a la OTAN deciden de forma soberana la ratificación e implantación de los STANAG. En general, estos estándares están coordinados con los estándares y normativa de organizaciones como OGC, ICAO e iniciativas de la UE. No suele existir contradicciones en dichos estándares más allá de las peculiaridades de clasificación de la información.

CONCLUSIONES

La cartografía aeronáutica tiene su origen en la cartografía náutica, de la que adquiere elementos tan significativos como las proyecciones, terminología y unidades de medida.

En las cartas para la navegación aérea las entidades

geoespaciales aeronáuticas adquieren especial significación y su representación, simbología e interpretación convierten a la cartografía aeronáutica en una cartografía temática con entidad propia. Sin embargo, son múltiples las semejanzas con otros tipos de cartografía, teniendo en común todas las fases, métodos y herramientas del proceso cartográfico.

El CECAF es uno de los organismos de la Administración General del Estado de España productores de cartografía. El Plan Cartográfico Nacional y de las Fuerzas Armadas, la normativa española, de la EU y de organismos internacionales como ICAO o la OTAN es de aplicación en su producción. Respecto a la información aeronáutica, los Estados son responsables de dicha información, de su publicación, distribución y actualización.

Esperamos haber aclarado alguna de las peculiaridades sobre la información geoespacial en el ámbito aeronáutico, y recuerde, antes de salir a volar, juegue bien sus cartas, incluidas las aeronáuticas.

AGRADECIMIENTOS

En primer lugar, agradecer a los miembros del CECAF, grandes profesionales, que son una fuente continua de conocimiento en el ámbito geoespacial.

Asimismo, a la comunidad geoespacial en España que, con iniciativas como la IDEE, nos permiten compartir experiencias de esta apasionante disciplina.

Y a mi hijo Pablo, que me ha enseñado por qué la Tierra no es plana.

REFERENCIAS

Fundamentos de Cartografía Topográfica, Teniente Coronel Wenceslao Lorenzo Romero. Escuela de guerra del Ejército.

The ABZ of flight operations. Olle Åkerlind, Håkan Örtlund
Wikipedia

Sobre el autor

Capitán Miguel Ángel Zazo González

Jefe del Escuadrón de Cartografía del CECAF. Es Licenciado en Matemáticas y posee el título de especialización de Cartografía del Ejército del Aire.



Brigada Francisco Javier Morales del Pino

Resumen

«Somos herederos de gloriosas tradiciones» es una frase que siempre me ha acompañado en mi carrera militar. Apuntes fotográficos viene a ser un anecdotario que acerca al lector una serie de vivencias y coincidencias que sitúan al CECAF (Centro Cartográfico y Fotográfico del Ejército del Aire) como pionero de la Fotografía Aérea y sus posteriores usos en Cartografía, Fotointerpretación e investigaciones científicas, que creó además una escuela en el Aeródromo de Cuatro Vientos para la instrucción de futuros especialistas en la materia.

Les presento una serie de personajes históricos, la mayoría conocidos, otros no tanto, que han estado presentes en esta corta y admirable historia de la Aviación Militar Española.

Ahora tienen que continuar ustedes, la inquietud, la búsqueda de más datos, den rienda suelta a la imaginación y naveguen con sus sueños, Capa, Alonso, Herrera y tantos otros les están esperando.

Abstract

«We are the heirs of glorious traditions» it is a phrase that has always accompanied me in my military career. Photographic notes are an anecdote that brings the reader a series of experiences and coincidences that place the CECAF (Cartographic and Photographic Center of the Air Force) as a pioneer of Aerial Photography and its later uses in Cartography, Photointerpretation and scientific research, creating in addition a school in the Cuatro Vientos Aerodrome for the future specialists instruction in the matter.

I present you a series of historical characters, the most of whom are known, others not so much, who have been present in this short and admirable story of the Spanish Military Aviation.

Now you have to continue with the restlessness, the search for more data, unleash the imagination and navigate with your dreams, Capa, Alonso, Herrera and many others are waiting for you.

Palabras clave: fotografía aérea, aviación militar, fotointerpretación, CECAF, Cabo Juby, Cuatro Vientos.

Keywords: aerial photography, military aviation, photointerpretation, CECAF, Cape Juby, Cuatro Vientos..

1. INTRODUCCIÓN

Las primeras cámaras fotográficas que recuerdo se encontraban en casa. Mi padre, gran aficionado, las acariciaba con una delicadeza que nunca olvidaré, como el sonido de los antiguos obturadores, el olor de los cueros que cubren las pequeñas y mágicas cajitas de metal que retrataban mi infancia. Años más tarde, y por esas rocambolescas vueltas que da la vida, la fotografía se convirtió en mi profesión, horas y horas sumergido en baños de paro, revelador, fijador, iluminado por una luz roja, a oscuras, viviendo en blanco y negro.

Me había convertido en un miembro más del Centro Cartográfico y Fotográfico del Ejército del Aire (CECAF).

2. ALGO DE HISTORIA

Las actividades fotocartográficas se iniciaron en España en el primer tercio de nuestro siglo. El 26 de enero de 1920 se establece en Cuatro Vientos, el Servicio Geográfico y Laboratorio Meteorológico de la Aviación Militar al mando del comandante D. Luis Gonzalo Vitoria. Durante la Guerra de Marruecos se realizan numerosos itinerarios fotográficos, que se destinan a la confección del mapa topográfico del Protectorado, a escala 1:50.000.

Una figura relevante de la aeronáutica española, el coronel D. Francisco Iglesias Brage, realiza cursos de localización de objetivos y cartografía en Cuatro Vientos y una vez finalizada su gesta con el avión «Jesús del Gran Poder», en 1930, proyecta un vuelo científico al Amazonas, que incluía la cobertura por fotografía aérea de una de las zonas de la Tierra más desconocida en aquella época. Los preparativos fueron laboriosos, e incluso la expedición se desplazó a Guinea, para comprobar la fiabilidad de los equipos, en condiciones similares a las que se encontrarían en el vuelo proyectado.

Dos cámaras aerofotográficas ZEISS-JENA, modelo CMBH de 70 mm, -una de las cuales, cedida generosamente por el Instituto Geográfico Nacional, se conserva en esta Unidad- fueron instaladas en dos aviones De Havilland DH83 "Fox Moth". De esta manera, España, que no olvidaba su vocación americanista, parecía que de nuevo iba a realizar un recorrido por las selvas del Amazonas, esta vez con propósito muy diferente al que varios centenares de años antes, había impulsado a D. Lope de Aguirre y a sus otros compañeros de aventuras. Iglesias no tenía más fin que el meramente científico, cuyo resultado ofrecería a la humanidad.

No obstante, como por desgracia, no es raro en nuestra Patria, su noble proyecto naufragaría desalentadoramente por motivos burocráticos y administrativos.

La importancia de las actividades fotográficas y cartográficas determinaron la necesidad de formar al personal en estos conocimientos y por este motivo se crea en el Aeródromo de Cuatro Vientos, en la Sección Central de Fotografía, una escuela con la misión de enseñar estas técnicas a los profesionales que fueran a desarrollar esta especialidad.

Desde el comienzo de la Guerra Civil española, las actividades sobre recubrimientos de ciudades y frentes, así como la interpretación y evaluación posterior a los bombardeos, fueron prácticas usuales de los fotógrafos de aviación. Al organizarse definitivamente el Ministerio del Aire en Julio de 1940, a la 5ª Sección del Estado Mayor se le asignó la misión escueta de «preparación de Cartas y Planos de utilidad para la aeronáutica y enlace con los Servicios Cartográficos de Tierra y Mar y con el Instituto Geográfico y Catastral».

Los primeros cursos se impartieron en el 1930 y en el Archivo General e Histórico del Ejército del Aire, en Villaviciosa de Odón, se encuentra documentación relativa a títulos de fotografía concedidos al personal que finalizó el periodo de prácticas, así como cursos de especialización. Estos cursos se realizaban en el mismo edificio en el que se impartían las clases del curso de Observadores, en las que el ilustre capitán D. Mariano Barberán era profesor.

En Marzo de 1951 se crea el Servicio Cartográfico y Fotográfico del Ejército del Aire; posteriormente a comienzos de 1979 y por haber sido asignadas al Estado Mayor del Aire las funciones de planeamiento y dirección de las actividades de Cartografía y Fotografía, que antes correspondían a la Jefatura del Servicio Cartográfico y Fotográfico, nace el actual CECAF.

3. APUNTES FOTOGRÁFICOS

El primer Curso de Pilotos se realiza en el Aeródromo de Cuatro Vientos en 1911 y cuenta como distinguidos alumnos con los capitanes D. Alfredo Kindelán, D. Emilio Herrera, D. Enrique Arrillaga, y los tenientes D. Eduardo Barrón y D. José Ortiz Echagüe, una plantilla mítica para la historia de nuestro Ejército del Aire, como los aficionados del Athletic Club de Bilbao recuerdan la famosa delantera de los años 40, Yriondo, Venancio, Zarra, Panizo y Gainza.

Dos de estos pilotos D. Emilio Herrera y D. José Ortiz Echagüe realizan vuelos en globo sobre Marruecos, Ortiz Echagüe realiza muchas fotografías. Años más tarde, los dos pilotos son los primeros en sobrevolar en avión el Estrecho de Gibraltar.

3.1. José Ortiz Echagüe

Ingeniero, piloto militar y fotógrafo. Integrante de la 1ª



Figura 1. Gago Coutinho y Sacadura Cabral, recibidos en las escaleras del Pabellón de Oficiales de Cuatro Vientos. Ortiz Echagüe, Emilio Herrera entre otros, posan para la fotografía

promoción de pilotos en Cuatro Vientos en 1911. En 1903 ingresa en la Academia de Ingenieros de Guadalajara, sirve en la unidad de globos aerostáticos en la Guerra de África. En 1923 funda CASA (Construcciones Aeronáuticas S.A.). En 1950 funda SEAT, primera industria española de fabricación de automóviles. En 1935 la revista American Photography lo consideró uno de los tres mejores fotógrafos del mundo. El Metropolitan Museum of Art de Nueva York organizó una exposición antológica con 80 de sus fotografías, en las que figuraban artistas como Goya y que tenía por título Spectacular Spain. Fue el fotógrafo español que adquirió más fama internacional en la primera mitad del siglo XX. La Universidad de Navarra es titular de buena parte de su fondo fotográfico.

3.2. Conferencia del jefe del gabinete fotográfico de la aviación militar

El día 26 de febrero de 1926, el capitán Domínguez Olarte pronunció una conferencia en la Real Sociedad Fotográfica, acerca de «La fotografía desde aeronaves».

Comenzó su interesante disertación haciendo un prolijo y bien documentado estudio histórico de la fotografía aérea a partir de 1858, en que se hizo la primera desde un globo, señalando el desarrollo que desde esa fecha adquirió ese método de observación en diferentes países, utilizado por ejércitos combatientes.

Cuando adquirió mayor desarrollo dijo fue a partir de 1900, estableciendo servicios muy importantes el Ejército japonés durante la guerra con Rusia.

El Ejército alemán puso de relieve la importancia de la fotografía durante la Gran Guerra.

Nuestra Aviación organizó los servicios fotográficos, principalmente en Marruecos, donde son utilísimos como fuente de información para conocer exactamente las posiciones y movimientos de los rebeldes.

El conferenciante ilustró su amena conferencia con la



Figura 2. El capitán Antonio Domínguez Olarte (que sería Jefe del Gabinete fotográfico de Aviación Militar en el año 1925-26) y el capitán Ángel Martínez-Baños Ferrer en un avión Farman 7. Esta preciosa fotografía tiene el atractivo añadido de poder ver montado, en el ángulo superior derecho, el "indicateur de vitesse Etévé", lo que nos da una idea de la dificultad (y la buena vista) que debían tener los pilotos para controlar la velocidad. La presión del viento movía las laminillas conectadas a la aguja indicadora sobre la escala que indicaba la velocidad que, todo hay que decirlo, no era de lo más precioso

proyección de numerosas vistas de nuestras posiciones de Marruecos y del campo rebelde, y de Madrid, Sevilla y otras poblaciones.

El Sr. Domínguez Olarte fue aplaudidísimo. Eran los principios de la Fotointerpretación, que tendría su auge en la Segunda Guerra Mundial.

Como anécdota cabe destacar que desde 1900 el presidente honorífico de la Real Sociedad Fotográfica era D. Santiago Ramón y Cajal, gran aficionado a la fotografía, fabricante de placas al gelatino-bromuro y autor del libro «Fotografía de los colores: bases científicas y reglas prácticas».

3.3. Leopoldo Alonso el fotógrafo de Cuatro Vientos

Puede que D. Leopoldo Alonso sea uno de los pioneros de la fotografía aérea en España. Nacido en Salamanca, era conocido como el fotógrafo de Cuatro Vientos, aunque civil, su trayectoria profesional tanto en cine como en fotografía estuvo estrechamente vinculada al Ejército del Aire.

Cita del vuelo del Plus Ultra. Esta segunda etapa de Canarias (Gando) a Cabo Verde (Porto Praia), era la más difícil desde el punto de vista de la navegación, ya que presentaba el problema de arribar a unas islas con escasa visibilidad. Franco, con su obsesión de reducir peso, para este tramo eliminó 400 kg de peso e hizo bajar al fotógrafo Alonso, que habían llevado a Canarias para que filmara y fotografiara el inicio del viaje.



Figura 3. Ramón Franco, Ruíz de Alda y varios operarios en un Dornier Wal, posiblemente el Plus Ultra. Foto Leopoldo Alonso.



Figura 4. Los capitanes Barrón y Cifuentes sobre un avión Lohner Pfeilflieger mostrando los «proyectiles de caída para arrojar desde aeroplanos» (bombas Carbonit de 10 kg). Con estas bombas, la Aviación Militar española realizó su primer bombardeo en Marruecos el día 17 de diciembre de 1913. Fotografía tomada por Leopoldo Alonso que acompañaba a la cuadrilla expedicionaria en Tetuán

3.4. Emilio Herrera y Robert Capa

En 1935 Robert Capa viaja a Madrid junto al periodista Pierre Rousseau para entrevistar al coronel Emilio Herrera que pretendía elevarse hasta los 25.000 metros de altitud en globo, vestido con un traje de buzo de su invención. La revista VU publicó el reportaje acompañado de ocho fotos acreditadas "Photo André", que era el nombre original de Robert Capa. La primera página de la revista, muy llamativa, anuncia de forma algo exagerada «Con escafandra en la estratosfera», el reportaje se vendió al *Berliner Illustrierte Zeitung* (BIZ).

Según nos cuenta Richard Whelan en la biografía de Robert Capa: «Durante su estancia en Madrid, no obstante, André consiguió fotografiar a uno de los pilotos más famosos de España, el teniente coronel Emilio Herrera, que se estaba preparando para batir el récord de ascenso en globo. Herrera pretendía ponerse un traje de buzo para poder utilizar una cabina de mimbre en lugar de la



Figura 5. Emilio Herrera mostrando su diseño de escafandra a Robert Capa

cabina presurizada de acero que solía emplearse en ese tipo de ascensos. André le fotografió revisando su equipo, pero muchas de las imágenes se malograron al revelarlas en un cuarto oscuro madrileño, así que tuvo que repetir el reportaje varias semanas después, y aprovechó para fotografiar también al aviador en compañía de su familia. Aunque André temía que el reportaje no sirviera para nada si Herrera no batía el récord, Vu le dedicó un lugar preferente el *Berliner Illustrierte* lo sacó en portada (a pesar de todo, parece ser que el resultado final de la tentativa de Herrera pasó desapercibido en la prensa internacional)».

Los inventos aeronáuticos y los intentos de batir récord eran noticias de gran alcance durante los años treinta, igual que los programas aeroespaciales lo serían más tarde. El principal diario ilustrado francés, *Paris-soir*, dedicaba media página todas las semanas a una sección titulada «Semana aeronáutica», y casi todos los días aparecía en su portada o en su contraportada alguna noticia relacionada con el mundo de la aviación. Vu y *Regards* publicaban regularmente reportajes sobre aeronáutica, y hasta *L'Illustratin* –el equivalente francés del conservador *Illustrated London News*– solía dar una amplia cobertura a los progresos aeronáuticos entre los reportajes sobre

châteaux o sobre la pintura de los antiguos maestros. Y al menos tres fotógrafos alemanes –Ernst Udet, Willi Ruge y Wolfgang Weber– estaban haciendo la aeronáutica una lucrativa especialidad fotográfica. Las imágenes de Emilio Herrera y el intento de André de fotografiar a Juan de la Cierva se enmarcan en ese contexto.

3.5. Cabo Juby

Situado en el antiguo «Sahara español» se encontraba un fuerte habitado por unos pocos militares españoles, los aviadores que llegaban al aeródromo de Cabo Juby lo apreciaban desde el aire como la cosa más desolada y triste del mundo.

Desde el año 1926 al año 1928 tuvieron como vecino al escritor y piloto de aviación Antoine de Saint-Exupéry, que se encontraba en tan inhóspito lugar como responsable de la compañía francesa de aviación “Latecoère”.

En ese periodo escribió «Correo del Sur» y son muchos los que coinciden que en este singular paisaje se gestó su famosa obra «El Principito».

Los aviadores españoles según nos cuenta el piloto D. Hidalgo de Cisneros, dedicaban las mañanas a la realización de vuelos fotográficos para el levantamiento topo-

gráfico de la costa y de un lugar llamado Puerto Cansado que interesaba al Ministerio.

El personal de vuelo había realizado curso de observador y fotógrafo en el Aeródromo de Cuatro Vientos, los aviones utilizados para el reconocimiento eran los robustos Breguet XIV.

Fue mucha la actividad aérea del Aeródromo de Cabo Juby durante muchos años.

Les dejo con una gran fotografía de 1930, en la que aparece un Ford T4 de la compañía CLASSA, que realizaba la labor de correo con las Islas Canarias, esta fotografía fue realizada por D. Francisco Cruz de la Rosa, número uno de su promoción en el curso realizado en Cuatro Vientos desde octubre de 1931 a marzo de 1932, teniendo como Jefe del Servicio Fotográfico al capitán D. Juan Quintana Ladrón de Guevara y al capitán D. José Ruiz Casaux.

Sirvan estos «Apuntes fotográficos» como homenaje a los hombres que hablaron con la cámara, escribiendo con sensibilidad una parte de la historia del Ejército del Aire.

AGRADECIMIENTOS

D. Cecilio Yusta Viñas. Piloto de Líneas Aéreas y miembro del Instituto de Historia y Cultura del Ejército del Aire.

Las fotografías incluidas en este artículo pertenecen al excepcional archivo del Castillo de Villaviciosa de Odón, (SHYCEA) Servicio Histórico y Cultural del Ejército del Aire.

REFERENCIAS

Letres à sa mère. Antoine de Saint-Exupéry. Editorial folio
Cambio de rumbo. Ignacio Hidalgo de Cisneros. Rumanía 1961

Biografía Robert Capa. Richard Whelan. Ediciones Aldeasa
Centro Cartográfico y Fotográfico del Ejército del Aire 1920-1998. Edita e imprime CECAF.



Figura 6. Avión Ford T4 haciendo escala en Cabo Juby en la que se aprecian indígenas tuaregs con la tripulación del avión correo



Figura 7. Descripción general de las dependencias de Cabo Juby, en la que están señaladas las ubicaciones de los diferentes servicios, incluyendo el local reservado al de Fotografía

Sobre el autor

Brigada Francisco Javier Morales del Pino
Pertenece al Cuerpo General, Escala Básica del Ejército del Aire, especialista en Cartografía e Imagen. Destinado en los Laboratorios Fotográficos del CECAF. Profesor de Fotografía General.



Archivo y digitalización de los fondos del CECAF

Archive and digitization of CECAF collection

Subteniente Ángel Muñoz Saboya

REVISTA **MAPPING**

Vol. 26, 184, 20-23

julio-agosto 2017

ISSN: 1131-9100

Resumen

Este artículo describe los fondos fotográficos custodiados en el Archivo del Centro Cartográfico y Fotográfico del Ejército del Aire, así como los equipos y medios empleados en su digitalización.

Abstract

This article describes the photographic resources guarded in the Cartographic and Photographic Air Force Center Archive, as well as the equipment and means used in these photographic collection digitization.

Palabras clave: fotografía, fondos fotográficos, CECAF, archivo, digitalización.

Keywords: photography, photographic collection, CECAF, archive, digitization.

Jefe de la sección de digitalización y archivo
amunsab@ea.mde.es

Recepción 22/04/2017
Aprobación 07/06/2017

1. INTRODUCCIÓN

«La fotografía es el arte de reproducir mecánicamente, por medio de la luz, las imágenes de los objetos que nos rodean. Se funda en la propiedad que poseen ciertas materias de sufrir, bajo la acción de la luz, un cambio en su constitución química».

Esta definición, incluida en el libro «Fotografía Curso Elemental» del Teniente Ángel Grandal Segade, fue la que aprendimos los especialistas en fotografía del CECAF.

Gracias, o no, a la tecnología, hemos sustituido las antiguas emulsiones de sales de plata por discos duros, pendrives y otros medios de almacenamiento. La única manera de afrontar los nuevos retos tecnológicos es saber de dónde venimos y, por eso, la labor de esta Sección es conseguir preservar para el futuro todo el material almacenado en nuestros archivos. Debemos ser conscientes que la conservación y digitalización de todos estos negativos es el mejor homenaje que podríamos hacer a todos los integrantes del CECAF, desde sus principios, que tanto amaron el Arte de la Fotografía.

2. ARCHIVO

En el archivo se custodian todos los vuelos fotográficos, tanto históricos como actuales que son propiedad del Centro Cartográfico y Fotográfico del Ejército del Aire (CECAF). Entre los históricos tenemos dos realizados por los americanos.

El primero, conocido como «Serie A» del año 1946, se cree que fue entregado al Gobierno Español después de realizar el segundo conocido como «Serie B» en el año 1956. Existe una copia en película negativa en formato de 23cm x 23cm y una copia en papel positivo de todo el vuelo que se realizó de España (con excepción de las Islas Baleares y de las Islas Canarias). Hay muchos problemas

con la conservación de esta película debido a una bacteria que la dañó por completo, dejándola inutilizada, habiéndose detectado dicha bacteria en aproximadamente 100 rollos. Hemos podido reemplazar la casi totalidad de la película dañada por una copia en buen estado cedida por el gobierno de los Estados Unidos gracias a la intervención del Agregado Aéreo de nuestra Embajada en Estados Unidos. Faltan aproximadamente 20 rollos para tener completo todo el vuelo.

El segundo fue realizado en el año 1956 tras un acuerdo firmado por el entonces presidente Norteamericano Eisenhower y el gobierno español. Los estadounidenses trajeron sus aviones, su personal y todo el material necesario para la misión. En un principio se ubicaron en la Base Aérea de Cuatro Vientos pidiendo apoyo al entonces Servicio Cartográfico y Fotográfico en cuanto a personal e instalaciones, para el revelado de la película que utilizaban diariamente en sus trabajos, finalizando en la Base Aérea de Torrejón, adonde se desplazaba el personal español a diario.

El CECAF es depositario de una copia en diapositiva de dicho vuelo. Posteriormente se realizaron varias copias



Figura 1. Archivo del CECAF



Figura 2. Rollos Serie A (1946)



Figura 3. Rollos Serie B (1956)

en negativo de esa diapositiva, entregándose a diversos organismos españoles. De este vuelo, custodiamos una copia en diapositiva en formato de 23 cm x 23 cm, una copia en película negativa en formato de 23 cm x 23 cm y una copia en papel positivo de todo el vuelo que se realizó de España (con excepción de las Islas Canarias).

En nuestro archivo tenemos un vuelo que se realizó en los años 50 sobre todas las Islas Canarias, tanto de la zona

costera (aunque no de todas las islas) como del interior. Este vuelo, aunque es conocido popularmente como vuelo americano debido a la época en que se voló, creemos que no lo es dado el formato de la película usada (18 cm x 18 cm), ya que los americanos fotografiaban con película de 23 cm x 23 cm.

Se custodian en este archivo todos los vuelos realizados por el CECAF durante y después de la guerra civil (a partir del año 1938). El formato de esta película es peculiar, mide 18cm x 18cm y disponemos de unos 2000 rollos aproximadamente. Comprende reconocimientos de bombardeos que se llevaron a cabo en la batalla del Ebro, sierra de Madrid, barrios de Madrid: (Cuartel de la Montaña, Ciudad Universitaria, Casa de Campo) y pueblos cercanos a Madrid tanto del bando Nacional como del bando Republicano, así como de otras muchas imágenes de lugares del territorio español.

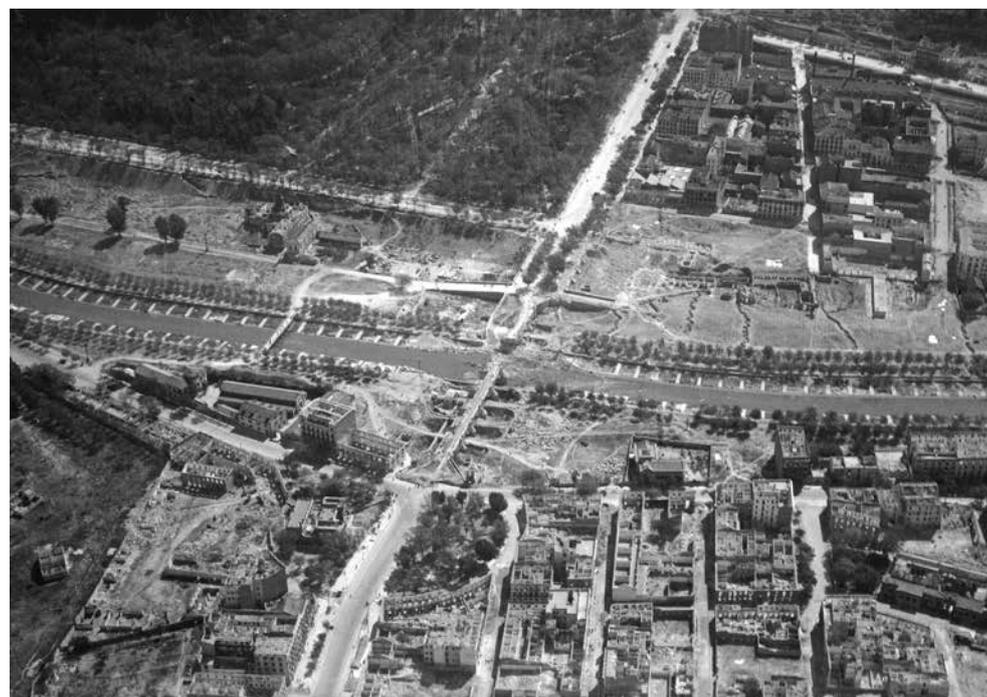


Figura 4. Vista Aérea Puente de Segovia (Madrid, 1939)

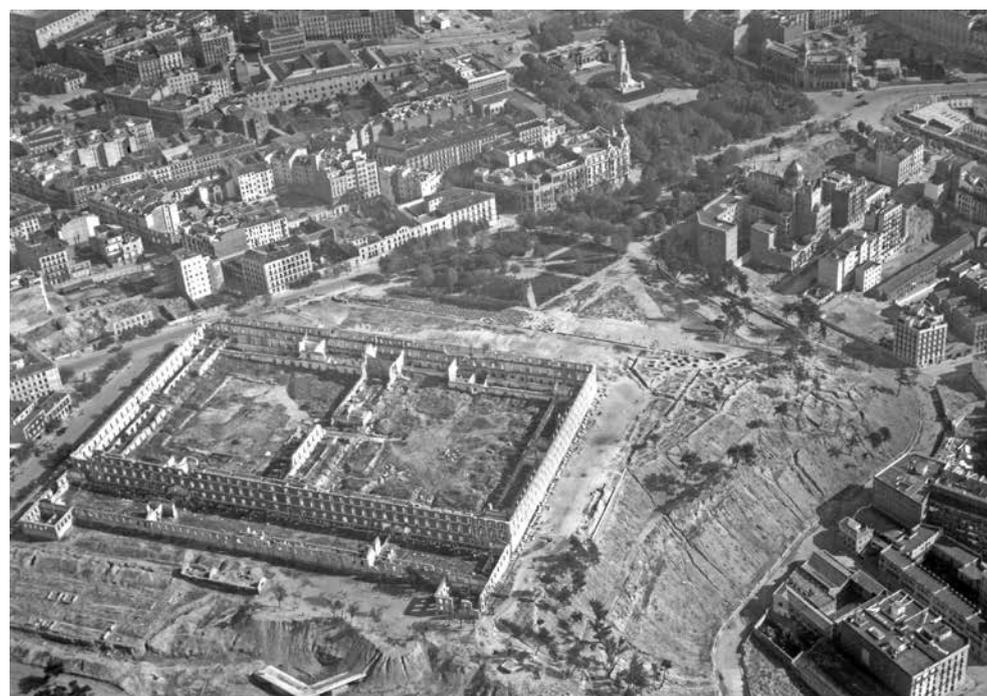


Figura 5. Vista Aérea Cuartel de la Montaña (Madrid, 1943)



Figura 6. Placas de Cristal



Figura 7. Escáner Leica DSW600



Figura 8. Escáner Vexcell UltraScan 5000

Todas estas fotografías se encuentran a disposición de las personas que las necesiten. Pueden conseguirlas mediante una petición al CECAF, tras la cual se hace un expediente de trabajo, tras ser abonadas, son entregadas a sus peticionarios.

3. DIGITALIZACIÓN

La sección cuenta con cinco Escáneres: 2 Leica DSW600 y 3 Vexcell UltraScan 5000, se está digitalizando todo a máxima resolución (10 Micras) con muchos problemas debido a la antigüedad de la película y a su conservación en años anteriores, se guarda todo lo digitalizado en discos duros para su trabajo diario y una copia de seguridad en un servidor.

Estos Escáneres trabajan durante las 24 horas del día, 8 horas por un operario y las restantes, dicho operario lo programa para que trabaje el resto del día. Actualmente llevamos aproximadamente 1 000 000 de negativos digitalizados en un periodo de doce años.

4. CONCLUSIONES

La sección de Digitalización y archivo realiza un trabajo indispensable para la conservación de los negativos que forman parte de nuestra historia, mediante su digitalización y almacenaje en servidores y discos duros se garantiza su futuro.

El acceso del público en general a todos estos archivos, constituye una labor muy importante para el personal de la sección.

La adquisición por el Centro Cartográfico y Fotográfico del Ejército del Aire de una cámara digital de vuelo, supone un nuevo reto y se están estudiando los métodos de almacenaje para los nuevos soportes.

REFERENCIAS

Fotografía Curso Elemental, Teniente Ángel Grandal.

Sobre el autor

Subteniente Ángel Muñoz Saboya
Pertenece al Cuerpo General, Escala Básica del Ejército del Aire, es especialista en Cartografía e Imagen. Destinado en el Centro Cartográfico y Fotográfico del Ejército del Aire desde el año 1982. Ha realizado los cursos de fotointerpretación, fotointerpretación en infrarrojos y fotointerpretación de imágenes radar. En el año 2002 es nombrado jefe de la sección de Digitalización y Archivo, donde permanece en la actualidad.





La seguridad aérea en la ordenación territorial del Estado. Servidumbres Aeronáuticas

Air safety in the territorial planning of the State. Aeronautical easements

Brigada Jesús Ángel Carnicero Álvarez

REVISTA **MAPPING**
Vol. 26, 184, 26-33
julio-agosto 2017
ISSN: 1131-9100

Resumen

El presente artículo es una introducción al mundo de los obstáculos en la seguridad aérea; a su búsqueda, catalogación y recopilación en una base de datos normalizada, a las superficies que la Organización Internacional de Aviación Civil recomienda proteger frente a la implantación de nuevos elementos susceptibles de convertirse en obstrucciones para la normal actividad aeroportuaria y a la concreción de esas superficies en la legislación española, es decir, a las servidumbres aeronáuticas.

Abstract

The present article is an introduction to the world of obstacles in the air safety; from the searching, cataloging and compiling of them into a standardized database, to the areas that the International Civil Aviation Organization recommends protecting against implementing new elements capable of turning into obstructions to the normal airport activity and how to concretize these areas in the Spanish legislation, that is to say, aeronautical easements.

Palabras clave: Cartas aeronáuticas OACI, plano de obstáculos de aeródromo, superficies limitadoras de obstáculos, servidumbres aeronáuticas.

Keywords: ICAO aeronautical charts, aerodrome obstacle map, obstacle limiting surfaces, aeronautical easements.

Sección de Fotogrametría y Topografía
jcaralv@ea.mde.es

Recepción 22/04/2017
Aprobación 07/06/2017

1. INTRODUCCIÓN

El considerable crecimiento poblacional producido en los últimos tiempos ha traído consigo el acercamiento entre las ciudades y los aeropuertos, lo que da lugar a conflictos por los intereses de cada uno en las zonas próximas o de influencia de los aeródromos. Esta expansión de los núcleos urbanos provoca que, en ocasiones, se vea desbordada la seguridad en las operaciones y actividades aeroportuarias.

En este entorno de continua evolución se hace imprescindible la producción de cartas aeronáuticas cada vez más actualizadas y precisas, capaces de proporcionar una información adecuada sobre las obstrucciones alrededor del aeropuerto, para que el controlador aéreo y los pilotos puedan cumplir con los procedimientos y limitaciones de su utilización.

Para garantizar esta seguridad en las maniobras de las aeronaves resulta necesario establecer una serie de restricciones sobre los terrenos ubicados alrededor de los campos de vuelo, a fin de evitar la colocación de elementos que pudieran constituir obstáculos, como edificaciones, movimientos de tierra, antenas de comunicaciones, aerogeneradores, etc.

2. LAS SERVIDUMBRES AERONÁUTICAS

Las servidumbres aeronáuticas son el instrumento jurídico creado para limitar legalmente los derechos de uso sobre los terrenos adyacentes a un aeropuerto o aeródromo.

Se pueden definir como «limitaciones del dominio que afectan, como algo normal, a los terrenos, construcciones e instalaciones que circundan los aeropuertos en aras de la seguridad de la navegación, alcanzando al área de maniobra y al espacio aéreo de aproximación» (Tribunal Supremo en Sentencia de 2 de noviembre de 1979).

Hay que destacar que es el Estado el que tiene competencia exclusiva en la ordenación territorial de los aeropuertos de interés general, del control del espacio aéreo y del tránsito y transporte aéreos (artículo 149.1.20 de la constitución).

El marco legal en materia de navegación aérea viene establecido por diversas normas, entre las que destacan la Ley 48 /1960 de navegación aérea (LNA), la Ley 21/2003 de seguridad aérea, el Decreto 584/1972 de servidumbres aeronáuticas y el Real Decreto 2591/1998 de Ordenación de los aeropuertos de interés general y su zona de servicio.

Asimismo la Organización de Aviación Civil Internacional (OACI) ya define una serie de superficies alrededor de los aeródromos y aeropuertos que, si no se encuentran vulneradas o no se permiten mayores vulneraciones a las ya existentes, garantizarían que las aeronaves puedan despegar o aterrizar con seguridad y es el Decreto 584/1972 el que determina el régimen jurídico en el que estas superficies se sujetan a servidumbre.

De acuerdo al citado Decreto cabría distinguir los siguientes tipos de servidumbres aeronáuticas en atención a la finalidad que persiguen:

Servidumbres de aeródromo: Intentan asegurar que las operaciones de despegue y aterrizaje se realicen en condiciones de seguridad impidiendo el levantamiento de obstáculos en los alrededores de un aeródromo que puedan interferir las áreas de subida, aproximación y entorno.

Aunque existen algunas diferencias en dimensiones y gradientes atendiendo a las distintas categorías de los aeródromos, las superficies que definen las servidumbres son básicamente las mismas que determina OACI en su Anexo 14:

- Superficie de subida en el despegue
- Superficie de aproximación
- Superficie de transición
- Superficie horizontal interna
- Superficie cónica

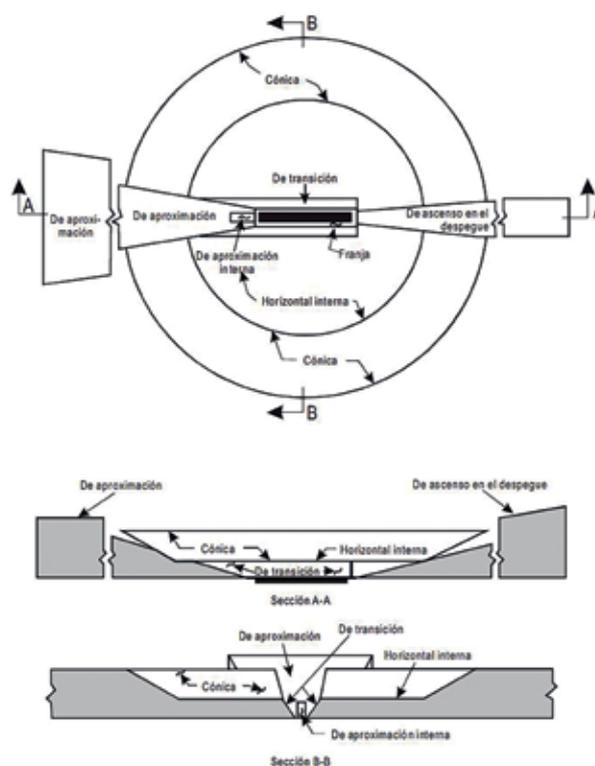


Figura 1. Superficies limitadoras de obstáculos OACI

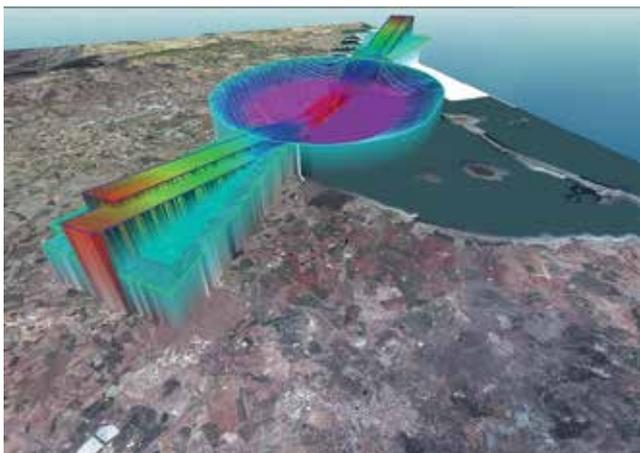


Figura 2. Superficies de las servidumbres de aeródromo.

Servidumbres de instalaciones radioeléctricas:

Tienen como finalidad asegurar las comunicaciones entre las aeronaves y los sistemas de ayuda a la navegación. Al objeto de reducir las perturbaciones inherentes a la normal utilización de una instalación radioeléctrica aeronáutica (absorciones y/o reflexiones de las ondas radiadas) se imponen las siguientes servidumbres:

- Una zona de seguridad, donde será necesario el previo consentimiento para cualquier construcción o modificación temporal o permanente de la constitución del terreno, de su superficie o de los elementos que sobre ella se encuentren.
- Una zona de limitación de alturas, donde se establece que ningún elemento del terreno sobrepase en altura la superficie establecida.

Las dimensiones de la zona de seguridad y de la

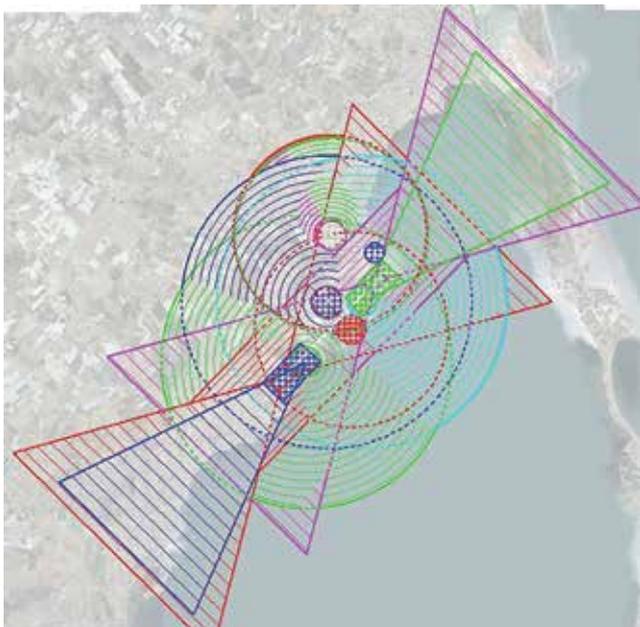


Figura 3. Superficies de las servidumbres radioeléctricas.

zona de limitación de alturas dependen de las características de cada instalación.

Servidumbres de operación de aeronaves: Aquellas que son necesarias establecer para garantizar las diferentes fases de las maniobras de aproximación por instrumentos.

Las áreas son específicas de la ayuda que se utilice como base del procedimiento de aproximación y varían de acuerdo con sus características técnicas y de los mínimos de aterrizaje que correspondan. Se consideran tres fases en la aproximación:

- Superficie de aproximación intermedia
- Superficie de aproximación final
- Superficie de aproximación frustrada.

Servidumbres de limitación de actividades: Destinadas a regular las actividades que, dentro de las áreas afectadas por servidumbre, puedan suponer un peligro para las operaciones aéreas o para el correcto funcionamiento de las instalaciones radioeléctricas o de ayuda a la navegación, como por ejemplo, actividades que puedan producir humos, turbulencias, luces o emisores de láser que pueden crear peligro o inducir a error, etc.

Servidumbres acústicas: Fueron introducidas legalmente a través del art. 63 de la Ley 55/1999, de 30 de diciembre, que introduce una Disposición Adicional Única a la Ley 48/1960, de 21 de julio, sobre Navegación Aérea, mediante la cual se reconoce a las servidumbres acústicas como «servidumbres legales impuestas en razón de la navegación aérea». Permiten fijar legalmente, para las zonas afectadas, unos objetivos de calidad acústica que contemplen la actividad aeroportuaria. Siempre que se cumplan estos objetivos se habrá de soportar los niveles sonoros, sobrevuelos, frecuencias e impactos ambientales generados por la navegación aérea.

En España, los beneficios que la navegación aérea aporta a la sociedad, tienen como contrapartida el derecho de quien tiene el deber de soportarla, a ser indemnizado o reparado. La autoridad aeronáutica debe vigilar constantemente el impacto que les ocasiona la actividad, sancionando los incumplimientos de la normativa sobre ruido y adoptando las medidas reparadoras para los perjudicados.

Los tres primeros tipos de servidumbres (aeródromo, radioeléctricas y de operaciones) pueden calificarse de servidumbres «físicas», pues establecen una serie de espacios o áreas bien definidas sobre el terreno en

las que, una vez determinadas, se puede restringir la creación de nuevos obstáculos, eliminar los existentes o señalizarlos, siempre en beneficio de la seguridad del espacio aéreo. En dichas áreas o espacios cabe tanto prohibir las edificaciones o instalaciones que puedan afectar a la seguridad de la navegación aérea como autorizar las que, en el mismo espacio físico y a la vista de sus características, no la comprometan.

No hay que subestimar la importancia de las servidumbres, pues el incumplimiento de las órdenes impartidas por la Autoridad Aeronáutica sobre aplicación de las normas en materia de servidumbres, es sancionada como infracción muy grave.

3. DETECCIÓN DE OBSTÁCULOS

«**Obstáculo.** Todo objeto fijo (ya sea temporal o permanente) o móvil, o partes del mismo, que:

- a) esté situado en un área destinada al movimiento de las aeronaves en la superficie; o
- b) sobresalga de una superficie definida destinada a proteger a las aeronaves en vuelo; o
- c) esté fuera de las superficies definidas y se haya considerado como un peligro para la navegación aérea». (OACI Anexo 4 –Cartas aeronáuticas)

En la confección de los planos de servidumbres se debe prestar atención a la definición del eje de pista, la base cartográfica y, especialmente, la búsqueda y detección de obstáculos.

Hay que tener en cuenta que al plasmar las áreas anteriores sobre una base cartográfica y determinar físicamente sobre el territorio las zonas sujetas a servidumbre se está, de hecho, recortando los derechos de los propietarios y usuarios de los terrenos afectados y, dado que muchas de estas áreas se determinan por el eje de las pistas o su prolongación, se hace necesario poner especial atención al establecer el eje, especialmente los puntos medios de los umbrales. Para ello es aconsejable definir el eje mediante

una recta determinada por regresión lineal con al menos cuatro puntos físicos obtenidos con la máxima precisión posible.

Respecto a la base cartográfica, actualmente se cuenta con cartografía oficial publicada por el Instituto Geográfico Nacional (IGN) suficientemente precisa y actualizada, además de con los productos del Plan Nacional de Ortofotografía Aérea (PNOA), tales como ortofotografías, modelos digitales del terreno, etc., por lo que se hace innecesaria, en la mayoría de las ocasiones, la producción propia de cartografía y esto redundaría en una disminución de los tiempos y recursos destinados a este fin.

La Publicación de Información Aeronáutica (AIP), manual básico de información aeronáutica de utilización esencial para la navegación aérea, contiene la información de carácter permanente y los cambios temporales de larga duración. En ella se encuentran la altura y ubicación de las obstrucciones más relevantes en el entorno de influencia de la instalación aeroportuaria y los planos de obstáculos de aeródromo (OAC) tipos A, B y C, siendo el de tipo A el más relevante, por requerir la determinación de la posición y altura de los obstáculos con un mayor grado de precisión.

Estos planos proporcionan los datos necesarios para analizar y cumplir con las limitaciones de utilización de un aeródromo y de la operación de la aeronave, asegurando que en cada vuelo con plena carga, la aeronave pueda desarrollar la actuación mínima con-

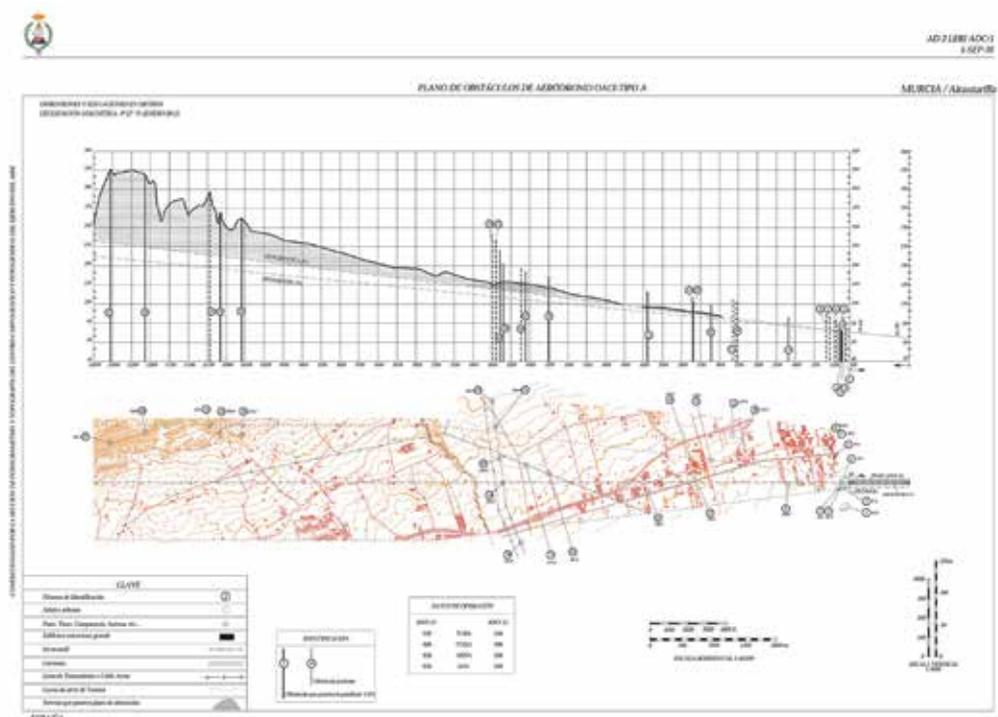


Figura 4. Plano de obstáculos OACI tipo A

venida, es decir, que en caso de fallo de un motor durante el despegue, el avión pueda, o bien interrumpir el despegue y parar dentro del área prevista para tales emergencias, o bien iniciar el vuelo antes de llegar al extremo de la pista y a continuación, ascender hasta una altura especificada franqueando con un margen suficiente todos los obstáculos que se encuentren en el área de la trayectoria de vuelo y aumentando dicho margen a medida que se aleja del aeródromo. Esto puede dar como resultado la introducción de restricciones tan importantes como limitar las distancias disponibles para el despegue y aterrizaje.

Asimismo, los planos de obstáculos, se utilizan para la determinación de procedimientos de contingencia a utilizar en el caso de una emergencia durante una aproximación o despegue frustrados, para el diseño de procedimientos por instrumentos (inclusive el procedimiento de aproximación en circuito) y para la producción de otras cartas aeronáuticas.

Tradicionalmente, la búsqueda e identificación de los posibles obstáculos se ha realizado por equipos topográficos trabajando sobre el terreno, midiendo únicamente los elementos que a juicio del topógrafo podían constituir obstáculos sobresalientes y dejando la multitud de elementos que, aun pudiendo penetrar las superficies delimitadoras, eran sensiblemente (o aparentemente) más bajos. Un levantamiento exhaustivo de todos los elementos de la zona de influencia se hace prohibitivo por el gran volumen de trabajo y tiempo necesario.

En comparación con otras tecnologías, la inversión necesaria en instrumentos y software de procesamiento para la topografía terrestre convencional es bastante bajo, aunque, por el contrario, los recursos humanos necesarios son muy superiores. Por eso, este es el método que se utiliza generalmente para tareas localizadas, en áreas pequeñas. Para la captura de datos de zonas extensas suele ser más económico utilizar sensores aerotransportados. Sin embargo, este tipo de técnicas no pueden desligarse totalmente de la topografía clásica, pues se sigue necesitando puntos de control en tierra de alta precisión.

Las técnicas fotogramétricas con película aérea permiten al operador de restitución detectar y medir la mayoría de los obstáculos dejando para el levantamiento sobre el terreno sólo aquellos elementos que no se pueden determinar con precisión, reduciendo así el tiempo empleado en la determinación de los obstáculos, pero no siendo suficiente para poder mantener una actualización de los datos con la suficiente frecuencia.

Con la introducción de la fotografía digital y las

cámaras fotogramétricas digitales se hace posible la generación de modelos digitales de superficies (MDS) por correlación automática, generados a través de nubes de puntos 3D de alta densidad (varios cientos de puntos por metro cuadrado) y permitiendo la detección de nuevos obstáculos por comparación con modelos anteriores, lo que lleva a la detección automática de la mayoría de los obstáculos, haciendo viable la actualización frecuente de los datos en las áreas de influencia del aeropuerto.

Desde hace unos años, una nueva herramienta se está instaurando con fuerza en todos los análisis fotogramétricos como una alternativa más a la cartografía. Se trata del sistema LIDAR (*Laser Imaging Detection and Ranging*), un sensor activo que permite determinar la distancia desde el emisor a un objeto midiendo el retraso entre el momento de emisión de un pulso láser y la detección de la señal reflejada.

Aunque el LIDAR surge en los años setenta en los laboratorios de la NASA, no se introdujo en las actividades de investigación de la fotogrametría hasta que no se consiguieron desarrollar con suficiente precisión los sistemas de posicionamiento y navegación a partir de la década de los noventa.

Con la tecnología actual se puede obtener una información con una precisión en la georreferenciación en torno a unos centímetros, y no sólo es capaz de obtener la distancia, sino también la intensidad de la señal recibida, el número de eco, etc. En definitiva, puede facilitarnos un conjunto de datos que se pueden clasificar en función de la superficie en la que se reflejaron, mediante algoritmos matemáticos, lo que permite generar unos modelos digitales diferenciando terreno, vegetación, edificaciones, etc.

Este hecho ha puesto de manifiesto que el LIDAR es una tecnología que ofrece muy buenas capacidades. En definitiva, nos proporciona unos modelos digitales del terreno (MDT) más precisos que los obtenidos por técnicas tradicionales de fotogrametría (para una misma escala de vuelo) y, además, permite disponer de información del suelo debajo de la vegetación, aspecto que para las técnicas de fotogrametría es imposible.

Estos aspectos han llevado a la consideración generalizada de que el LIDAR es la alternativa adecuada para la obtención de modelos digitales de elevaciones muy precisos.

Entonces ¿qué técnica es la más adecuada para la detección de los obstáculos? La respuesta no es tan simple. Todas ellas tienen sus ventajas y sus inconvenientes.

El LIDAR supone la instalación de un nuevo sensor y mayores costes de vuelo y, aunque puede ir com-

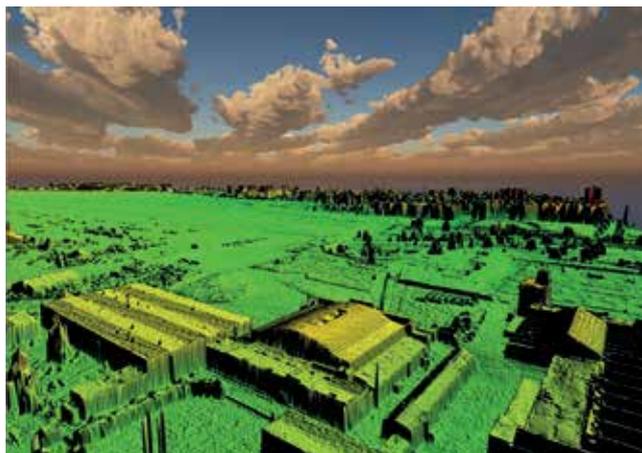


Figura 5. MDS obtenido por correlación de imágenes (pixel de 8 cm)

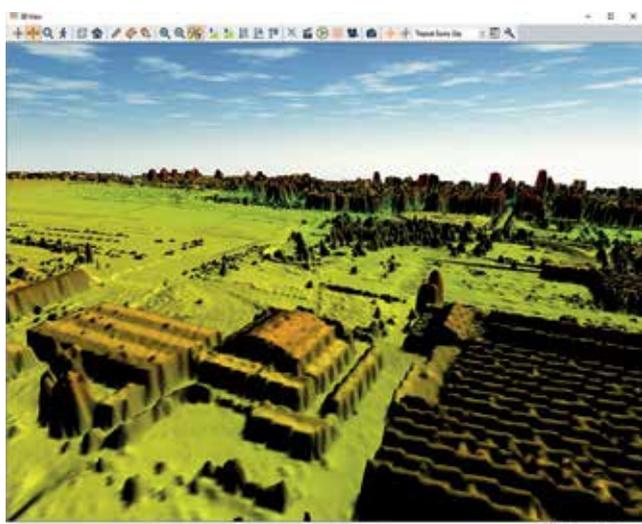


Figura 6. MDS obtenido con LIDAR (0,5 puntos/m²)

binado con cámaras de fotografía aérea, la zona de cobertura de ambos tipos de sensores no es coincidente, obligando a aumentar los costes de obtención de datos comparado con un vuelo fotogramétrico convencional. Al ser un sensor relativamente reciente, su disponibilidad en el mercado es menor que la de los sensores ópticos digitales.

Además, la gran densidad de puntos que se precisa para la correcta localización de obstáculos de pequeño tamaño obliga a realizar vuelos a baja altura, limitando la velocidad hasta el punto de hacer necesaria la utilización de aeronaves de ala rotatoria.

Otra desventaja es la gran influencia de las condiciones meteorológicas en el momento de la adquisición de los datos, pues la humedad puede tener un fuerte impacto en la potencia de la señal devuelta (puede haber pérdidas de señal) y los vientos fuertes y las turbulencias aumentan la posibilidad de que las señales de retorno no se distribuyan regularmente.

Por otra parte, ofrece el grado más alto de automa-

tización en los procesos de detección pues se genera una nube de puntos digital que puede ser fácilmente comparada con las superficies de adquisición de datos para detectar obstáculos, tiene capacidad para penetrar la vegetación y llegar hasta el suelo, lo que le hace la mejor opción para generar modelos digitales del terreno y, además, presenta un bajo riesgo de perder un obstáculo durante la adquisición de los datos.

También permite el levantamiento en cualquier época del año, con malas condiciones de iluminación e incluso permite realizar vuelos nocturnos.

Por su parte, la fotogrametría aérea se considera la técnica más eficiente en la adquisición de datos. Aunque el grado de automatización es menor que en el caso del LIDAR, los algoritmos están en pleno proceso de evolución y mejora. Se han realizado grandes avances en la generación de modelos digitales de superficie por correlación automática y se está mejorando la generación de modelos digitales de terreno. Lo que debe ser considerado como un obstáculo queda en manos del operador y, aunque se pierda en automatización, se gana en calidad del dato, pues es una persona la que identifica visualmente las características físicas de cada obstáculo. Por otra parte, esta misma interpretación de un operador puede dar como resultado una falta de homogeneidad en el resultado.

La topografía clásica, como único método de recopilación de datos, no se adecúa a las áreas extensas, pues, aunque tiene el costo de inversión más bajo, su costo en tiempo y recursos humanos es muy elevado. Además, el riesgo de que se omita un obstáculo en la fase de recopilación de datos es mayor que con cualquier otra técnica. No obstante, sigue siendo la técnica ideal para la validación y control de calidad de los datos suministrados mediante otros métodos, y en algunos casos, la única posible.

Por último, dadas sus expectativas, cabe señalar la irrupción de los vehículos aéreos no tripulados equipados con cámaras de pequeño formato, que hacen posible el levantamiento fotogramétrico de áreas reducidas de forma rápida y a bajo coste.

4. LA BASE DE DATOS DE OBSTÁCULOS: EL ETOD

En este entorno de continua evolución debida a la presión demográfica, se hace indispensable mantener una vigilancia constante de los obstáculos que se encuentran en los alrededores de los aeropuertos y, especialmente, en las trayectorias de aproximación

y despegue. Para ello la organización internacional de aviación civil (OACI) adoptó en febrero de 2004 la enmienda 33 al anexo 15, que incluía directrices para que, con la participación de todos los estados de la organización, se pudiera disponer de una base de datos electrónica de obstáculos. Esta base de datos se denomina por sus siglas en inglés ETOD, acrónimo de «Electronic Terrain and Obstacle Database». Estos datos se definen mediante cuatro áreas de cobertura alrededor de cualquier aeropuerto (Figura 7 y 8) y se recogerán de acuerdo con los requisitos numéricos específicos de cada área (Cuadro 1)

El Área 1 cubre todo el territorio de un Estado, inclusive los aeródromos. En esta área se recopilarán todos los obstáculos que tengan una altura por encima del suelo de 100 m o más con una exactitud en posición de 50 m y en altura de 30 m.

El Área 2 es el área de control terminal según se indica en una publicación de información aeronáutica (AIP) del Estado o limitada a un radio de 45 km desde el punto de referencia del aeródromo (el que sea menor). Se diferencian cuatro zonas:

a) **Área 2a:** área rectangular alrededor de una pista, que comprende la franja de pista y la zona libre de

obstáculos si existe. Se recopilará todo obstáculo que sobrepase en más de 3 metros la altura del punto de la pista más cercano.

b) **Área 2b:** una zona que se extiende desde los extremos de la Zona 2a en la dirección de despegue hasta una distancia de 10 km con una divergencia de 15% a cada lado. Esta superficie comienza con la elevación del umbral más cercano de la pista y se eleva con una pendiente del 1,2%. Se deben recopilar todos los obstáculos de más de 3 metros de altura que penetren esta superficie.

c) **Área 2c:** Se extiende desde los bordes del área 2a hasta una distancia máxima de 10 km. Esta superficie comienza con la elevación del punto más cercano de la pista y se eleva con una pendiente del 1,2%. Se deben recopilar todos los obstáculos de más de 15 m de altura que penetren esta superficie.

d) **Área 2d:** resto del área 2 no incluido en las anteriores. Se recopilará todo obstáculo de más de 100 m de altura.

Los datos se obtendrán con una exactitud de 5 m en posición y 3 m en altura.

El Área 3 abarca la zona que se extiende desde los

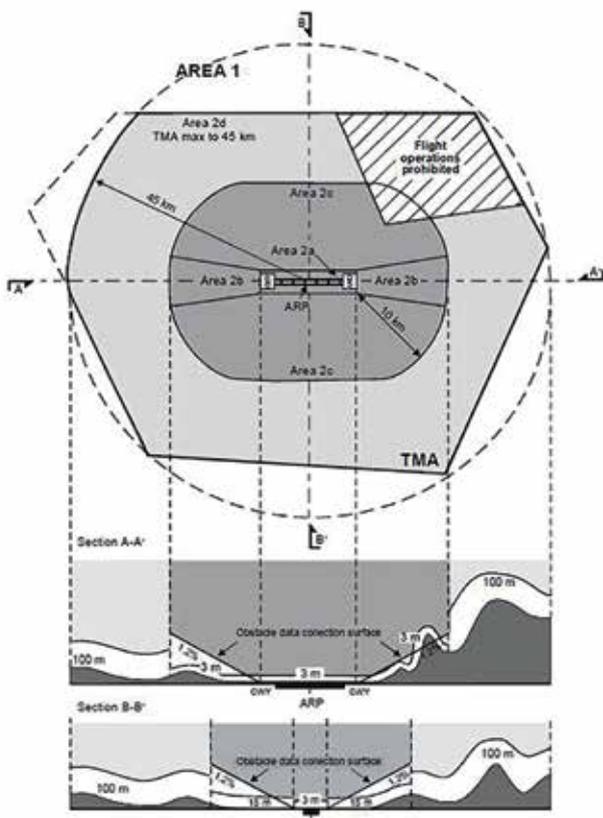


Figura 7. Superficies de recolección de datos de obstáculos- Área 1 y Área 2

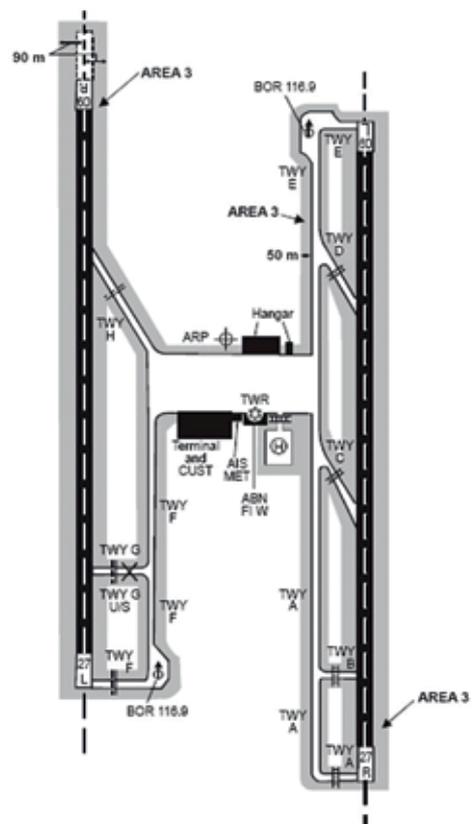


Figura 8. Superficies de recolección de datos de obstáculos- Área 3

| | Area 1 | Area 2 | Area 3 | Area 4 |
|---|---------------------------------|-----------------------------------|-----------------------------------|-----------------------------------|
| Vertical accuracy | 30 m | 3 m | 0,5 m | 1 m |
| Vertical resolution | 1 m | 0,1 m | 0,01 m | 0,1 m |
| Horizontal accuracy | 50 m | 5 m | 0,5 m | 2,5 m |
| Confidence level/ | 90 % | 90 % | 90 % | 90 % |
| Data classification Integrity level/ | Routine 1 x 10 ⁻³ | Essential 1 x 10 ⁻⁵ | Essential 1 x 10 ⁻⁵ | Essential 1 x 10 ⁻⁵ |
| Maintenance period | as required | as required | as required | as required |

Cuadro 1. Requerimientos numéricos de los datos de los obstáculos

bordes de las pistas hasta 90 m de los ejes de pista y, para las demás partes de las zonas de movimiento del aeródromo, 50 m a partir de los bordes en las zonas definidas. Se recopilarán y registrarán los obstáculos que sobrepasen más de medio metro (0,5 m) el plano horizontal del punto más cercano en la zona de movimiento del aeródromo, con una exactitud de 0,5 m en posición y altura.

El Área 4 está limitada a las pistas en que se han establecido operaciones de aproximación de precisión de Categoría II o III, en la que se necesita información detallada sobre el terreno por parte de los operadores para permitirles evaluar el efecto del terreno al determinar la altura de decisión con radioaltímetro. El ancho de la zona será de 60 m a ambos lados de la prolongación del eje de la pista y el largo será de 900 m desde el umbral de la pista medido a lo largo de la prolongación del eje de la pista. En esta zona no pueden existir obstáculos.

Como vemos, los requisitos de precisión en posición y altura de los obstáculos son muy dispares dependiendo del uso al que estos datos están destinados, variando desde los 30 metros en altimetría para un obstáculo situado en el área 1, hasta una exactitud de medio metro para uno situado en el área 3. Si los datos los vamos a emplear para confeccionar un plano de obstáculos para su publicación en AIP no podremos obtenerlos de ETOD, pues en este tipo de planos los datos de los obstáculos han de publicarse con una exactitud de medio metro aunque la zona representada en el plano pertenece al área 2 de ETOD. Lo mismo puede decirse para la confección de los planos de servidumbres aeronáuticas, en las que muchas veces las superficies a determinar se definen por un obstáculo y se apoyan sobre él, estando estas superficies en el área 2 e incluso el área 1. Debemos pues, obtener los obstáculos dentro del área de servidumbres de otras fuentes o por otros medios.

5. CONCLUSIÓN

El desarrollo tecnológico actual, con capacidades de computación inimaginables hace tan sólo unos pocos años (¿quién no recuerda esos ordenadores que ocupaban toda una sala y tenían menos capacidad que cualquier calculadora de bolsillo actual?) hace posible el procesamiento sistemático de grandes volúmenes de datos, lo que permite la obtención de

cartografía actualizada y precisa con la adquisición de datos procedentes de diferentes tipos de sensores y en tiempos relativamente cortos.

La automatización en los procesos de detección de nuevos obstáculos y actualización de los mismos, posibilita la vigilancia casi constante de las áreas de servidumbres aeronáuticas, todo ello en beneficio de la seguridad aérea.

REFERENCIAS

- OACI documento 9881 (2007), Guidelines for Electronic Terrain, Obstacle and Aerodrome Mapping Information
- OACI anexo 4 (2016), Aeronautical charts
- OACI anexo 14 de la (2016), Aerodromes. Vol. I. Aerodrome Design and Operations
- OACI anexo 15 (2016), Aeronautical Information Services
- Ley 48/1960 de 21 de julio, de Navegación Aérea. (Arts. 51 a 54 y Disposición Adicional Única)
- Decreto 584/1972 de 24 de febrero, de servidumbres aeronáuticas

Sobrel el autor

Brigada Jesús A. Carnicero Álvarez

Ingeniero Técnico en Explotaciones Agropecuarias por la Escuela Universitaria de Ingeniería Técnica Agrícola del Centro de Enseñanzas Integradas de Sevilla. Destinado desde 1993 en el Centro Cartográfico y Fotográfico (CECAF) donde ha desempeñado diversas funciones de carácter técnico en la sección de Fotogrametría y Topografía. En la actualidad ejerce como profesor de Geomática.





403 21

E9-48

La base topográfica en la confección de las servidumbres aeronáuticas

REVISTA **MAPPING**
Vol. 26, 184, 36-41
julio-agosto 2017
ISSN: 1131-9100

The topographic base in the confection of the aeronautical easement

Subteniente Alberto J. Parrondo García

Resumen

El artículo intenta hacer un repaso de los cambios acaecidos en la producción de planos topográficos durante los últimos años, a través del análisis de la elaboración de servidumbres aeronáuticas en el CECAF (Centro Cartográfico y Fotográfico) del Ejército del Aire.

Abstract

The article tries to review the changes happened in the topographic planes production during the last years, through the analysis of the aeronautical easement elaboration in the CECAF (Cartographic and Photographic Center) of the Air Force.

Palabras clave: fotogrametría, analógica, digital, topográfico, aerotriangulación, servidumbres, radioayudas, CECAF.

Keywords: photogrammetry, analogue, digital, topography, aerotriangulation, easements, radio aids, CECAF.

Negociado de Fotogrametría y Topografía
apargar@ea.mde.es

Recepción 22/04/2017
Aprobación 07/06/2017

1. INTRODUCCIÓN

¿Trabaja usted o ha trabajado en el campo de la cartografía? Si está leyendo esta revista, seguramente la respuesta es sí.

¿Tiene usted más de cincuenta años? Si es así, cuanto se dice en este artículo probablemente le resultará conocido o, incluso, tal vez haya participado en alguno de los procesos que se describen.

Por el contrario, si aún no ha cumplido los cuarenta, es fácil que no haya conocido los procesos analógicos de confección de planos topográficos y todo ello le sonará a una especie de «paleotécnicas geoespaciales» difíciles de asimilar.

Esto no quiere decir que la revolución tecnológica que se ha vivido en los medios de elaboración de cartografía, se haya producido en sólo diez años, pero sí es cierto que es en la última década del siglo pasado cuando, a efectos prácticos, en la mayoría de organismos y empresas del sector, se produjo el paso, a veces traumático, de la fotogrametría analógica (con un solapamiento analítico en muchos casos) a la digital.

2. ORÍGENES

Los planos de servidumbres aeronáuticas se vienen realizando tradicionalmente a escala 1:10.000, que permite representar el terreno con suficiente detalle para estos propósitos. En los años sesenta no era muy común disponer de cartografía del territorio a escalas grandes, y mucho menos actualizada, por lo que la base cartográfica había que confeccionarla con medios propios (fotografía aérea, con restitución fotogramétrica y apoyo topográfico) y se invertían mucho tiempo y recursos en su elaboración.

El CECAF comienza a utilizar la fotogrametría a finales de los años 50 del pasado siglo colaborando con el Ministerio de Hacienda en la realización del Catastro Parcelario, que recibió un fuerte impulso gracias a los vuelos de la «Serie B» o «vuelo americano» realizados por la USAF (Fuerza Aérea de los Estados Unidos) entre 1957 y 1959. Para ello, el Ministerio aportó un restituidor *Wild A-7*, en el que se formaron los primeros operadores de fotogrametría del Ejército del Aire.

Así, en el momento de asumir la responsabilidad de confeccionar las servidumbres aeronáuticas y, por tanto, de elaborar la base topográfica sobre la que habrían de sustentarse, ya contaba el CECAF con una sección de fotogrametría modesta pero capaz, de tal forma que a comienzos de los años 80 prestaban servicio, además del citado *A-7*, un *Santoni IV*, un *Wild A-8* y un *Wild A-10*.



Figura 1. Operador y ayudante de mesa trabajando en el Santoni IV

Para atender cada uno de estos aparatos se necesitaba un mínimo de dos personas, que actuaban como operador y ayudante de mesa, relevándose entre sí. Tengamos en cuenta que se dibujaba sobre una mesa trazadora con una mina de grafito que había que cambiar según la entidad a representar. Así, para trazar una curva de nivel directora se usaba una mina más blanda, con un trazo más grueso que para una interpolada. Hidrografía y vegetación se representaban con un lápiz azul y verde, respectivamente. El ayudante, además, debía escribir sobre la minuta la cota de un determinado punto, que le «cantaba» el operador.

Ello implicaba que para mantener la plena operatividad de los restituidores, cubriendo las bajas por permisos, enfermedad y los derivados de los numerosos servicios propios del ámbito militar se necesitaba una plantilla de operadores en torno a doce personas, que son las que prestaban servicio en el año 1985.

Hasta ese momento el proceso permanece, en lo sustancial, con mínimas variaciones respecto a los orígenes de la fotogrametría aérea en España en los años 1910. El conocido proceso de orientación interna (basado en la distancia focal y la promediación de las marcas fiduciales), orientación relativa (basado en la eliminación de las paralajes horizontales mediante los mandos de kappa, phi y omega) y orientación absoluta (mediante la nivelación del modelo con los mandos de phi y omega y su puesta en escala a través del ajuste de la base o bx) se repetía en cada uno de los alrededor de 100 modelos estereoscópicos que componían una servidumbre típica.

Para garantizar la precisión de esa nivelación había un trabajo previo por parte de la sección de topografía. Se necesitaba un mínimo de cuatro puntos de apoyo por modelo estereoscópico, equivalentes a dos puntos por fotograma que, con los recubrimientos, sumaban de 120 a 140 puntos en una servidumbre típica.



Figura 2. Hoja de «stabilene» con el cangrejo usado para el esgrafiado de las curvas de nivel

Tras hacer el anteproyecto, recopiladas las reseñas de todos los vértices de la zona de trabajo y pasado el recubrimiento sobre los contactos de las imágenes del vuelo, se precisaban de seis a ocho semanas de trabajo en el campo para medir los puntos de apoyo, además de dar coordenadas a las radioayudas y umbrales de pista. Debemos considerar que no siempre había visual desde algún vértice al punto que necesitábamos medir, con lo cual era necesario dar destacadas, es decir, radiar un punto intermedio con visual directa al punto de apoyo, en el que estacionar de nuevo. Al radiar con prisma, necesariamente el auxiliar debía «pisar» cada punto, lo que implicaba largos y continuos desplazamientos.

Por otra parte, las radioayudas no podían ser radiadas, dado que había que medir el centro emisor, normalmente inaccesible, por lo que había que hacer intersecciones directas, que garantizaban una mayor precisión que las inversas.

Con esos datos se procedía al ajuste de los modelos y a la restitución de las aproximadamente 25 000 Ha que cubrían la zona de estudio, comúnmente conocida como «mariposa» por su forma.

Una vez completadas todas las hojas había que unirlas sobre una gran mesa formando un todo de unos tres metros y medio sobre el que se trazaban con escuadra, cartabón y compás las distintas figuras generadas por cada maniobra (aproximación o despeque) o radioayuda protegida.

No terminaba con ello el proceso, pues las minutas dibujadas a lápiz en el pantógrafo debían ser esgrafiadas. La hoja consistía en una lámina de «stabilene» recubierta de un material despeliculable. El esgrafiado se hacía con una punta de zafiro y suponía volver a dibujar todas las entidades, repasando con el «cangrejo» cada trazo de lápiz que el operador de fotogrametría había dibujado en el restituidor. Además se tenían

que pegar los «striping», que no eran más que unos letreros adhesivos que se confeccionaban en la imprenta, con todos los textos que habían de figurar en la hoja, lo que comprendía toponimia, cotas, etcétera. Este trabajo requería de unos doce delineantes que se repartían los distintos trabajos.

Finalizada esa labor quedaba una lámina plástica de color rojo muy estable dimensionalmente, en la que todo lo dibujado se transparentaba, con lo que disponíamos de una especie de negativo de la mancha de dibujo.

De él se obtenía un positivo en «herculene», un material fotosensible ortocromático también sumamente estable, del que se realizaban las copias necesarias en el laboratorio mediante un proceso de «insolación» a base de amoníaco.

Recapitulando: para hacer las servidumbres de una base aérea, se necesitaban cinco personas en el campo, tres operadores de restitución, tres delineantes y dos técnicos de laboratorio; y desde que se iniciaba el proceso hasta que el geodesta firmaba la propuesta pasaban alrededor de dieciocho meses.

3. LA TRANSICIÓN

El primer avance tecnológico realmente significativo se produjo en el año 1985 con la sustitución del vehículo A-7 por un restituidor analítico *Aviolyt AC1* que, con alguna actualización de *hardware* y *software*, ha permanecido en activo hasta finales del año pasado.

Dos capacidades principales marcaban ese avance: la aerotriangulación de bloques de fotogramas y la mesa trazadora.

El primero supuso una reducción considerable del trabajo en campo, que resultaba el más costoso por los largos desplazamientos de personal. Se reducía a una treintena o incluso menos el número de puntos de apoyo necesario para garantizar la máxima precisión en el ajuste del bloque.

Aunque el concepto de aerotriangulación era sobradamente conocido, en la práctica resultaba un proceso sumamente engorroso y poco preciso de realizar de forma analógica. Se precisaban unas grandes plantillas para hacer una compensación gráfica de los errores, de tal manera que éstos se interpolaban en las tres coordenadas. Se necesitaba, además, un aparato de primer orden, como el *Wild A10* que existía en el CECAF, que disponía de cambio de base interna-base externa. El cambio de base permitía dejar fijo un proyector (del que ya se conocían sus valores de orientación), actuando sobre los mandos del otro, lo cual



Figura 3. Avioflyt AC1 con mesa trazadora TA2 esgrafiando hoja de stabilene

exigía que cada cámara dispusiese de los seis grados de libertad del avión, otra característica de este tipo de aparatos. Para grandes bloques, por último, se precisaba también que el estereocomparador dispusiese de corrección de curvatura.

Con el restituidor analítico todo ello quedaba solucionado. Permitía ajustar grandes bloques de imágenes con gran precisión. Además, gracias a la adquisición de un transferidor de puntos PUG-5 se podían marcar físicamente mediante ultrasonidos los puntos de paso en los fotogramas, eliminando así la necesidad de hacer croquis de cada uno de ellos. Se precisaban dos puntos de control al inicio y al final de cada pasada y un punto cada 4 o 5 pares estereoscópicos, lo que frente a los cuatro puntos por modelo que eran necesarios hasta ese momento, alivió considerablemente el trabajo en campo.

Se medían en el Avioflyt los puntos de control y de paso, utilizando éstos como puntos de orientación relativa, ya que gracias al PUG-5 se situaban en coincidencia con los 6 puntos de Von Gruber, dado que no necesitaban estar materializados por ningún detalle del terreno. Finalizada la fase de medición se procedía al cálculo y compensación de bloques mediante programas que fueron variando y mejorándose a lo largo de los años siendo el primero de ellos el PATM del doctor Ackermann. Originalmente se tardaba unas diez horas en calcular la compensación de un bloque para una servidumbre aeronáutica, que constaba de cinco pasadas. Si se había producido algún error, lo que normalmente ocurría en la numeración, bien de los puntos o de los fotogramas, había que revisar todo el proceso y volver a ajustar. El resultado era un listado con los puntos de control y los elementos de la orientación exterior que, con pequeños ajustes, se introducían mediante los mandos correspondientes en los aparatos analógicos, donde se restituían los pares estereoscópicos.

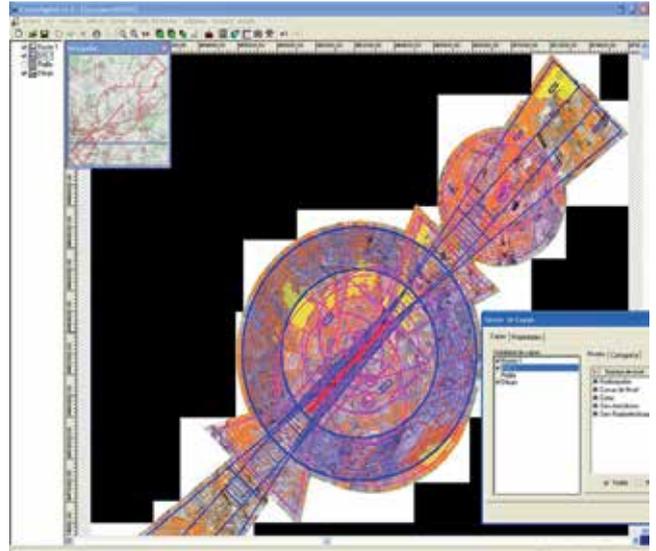


Figura 4. Fichero digital de una servidumbre con base topográfica mixta vectorial y ráster

La mesa trazadora TA-2 resultaba muy espectacular cuando esgrafiaba la hoja de «stabilene» con gran rapidez. Sin embargo, dado que la mayor parte del trabajo se realizaba en los restituidores analógicos no eliminaba mucha carga de trabajo a los delineantes grabadores.

A principios de los años 90 se informatizó el A-10, dotándole de codificadores y un software, denominado RAP-2, que le permitía digitalizar los ficheros de dibujo y ser esgrafiados en la mesa TA-2. Asimismo se dio de baja el Santoni IV, que muchos lectores conocerán por hallarse desde entonces expuesto en las instalaciones de la Escuela Técnica Superior de Ingenieros en Topografía, Geodesia y Cartografía.

Poco tiempo después se introduce en el CECAF la



Figura 5. Estaciones de trabajo de LH Systems con LPS y Microstation

topografía gps tras la adquisición de tres equipos *Leica system 200*. Las ventajas eran enormes, al desaparecer la necesidad de tener visual directa a los puntos, lo que reducía en gran manera los desplazamientos.

Es, sin embargo, en el año 1994 cuando se introduce el concepto de fichero CAD (Diseño Asistido por Ordenador) al informatizar el restituidor A-8 mediante un *software de Intergraph*, llamado *SPIM* y en el que el dibujo se realizaba sobre *Microstation*. Obteníamos un archivo plenamente editable y en tres dimensiones sobre el que se podían trazar analíticamente las figuras que representaban las restricciones propias de las servidumbres.

En estas fechas convivieron en el CECAF los tres sistemas fotogramétricos: analógico, analítico y digital, al adquirirse un escáner y un restituidor digital *Imagestation*. Los comienzos no estuvieron exentos de dificultades, dado que estos primeros sistemas digitales incorporaban soluciones puente, debido a que los procesadores existentes entonces no tenían las prestaciones necesarias para manejar las pesadas imágenes con las que se trabajaba. Ello se traducía en continuos bloqueos y largas esperas que ralentizaban enormemente la producción.

En el año 2003 se solucionaron esos problemas con la incorporación de una estación de trabajo de Leica, equipada con *software Socet Set, PRO600, Microstation y Orima*. Tras la ruptura entre *Bae Systems* (propietaria de *Socet Set*) y *Leica* vino la adaptación de *PRO600 a Erdas Imagine* a través de *LPS (Leica Photogrammetry Suite)*, que se mantiene en la actualidad, con los cambios de versiones lógicos por el paso de los años. Al año siguiente se adquirieron otras dos estaciones gemelas a la anterior. Existían enormes expectativas de conseguir modelos digitales del terreno a partir de la técnica de correlación de imágenes, que habrían facilitado enormemente la detección semi-automática de obstáculos y la generación de ortofotografías de las zonas de estudio. Sin embargo, los algoritmos de la época se demostraron poco fiables a la hora de extraer esos datos. Se producían multitud de fallos, cuya edición resultaba más costosa que la propia restitución vectorial tradicional.

Las restricciones presupuestarias debidas a la fuerte crisis económica sufrida por Europa desde el año 2008 impidieron que el CECAF se incorporase plenamente a la era digital al no disponer de cámaras aéreas métricas con estas características. Durante estos años los aviones del 403 escuadrón han seguido volando con las veteranas cámaras analógicas *Wild RC-20* y *RC_30*, debiendo superar enormes dificultades para conseguir película y procesarla.

4. PRESENTE Y FUTURO

En diciembre de 2016 pudo por fin el CECAF alcanzar la anhelada capacidad digital al adquirirse un sensor *Ultracam Eagle Mark 2* junto al *software UltraMap*.

Su fin principal es el empleo en misiones de Operaciones de Mantenimiento de la Paz (OMP) en escenarios donde hayan de desplegar las Fuerzas Armadas españolas y no exista cartografía actualizada y fiable. Sin embargo, como aplicación secundaria, este sensor abre unas posibilidades inmensas en la detección de obstáculos en las proximidades de pistas de aterrizaje.

Y es aquí donde la aplicación del «Método General de la Fotogrametría», como hasta ahora lo hemos conocido, reviste mayores cambios en cuanto a su aplicación práctica.

Gracias a los sistemas GNSS (Sistema de Navegación Global por Satélite), se pueden obtener precisiones en las orientaciones directas superiores al GSD (Ground Sample Distance o tamaño del píxel en el terreno), lo que hace superfluo, e incluso en ocasiones contraproducente, el ajuste del bloque mediante aerotriangulación, eliminando así los puntos de apoyo en campo o reduciéndolos a unos pocos para comprobación.

La orientación interna se reduce a dar a conocer al sistema: la distancia focal calibrada, la situación del punto principal y el tamaño físico del píxel.

En cuanto a la búsqueda de intersecciones de los pares de rayos homólogos, los nuevos algoritmos de correlación de imágenes, basados en la tecnología multirrayo, son capaces de generar nubes de puntos densas que, a costa de un mayor recubrimiento (idealmente un 80% longitudinal y un 60% transversal) permiten obtener modelos digitales de superficies (MDS) de la resolución del píxel. Así, volando con un GSD de 10 centímetros obtendríamos un MDS con un dato de elevación cada 10 cm o, lo que es lo mismo con 100 puntos por cada metro cuadrado. En las pruebas realizadas se han detectado



Figura 6. MDS generado mediante correlación multirrayo de un vuelo de 8 cm de GSD, en el que se puede apreciar el modelado generado por las farolas de alumbrado público y vegetación

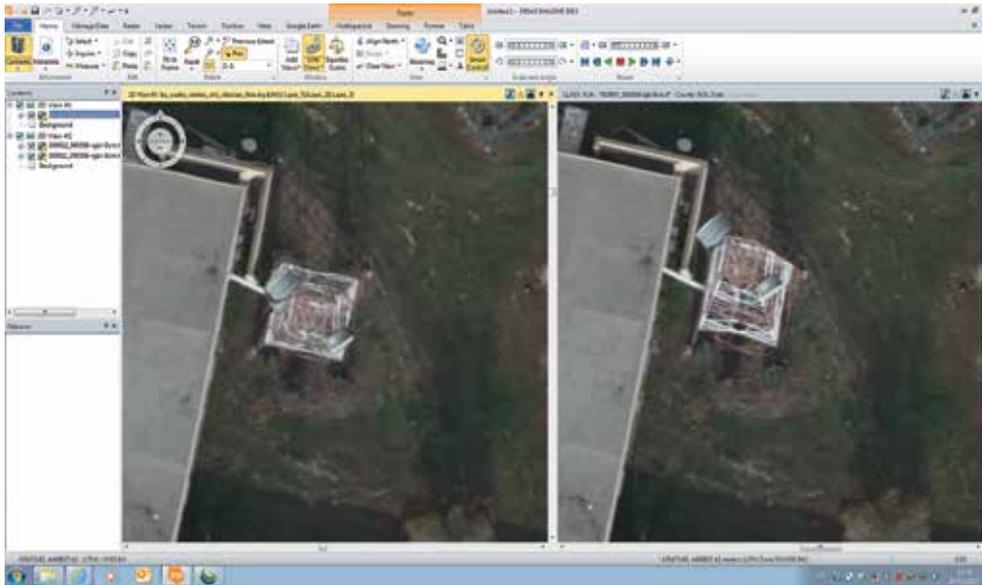


Figura 7. Ortofoto verdadera sin desplazamiento radial obtenida a partir de MDS (izda.) vs. ortofoto tradicional obtenida a partir de MDT (dcha.)

desde farolas a señales de tráfico o vértices geodésicos. Al disponer de una focal de 210 mm, además de la de 100 mm, ese GSD se puede obtener volando a 4600 metros de altura sobre el terreno, evitando interferir en las operaciones sobre zonas de gran congestión de tráfico aéreo.

Si restamos el Modelo Digital generado por las figuras (generalmente planos o conos) de las servidumbres al MDS obtenido por correlación multirrayo, obtendremos las coordenadas de todos los objetos (o terreno) que vulneran dichas servidumbres. Analizados en las imágenes del vuelo, serán clasificados e introducidos en un SIG (Sistema de Información Geográfica) y sufrirán las limitaciones que la Ley establezca para ellos.

Además, el MDS permite obtener ortofotografías verdaderas, es decir sin desplazamiento radial de los puntos elevados sobre el terreno, tales como edificios o antenas, de tal manera que la situación de éstas en la imagen corresponderá con la medida en el campo.

Lógicamente, que el proceso sea automático no implica que sea rápido. El vuelo para cubrir la «mariposa» cubre unas 40 000 Ha. Si el MDS de cada una de ellas contiene un millón de puntos ya vemos que se requiere una capacidad enorme para procesar ese volumen de datos. Afortunadamente, la tecnología en este aspecto avanza a pasos agigantados y es cada vez más potente y asequible. Aun así, procesar una servidumbre de esas características precisa de más de un mes de cálculo con un equipo de 40 procesadores de última generación.

Sin embargo, estamos convencidos de que merece la pena, puesto que elimina el posible error humano, todo ello en pos de conseguir el máximo de seguridad en las

operaciones aéreas.

Es evidente que cuanto mayor sea el GSD, el tiempo de procesado será exponencialmente menor. Habrá que realizar un cuidadoso análisis buscando un equilibrio entre el tamaño de los objetos que necesitemos determinar y el volumen de datos generado. En ese sentido es más crítico el plano de obstáculos tipo OACI (Organización de Aviación Civil Internacional), que afecta a las superficies de aproximación y despegue con unas restricciones mayores que las de la servidumbre, aunque también ocupa una menor superficie.

Por último, quisiera hacer una reflexión sobre cómo estos adelantos técnicos han afectado al volumen de personal necesario para hacer estos trabajos.

De la plantilla de doce operadores de fotogrametría, doce delineantes, seis topógrafos y auxiliares, dos operadores de laboratorio y un geodesta, más el personal de administración que prestaban servicio en los años 80, hemos pasado a tres operadores de fotogrametría; cuatro miembros de la sección de topografía, que realizan también labores administrativas como memorias técnicas, así como el cálculo de las superficies y otras labores; una persona en edición y un oficial jefe de la sección, ingeniero técnico topógrafo que ejerce también funciones de enseñanza, administrativas, de gestión de personal y técnicas.

Es decir, que se ha pasado de unas cuarenta personas a sólo nueve, cubriendo más tareas. Parece superfluo cualquier comentario sobre lo que estos espectaculares avances tecnológicos han supuesto en la destrucción de empleo en la profesión topográfica, si bien es cierto que ello no ha sido privativo de este sector.

Sobre el autor

Subteniente Albert J. Parrondo García

Especialista en Cartografía e Imagen se encuentra destinado en la sección de fotogrametría y topografía del CECAF.





Resumen

El negociado de Base de Datos del Centro Cartográfico y Fotográfico del Ejército del Aire (CECAF) es la base de la pirámide del trabajo de producción de cualquier proyecto cartográfico del Centro.

La correcta actualización y mantenimiento de la base de datos aeronáutica es crítica para la calidad del producto final. De ella se nutren el resto de secciones. Cualquier error en un dato conlleva, como mínimo, inexactitudes y podría tener consecuencias fatales para la navegación aérea.

Abstract

The Air Force Mapping and Photographic (CECAF) Center's database department is the pyramidal base of the cartographic production in any mapping project.

The right updating and maintenance of the aeronautical database are critical for the quality of the final product. The rest of sections depend on it. A wrong data implies, at least, inaccuracies, and it could have fatal consequences for air navigation

Palabras clave: información aeronáutica, base de datos, navegación aérea, calidad, precisión, integridad.

Keywords: aeronautical information, database, air navigation, quality, accuracy, integrity.

Jefe del Negociado de Base de Datos de la Sección de Cartografía General
jalmlaj@ea.mde.es

Recepción 22/04/2017
Aprobación 01/06/2017

1. INTRODUCCIÓN

¿Qué información se utiliza para trazar un plan de vuelo?. ¿Por qué los aviones no colisionan contra ninguno de los miles de obstáculos con que se pueden encontrar durante su despegue o aterrizaje?. ¿Cómo saben los pilotos por dónde encarar la pista para aterrizar?... Todas estas preguntas se despejan con una sola respuesta: la información aeronáutica.

Las autoridades competentes en cada país disponen de servicios de información aeronáutica, más conocidos por *Aeronautical Information Services* (AIS) en inglés, y son los encargados de recopilar, verificar y difundir la información aeronáutica, asegurando el flujo de información necesaria para la seguridad, regularidad y eficiencia de la navegación aérea. Esta tarea, a nivel militar, la tiene encomendada el CECAF.

A continuación se explicará en qué consiste el trabajo diario del negociado de Base de Datos Aeronáuticos del CECAF, y su importancia dentro del flujo de trabajo de la producción cartográfica.

2. NEGOCIADO DE BASE DE DATOS

Actualmente el negociado está inmerso en un plan de integración de datos aeronáuticos, en respuesta a la necesidad de interoperatividad de la navegación aérea a escala mundial. En este plan participan las organizaciones más importantes del mundo, como la Organización de Aviación Civil Internacional (OACI) o la Organización Europea para la seguridad de la Navegación Aérea (EUROCONTROL), con el objetivo de ofrecer una información coordinada, actualizada y de calidad, orientándose cada vez menos a la producción en papel, y más a la oferta de geoservicios en la nube, accesibles y actualizables a demanda de los usuarios.

Empezando por el principio, se definen algunos conceptos sacados del Reglamento (UE) N.º 73/2010 de la Comisión, de 26 de enero, por el que se establecen los requisitos relativos a la calidad de los datos aeronáuticos y la información aeronáutica para el cielo único europeo.

- «datos aeronáuticos»: representación de los hechos, conceptos o instrucciones aeronáuticos de manera formalizada, que permita que se comuniquen, interpreten o procesen.
- «información aeronáutica»: información resultado de la agrupación, análisis y formateo de datos aeronáuticos.

- «calidad de los datos»: nivel de confianza de que los datos proporcionados cumplirán los requisitos de los usuarios en lo que se refiere a exactitud, resolución e integridad.
- «exactitud»: grado de conformidad entre el valor estimado o medio y el valor real.
- «resolución»: número de unidades con los que se expresa y se emplea un valor medido.
- «integridad»: grado de garantía de que no se ha perdido ni alterado ningún elemento después de la obtención original del dato o de una enmienda autorizada.
- «documentación integrada de información aeronáutica» (IAIP): conjunto de documentos que comprende los siguientes elementos:
 - i. publicaciones de información aeronáutica (AIP), incluidas las enmiendas correspondientes
 - ii. suplementos de las AIP
 - iii. información para aviadores, o Notice To Airmen (NOTAM) en inglés, que son avisos distribuidos por medios de telecomunicaciones que contienen información relativa al establecimiento, condición o modificación de cualquier instalación aeronáutica, servicio, procedimiento o peligro, cuyo conocimiento oportuno es esencial para el personal encargado de las operaciones de vuelo y los boletines de información previa al vuelo (PIB)
 - iv. circulares de información aeronáutica
 - v. listas de verificación y listas de NOTAM válidos

El negociado de Base de Datos del CECAF se nutre de la información disponible a través de la *Aeronautical Information Publication* de España (AIP España), sus suplementos y enmiendas que publica el organismo ENAIRE en las fechas determinadas según el calendario del Ciclo AIRAC (*Aeronautical Information Regulation And Control*).

El ciclo AIRAC es un sistema reglamentado de publicación de información aeronáutica que contiene los cambios operacionales en instalaciones, servicios o procedimientos que se pueden prever con antelación, según las especificaciones del Anexo 15 de la OACI, y que se ha convenido internacionalmente en publicarlo cada 28 días, con un calendario de publicación dado a conocer con antelación por las autoridades competentes de cada país.

La información notificada mediante el sistema AIRAC no será modificada al menos hasta 28 días después de su fecha de efectividad, salvo que la modifi-

cación tenga carácter temporal y no persista durante todo el periodo.

Las fechas a tener en cuenta en el ciclo AIRAC son:

- Fecha de efectividad (*Effective date*): Fecha en la que los cambios entran en vigor. Siempre es en jueves, aunque el Anexo 15 de OACI especifica que los cambios entre el 21 de diciembre y el 17 de enero se deben evitar.
- Fecha de publicación (*Publication date*): Fecha en la que el *Aeronautical Information Service* (AIS) publica la información (debería ser al menos 42 días antes de la fecha de efectividad, o 56 días para cambios muy importantes).
- Fecha de recepción (*Reception date*): Fecha en la que el usuario debería recibir la publicación (debería ser 28 días antes de la fecha de efectividad).

Una vez recibida la AIP por el personal del departamento, se empieza a introducir los cambios publicados en la base de datos.

Para la introducción de los datos se utiliza un *software* aeronáutico de la empresa italiana *Ingegneria Dei Sistemi* (IDS), empresa puntera a nivel mundial en este tipo de servicios. En concreto, se trabaja con el programa *Data Maintenance*, que es parte de la suite de aplicaciones para servicios y gestión de información aeronáutica (*Air Information Services / Air Information Management - AIS/AIM*).

Esta suite consiste en una base de datos aeronáutica y un conjunto de herramientas para la producción y gestión de datos estáticos y dinámicos. Las principales características son que utiliza una base de datos centralizada y accesible desde muchas aplicaciones cliente,

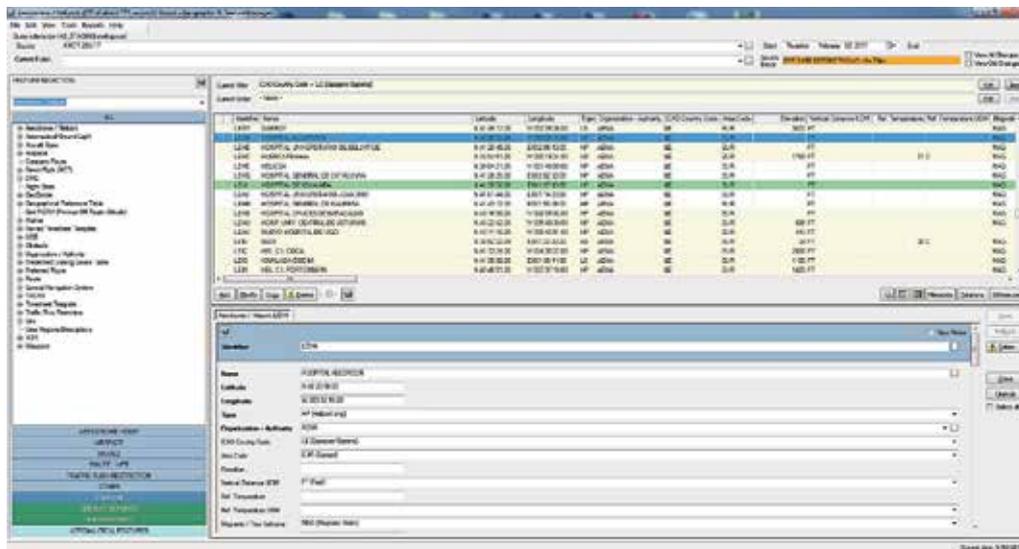


Figura 1. Herramienta GfeMan

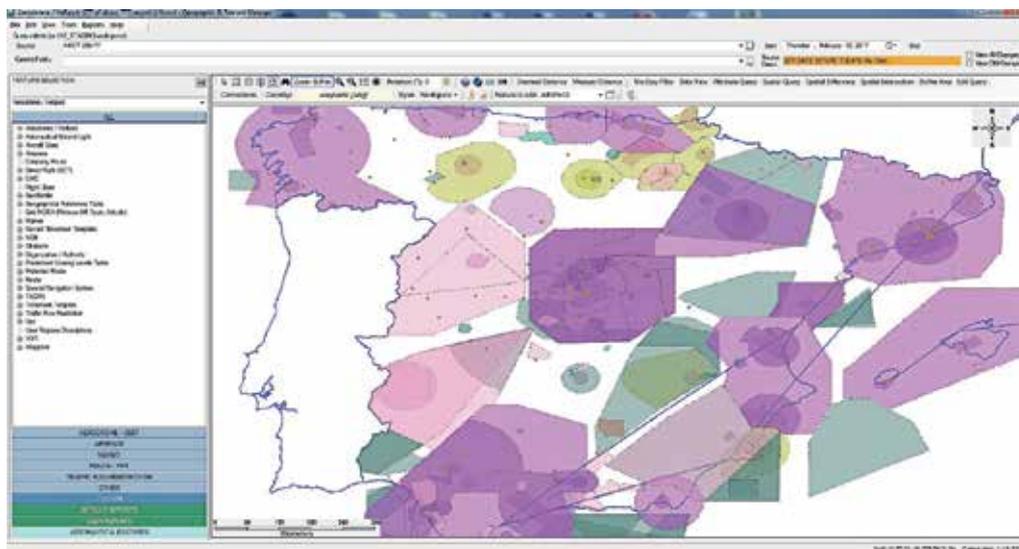


Figura 2. Herramienta GfeMan

es compatible con el esquema *Air Information eXchange Model* (AIXM) de Eurocontrol y minimiza el riesgo de errores en la transmisión de información aeronáutica.

Entre las herramientas de esta suite destaca *GfeMan* (Figura 1 y Figura 2), un gestor geográfico que permite la gestión y presentación de la información aeronáutica en un Sistema de Información Geográfica (SIG), alejándose del antiguo entorno de texto plano, menos intuitivo.

Los datos introducidos a través de esta aplicación son almacenados en una base de datos Oracle en su versión 11gR2. Se eligió este gestor de base de datos por su robustez y seguridad, además de ser una base de datos del tipo cliente-servidor, necesaria para la conexión concurrente desde distintos equipos. Se realizan las labores de administración típicas de cualquier base de da-

tos: gestión de usuarios, gestión de espacio en discos y ficheros de log y gestión de copias de seguridad. El sistema operativo instalado en el servidor es Windows Server 2012.

La información está organizada en dos bases de datos diferentes: en una se almacenan los datos aeronáuticos y en la otra se almacenan los distintos proyectos cartográficos. El servidor dispone de una cabina de discos en Raid 5, y se realizan copias de seguridad periódicas para caso de accidente o borrado accidental.

Una vez introducidos los datos en la base de datos, estos están accesibles por otros departamentos para su explotación en sus respectivas aplicaciones. El departamento de edición cartográfica los utiliza para producir la cartografía ráster (1:250 000, 1:500 000, 1:1 000 000, y 1:2 000 000), utilizando para ello la aplicación GIS *Geomedia*, de la empresa *Hexagon*, y una conexión remota mediante una herramienta Oracle (*Net Manager*) a la base de datos desde cada máquina; y el negociado de cartografía aeronáutica los utiliza para la producción de las fichas de navegación visual que integran el Manual del Piloto, las *Terminal Manoeuvring Area* (TMA), cuya periodicidad coincide con el ciclo AIRAC, y las fichas del Manual de Campos Eventuales, que es una recopilación de posibles zonas de aterrizaje en caso de emergencia. Este negociado utiliza la aplicación *Flight Procedure Design and Airspace Management* (FPDAM), también de la empresa IDS.

Actualmente se trabaja con el modelo de dato *AIXM 4.5*, publicado en 2005 como actualización de la versión 3.3, que fue desarrollada para cubrir las necesidades de la base de datos europea (*European AIS Database – EAD*), y está basado en el modelo entidad-relación y un esquema *XLM* personalizado. El alcance de la versión 4.5 se limita a los datos estáticos más comunes contenidos en las publicaciones de información aeronáutica (AIP), tales como rutas, ayudas a la navegación, espacios aéreos, pistas de aterrizaje, etc. Se utiliza actualmente en muchos sistemas del mundo.

En 2008 se publicó la versión *AIXM 5.0*, que tiene tres componentes principales: un modelo de datos expresado en Lenguaje de Modelado Unificado (*Unified Modeling Language (UML)*), un esquema de Lenguaje de Mercado Extensible (*eXtensible Markup Language (XML)*) compatible con Lenguaje de Mercado Geográfico (*Geography Markup Language (GML)*) y un concepto de temporalidad que permite codificar datos IAS estáticos y dinámicos (*NOTAM digitales*). Esta versión da un salto cualitativo respecto a la 4.5, ya que tiene como objetivo la codificación completa del contenido

de AIP. En 2010 se publicó la versión *AIXM 5.1*, y ya está disponible la 5.1.1.

Adicionalmente, el departamento de base de datos se encarga de la publicación online, permanentemente actualizada, del Manual del Piloto, Manual de Campos Eventuales, cartografía en todas las escalas y formatos requeridos por los diferentes sistemas de armas y plataformas, y toda la información susceptible de ser necesitada por cualquier unidad a través de una página web corporativa, sólo accesible en el entorno del Ministerio de Defensa, a disposición de todas las unidades del Ejército del Aire, Armada, Ejército de Tierra y Unidad Militar de Emergencias (UME). Además se envía en soporte digital a las unidades que lo solicitan de la Guardia Civil y Policía Nacional. Se utiliza para el diseño web el software *Dreamweaver CC* de la empresa *Adobe*, y un servidor web.

El futuro del negociado pasa por adaptar las bases de datos a este nuevo esquema 5.1 para aumentar nuestra interoperatividad con otros organismos aeronáuticos, tanto civiles como militares, y avanzar en el desarrollo de la publicación de información aeronáutica a través de nuestra página web hacia un GIS totalmente configurable por el usuario final. Un reto complejo y dependiente de muchos condicionantes externos, pero que estamos dispuestos a asumir con la profesionalidad que caracteriza a nuestras Fuerzas Armadas.

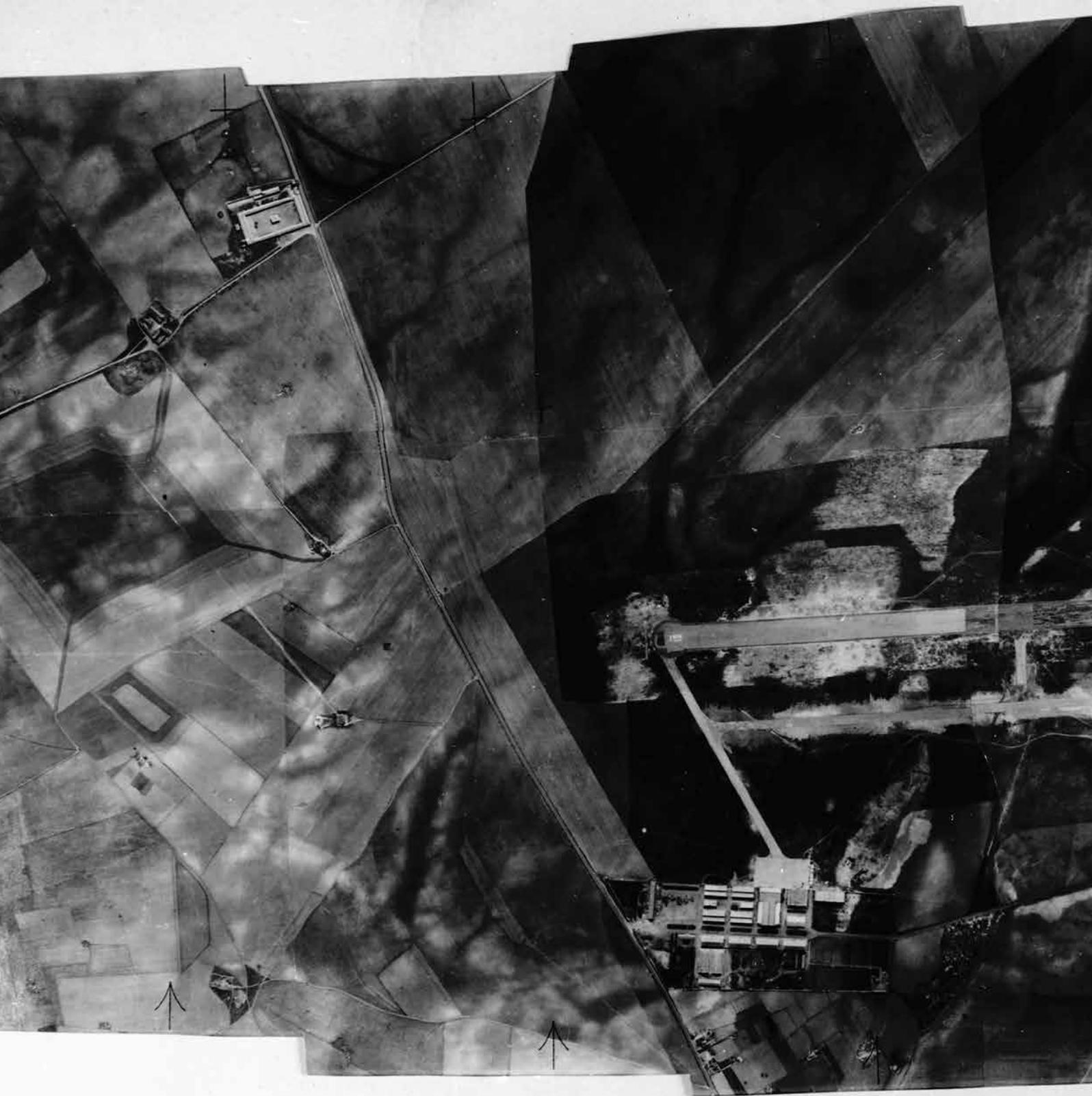
REFERENCIAS

<http://www.fomento.gob.es>
<http://www.idscorporation.com>
<http://www.hexagon.com>
<http://www.icao.int>
<http://www.enaire.es>

Sobrel el autor

Sargento 1º José Fco. Almagro

Pertenece al Cuerpo General, escala de Suboficiales del Ejército del Aire. Es especialista en Informática, ha recibido formación en bases de datos y Oracle. Está destinado en el Escuadrón del Cartografía del CECAF desde el año 2009, fecha desde la que ejerce las funciones de Oracle DBA y diseño web.



B. A. L. O.



s Llanos

408

Interpretación y proceso de producción de cartas instrumentales y manuales de vuelo

Interpretation and production process of instrumental charts and flight manuals

Brigada Pedro Antonio Cabello García

REVISTA **MAPPING**
Vol. 26, 184, 50-63
julio-agosto 2017
ISSN: 1131-9100

Resumen

Prácticamente desde los orígenes no tan lejanos de la Aviación, las cartas aeronáuticas han sido, tanto en el planeamiento como en el desarrollo de misiones aéreas, una herramienta de apoyo técnico de inestimable valor para pilotos y navegantes.

La información que se proporciona en esos documentos es muy variada, por lo que se hace necesario establecer una amplia variedad de tipos de cartas en función de su utilidad específica. Así nos encontramos con cartas cuya finalidad es el apoyo táctico al despliegue de medios aéreos y otras cuyo fin es el apoyo a la operación de aeronaves. Las cartas, cuyas características y proceso de producción se describen en este artículo, corresponden a este último grupo.

Como es natural, este tipo de documentación ha tenido que adaptarse a la evolución de las nuevas tecnologías, que han posibilitado un incremento muy notable en la precisión de los datos proporcionados y que han abierto un amplio abanico de posibilidades a la hora de presentar la información al usuario final. Es por ello que en la actualidad este tipo de cartografía se publica tanto en su versión clásica de papel como en diferentes formatos y soportes digitales.

Esperamos que este artículo sea de utilidad para todos aquellos interesados en conocer con mayor detalle la naturaleza de este apasionante trabajo independientemente de su nivel previo de conocimientos.

Abstract

Practically from the not so distant origins of the Aviation, the aeronautical charts have been, both in the planning as in the development of aerial missions, a tool of technical support of inestimable value for pilots and navigators.

The information provided in these documents is very varied, so it becomes necessary to set up a wide variety of types of cards based on their specific utility. Thus, we find charts whose purpose is the tactical support to the air assets deployment and others whose purpose is to support the aircraft operation. This article described the charts whose characteristics and production process correspond to the latter group.

Naturally, this type of documentation has had to adapt to the new technologies evolution, which has enabled a very remarkable increase in the data provided accuracy and that has opened a wide range of possibilities when presenting the information to the end user. That is why today this type of cartography publishes both in its classic version of paper as in different formats and digital supports.

We hope this article will be useful for all those interested in knowing in more detail the nature of this exciting work regardless of their previous level of knowledge.

Palabras clave: aerovías, rumbos, frecuencias, radioayudas, distancias, aeródromos.

Keywords: airplanes, roads, frequencies, radio aids, distances, aerodromes.

*Negociado de Edición de la sección de Cartografía Aeronáutica
(Escuadrón de Cartografía-Centro Cartográfico
y Fotográfico del Ejército del Aire)
pcabgar@ea.mde.es*

*Recepción 22/04/2017
Aprobación 01/06/2017*

1. INTRODUCCIÓN

La Sección de Cartografía Aeronáutica tiene como misión la elaboración, mantenimiento y actualización del Manual del Piloto y de las Cartas Aeronáuticas contempladas en el anexo 4 de la Organización de Aviación Civil Internacional (OACI) además de la elaboración del Manual de Campos Eventuales.

Corresponde también a esta Sección, el diseño de procedimientos instrumentales de aproximación, salida y llegada hacia aeródromos para cumplimentar la Instrucción General (IG) 70-14.

Tiene asignadas funciones de asesoramiento al Mando en lo que respecta a diseño de procedimientos instrumentales de operación, asistiendo regularmente a la Ponencia de Navegación Aérea de la Comisión Interministerial entre Defensa y Fomento (CIDEFO).

Se encarga de la preparación de contenidos y de la formación del personal en la realización del Curso de Diseño de Procedimientos que se imparte en el Centro Cartográfico y Fotográfico, además de prestar apoyo en otros cursos donde se requiere de una asignatura para la adquisición de conocimientos de Cartografía aeronáutica.

ESTRUCTURA

Se estructura para el desarrollo de sus funciones en una Jefatura y dos Negociados:

- Jefatura
- Negociado de Diseño de Procedimientos.
- Negociado de Edición.

2. MANUAL DEL PILOTO

El manual del piloto es una de las publicaciones más importantes que se elaboran en esta sección.

Contiene fichas de aproximación instrumental y visual, salidas y llegadas instrumentales, aproximación de alta cota e información de los aeropuertos militares de España para uso del piloto durante la navegación aérea.

RECEPCIÓN DE INFORMACIÓN

- Comunicados SESPA (Sección de Espacio Aéreo)
- Comunicados CIDEFO (Comisión Interministerial entre Defensa y Fomento)
- Contrastación AIP (*Aeronautical International Publications*)
- Información fotográfica
- Datos topográficos
- Estudio NOTAM's (*Notice To Airmen*)

ESTUDIO Y DISEÑO

Discriminación de información.

EDICIÓN

- Implementación de la información y elaboración de la ficha
- Maquetación
- Envío a Artes Gráficas para su impresión

Los programas usados para la elaboración de la ficha son:

- Microstation
- Cadscrip
- M.G.E. sobre Microstation
- WORD
- EXCEL
- ADOBE ACROBAT

Este manual se publica por el CECAF cada año con actualizaciones cada 28 días.

A continuación vamos a explicar el contenido y los diferentes tipos de fichas del manual del piloto para, de esta manera, poder interpretarlo y entenderlo.

2.1. Interpretación de las cartas de aproximación por instrumentos (IAC's)

Primeramente, procederemos a explicar las cartas de aproximación por instrumentos IAC (*Instruments Approach Chart*).

Para su comprensión es importante:

- Tener conocimiento de los diferentes tipos de radioayudas (VOR, NDB, DME...).
- Saber como se sintoniza una radioayuda y seguir un rumbo respecto a ella.
- Saber los diferentes servicios de control de tráfico aéreo (Autorizaciones, Rodadura, Torre, Aproximación, Centro...) y sus funciones.
- Tener conocimiento de las unidades de medida utilizadas en aviación.
- Tener conocimiento de las diferentes fases de un vuelo instrumental y las transiciones entre cada fase.
- Saber maniobras básicas como Arcos DME.

* Para este apartado se ha tomado de referencia documentación perteneciente a VATSA (*Centro Control Aéreo Virtual*)

Seguidamente se muestra el aspecto de una carta de APROXIMACIÓN tal como figura en nuestro manual:

ENCABEZADO

Encontramos los siguientes datos (de izquierda a derecha):

Normativa de la carta:

- MIPS (normativa militar OTAN)
- PANS OPS (normativa civil OACI).
- Fecha de entrada en vigor de la carta.
- Tipo de procedimiento, pista e identificación de ae-

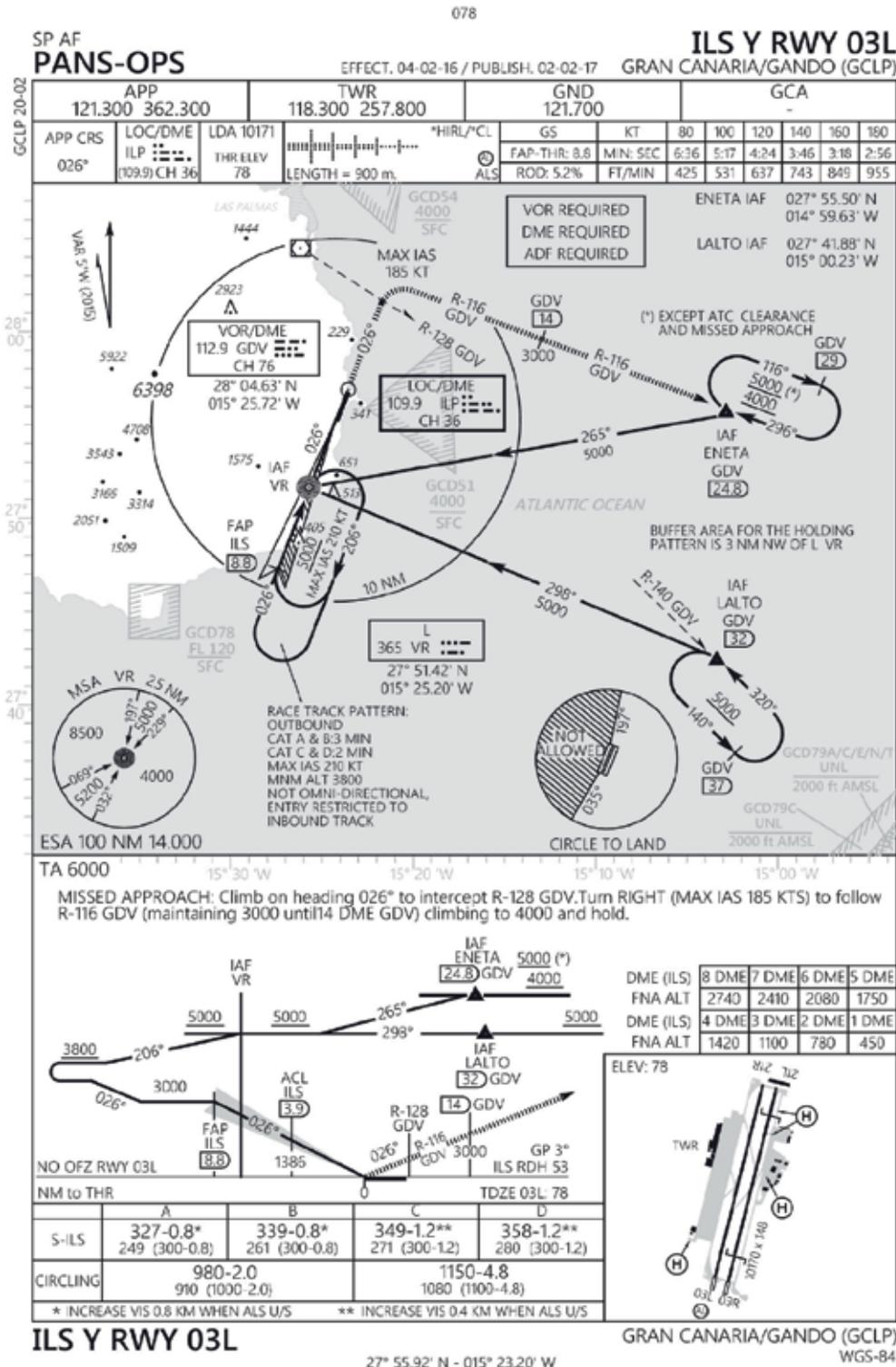


Figura 1. Ficha de aproximación instrumental

ropuerto. Hay diferentes tipos de aproximaciones, dependiendo de las radioayudas necesarias para ejecutarlas.

En general, las aproximaciones se dividen en dos grupos:

- **Aproximaciones de no precisión:** si no hay ayudas, o

si las ayudas que existen sólo proporcionan guía horizontal. (VOR, NDB y GPS)

- **Aproximaciones de precisión:** si existen ayudas que guíen automáticamente al avión horizontal y verticalmente, por ejemplo ILS.

| | | | | | |
|------------------------|-------------------------------|-----------------------------|----------------|----------------|----------------|
| APP 121.300 362.300 | | TWR 118.300 257.800 | | GND 121.700 | GCA - |
| APP CRS 026° | LOC/DME ILP 109.9 CH 36 | LDA 10171 THR ELEV 78 | THR ELEV 78 | THR ELEV 78 | THR ELEV 78 |
| LENGTH = 900 m. | | | ALS | | |

Tabla 1. Cabecera de procedimiento

CABECERA DE PROCEDIMIENTO

- Frecuencias de radio (APP- aproximación, TWR- torre, GND- movimiento en tierra)
- Rumbo de aproximación
- Datos de la ayuda principal
- LDA (distancia de aterrizaje disponible- Landing Distance Available) y THR ELEV(elevación del umbral)
- Sistema de Luces

PIE DE LA CARTA

- Tipo de procedimiento y pista.
- Coordenadas del ARP (aerodrome reference point).
- Código OACI (Organización de Aviación Civil Internacional) de Identificación del aeropuerto y tipo de coordenadas.

2.1.1. BLOQUE DE PLANTA DE LA APROXIMACIÓN

En el bloque de planta están:

- Cánovas: Latitudes y longitudes de referencia, encuadrando el bloque.
- Variación magnética y año.
- Notas informativas.
- Puntos significativos.
- Tramos o segmentos de aproximación.
- Altitudes de obstáculos.
- Circuitos de espera.
- Haz de ILS (en aproximaciones de tipo ILS)
- Puntos de referencia de aproximación.
- Procedimiento de aproximación frustrada.
- Círculo de MSA.
- Tablas de alejamiento para virajes a base.

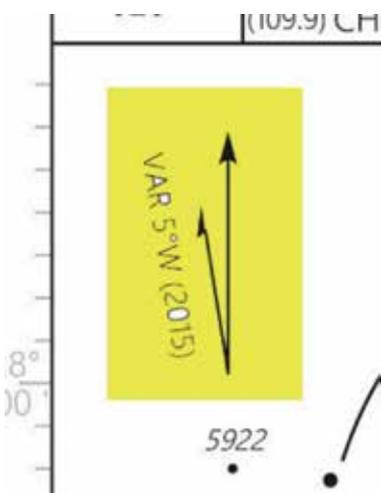


Figura 2. Variación magnética

- Zonas prohibidas, restringidas, peligrosas, o TSA

VARIACIÓN MAGNÉTICA

Se muestra la variación magnética de esta zona de la Tierra (la diferencia entre el norte geográfico y el norte magnético) y el año de referencia.

NOTAS INFORMATIVAS

Cualquier circunstancia que pueda alterar la aproximación, o que necesite aclaración, será informada en la carta.

En este caso, nos informan de que el área tope correspondiente al área de espera es de 3 millas náuticas al noroeste del L «VR».

PUNTOS SIGNIFICATIVOS

Los puntos significativos VOR, NDB, fijos o puntos GPS que se utilizan como referencia en la carta tiene un recuadro con la información siguiente:

- Tipo de radioayuda
- Frecuencia e indicativo
- Código MORSE que lo identifica (solo radioayudas)
- Latitud
- Longitud

El código MORSE, que es audible en la aeronave, es un elemento de seguridad para comprobar que la radioayuda que se ha sintonizado es la correcta.

Un punto especialmente significativo es el IAF (*Initial Approach Fix*), puede haber varios en la misma carta.

La aproximación se inicia siempre en un IAF, y finaliza o bien con el aterrizaje o bien con la ejecución de una aproximación frustrada.

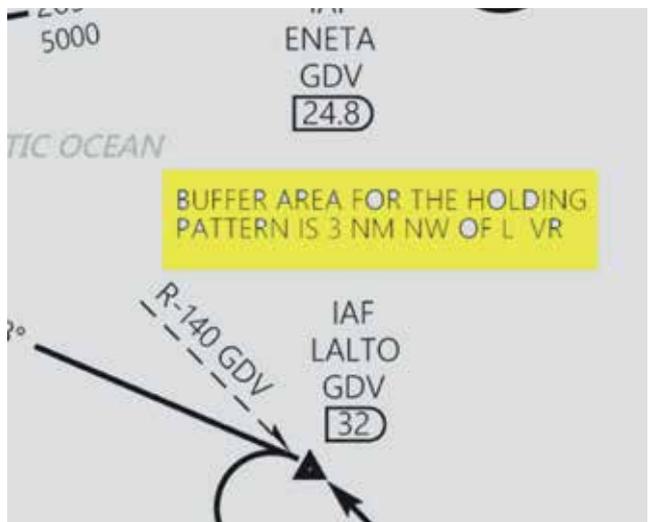


Figura 3. Notas informativas



Figura 4. Puntos significativos

Estos son los puntos significativos:

-  VOR. Existen pequeñas variaciones en la forma de esta señal (dependiendo de si tiene o no DME).
-  NDB (Non Directional Beacon)
-  Fijo de notificación voluntario.
-  Fijo de notificación obligatoria (informar al ATC Air Traffic Control- cuando se sobrevuela)
-  Punto identificable mediante GPS (latitud y longitud). Sólo para aeronaves RNAV.

TRAMOS

Entre dos puntos significativos se extiende un tramo en el que aparece la siguiente información:

- Sobre la línea:
 - Rumbo o radial .
- Por debajo de la línea:
 - Altitud mínima del tramo.

Puede haber indicaciones de velocidad máxima en el giro si el tramo incorpora un giro,.

El tramo puede contener arcos DME(Distance Measurement Equipment). En ese caso, se indicará el radio del arco con referencia a un VOR.

Algunos puntos de referencia, que puedan ser el inicio de un giro en mitad de un tramo, se informará por la inter-

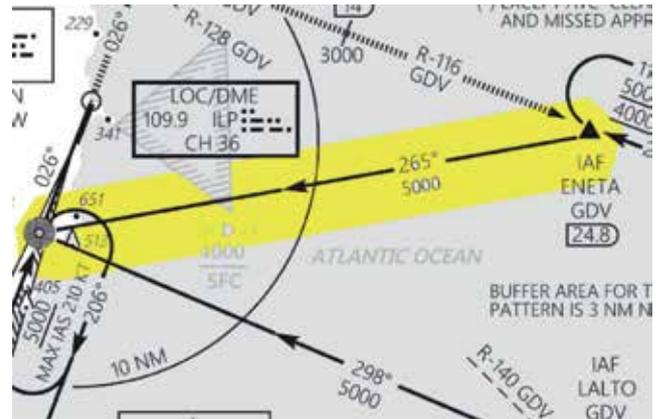


Figura 5. Tramos

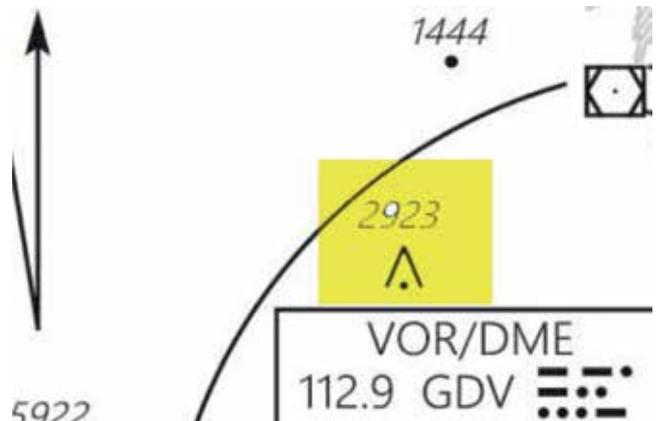


Figura 6. Altitudes de obstáculos

sección del tramo con un radial concreto de VOR. Además existen también giros de procedimiento.

ALTITUDES DE OBSTÁCULOS

En el mapa se observan números que indican la posición y altitud de un obstáculo para la navegación aérea.

CIRCUITOS DE ESPERA

La ejecución de la espera suele ser:

- Viraje estándar de 180° y de minuto de duración al tramo outbound(alejamiento) sobre el punto de referencia
- Recorrer el tramo de outbound con el tiempo necesario para que el tramo de inbound(aproximación) sea de un minuto
- Viraje estándar de 180° y de minuto de duración al tramo de inbound
- Recorrer el tramo de inbound en un minuto exacto. El tiempo total de la espera sin viento sería de 4 minutos La altitud la determinará el ATC.

Los circuitos constan de: Espera estándar si el viraje es a derecha, y No estándar si es a izquierda. Inbound (tramo de acercamiento), outbound (tramo de alejamiento),

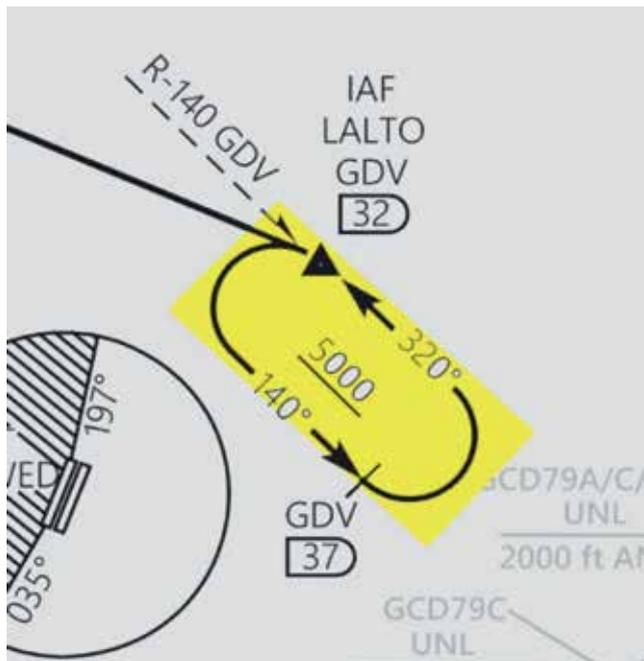


Figura 7. Circuitos de espera

límites de altitud máximos y mínimos y alejamiento por tiempo o distancia.

INSTRUMENTAL LANDING SYSTEM (ILS)

Con ILS se marca el alcance de la señal y la frecuencia del localizador que permite sintonizarla.

Un ILS consta de varias señales distintas:



Figura 8. Instrumental Landing System (ILS)

- LLZ (localizador o localizer), que proporciona guía horizontal (curso).
- G/S (glideslope), que proporciona guía vertical, (descenso).
- Balizas (en desuso). la distancia a umbral de pista.
- OM outer marker (Baliza exterior).
- MM middle marker (Baliza media).
- IM inner marker (Baliza interna).
- DME asociado en ausencia o en apoyo a las balizas.

Puntos de referencia en la aproximación final ILS:

- **FAP (Final Approach Point)**. Comienza la senda de planeo.
- **FAF (Final Approach Fix)**. Fijo de aproximación final. Cuando no funciona el GP (Glide Path)
- **MAPT (Missed Approach Point)**. Es el punto donde se debe decidir si se continúa el aterrizaje o se ejecuta un procedimiento de aproximación frustrada.

La información proporcionada en los recuadros sirve para identificar los puntos.

PROCEDIMIENTO DE APROXIMACIÓN FRUSTRADA

Si llegara al MAPT y tuviera que ejecutar una aproximación frustrada, la línea discontinua marca los rumbos hacia la radioayuda o punto significativo donde se pueden ejecutar circuitos de espera.

En el área del perfil se describe cómo se debe ejecutar la maniobra.

MSA – MINIMUM SAFE ALTITUDE

Por ejemplo:



Figura 9. Procedimiento de aproximación frustrada

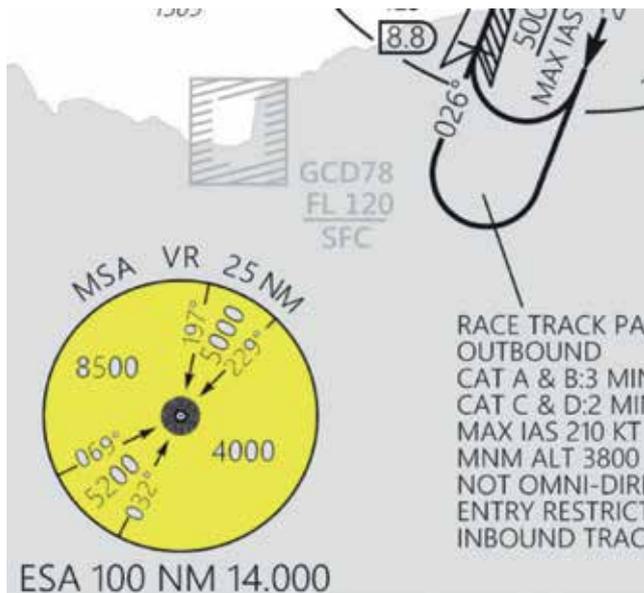


Figura 10. Minimum Safe Altitude (MSA)

- A partir del L "VR" se extiende un círculo de 25nm de radio.
- Una aeronave que se dirija al L "VR" con rumbo 240°, puede volar a 4000 o más pies sin peligro de colisionar con un obstáculo.
- Una aeronave que se dirija al L"VR" con rumbo 80°, podrá volar a 8500 o más sin riesgo.

El círculo puede tener un número mayor de sectores.

El círculo no tendrá sectores si el aeródromo se encuentra en una gran planicie.

ZONAS PROHIBIDAS, RESTRINGIDAS, PELIGROSAS Y AREAS TEMPORALMENTE SEGREGADAS

En la carta se observan un gran número de polígonos de un número de vértices y formas diferentes.

Estos polígonos delimitan zonas Prohibidas (P), Restringidas (R), Peligrosas (D), o Areas Temporalmente Segregadas (TSA).

Cada zona tiene un nombre identificativo de tres letras y un número de cifras variable:

- Las dos primeras letras indican el territorio:
 - LE = Península e Islas Baleares
 - GE = Ceuta y Melilla
 - GC = Islas Canarias
- La siguiente letra indica el tipo de zona:
 - P = Prohibida
 - R = Restringida
 - D = Peligrosa
 - Áreas Temporalmente segregadas (TSA)
- El número tiene como función distinguir cada una de esas zonas. Además del indicador, en cada zona se in-

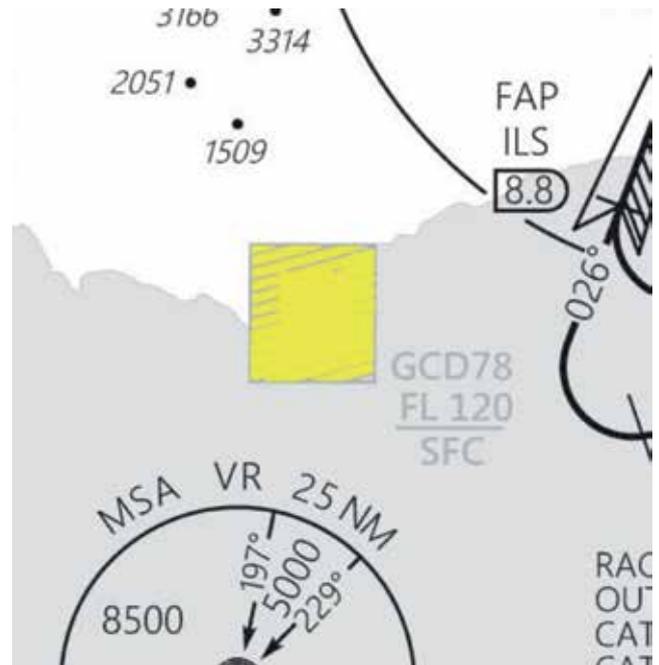


Figura 11. Zonas peligrosas, restringidas y prohibidas

formará de los límites verticales.

2.1.2. BLOQUE DE PERFIL DE LA APROXIMACIÓN

El bloque de perfil se usa para tener una representación vertical del procedimiento en la que puedan apreciarse las altitudes correspondientes a cada tramo de la aproximación.

A continuación describimos los elementos del plano de perfil:

- **IAF (Initial Approach Fix):** La aproximación se inicia siempre desde un IAF. En el IAF se muestra su nombre y la distancia DME a una radioayuda. Puede haber uno o varios.
- **Niveles de vuelo o altitudes:** En cada segmento plano se indicará su nivel de vuelo o altitud.
- **Puntos de descenso:** Definen los cambios de altitud establecidos para el procedimiento.
- **Radioayudas:** Se identificarán por unos trazos gruesos verticales en los que están incluidos el nombre de la radioayuda y su tipo. Si el segmento atraviesa el trazo quiere decir que el avión está sobrevolando la radioayuda.
- **Radiales o rumbos:** En un segmento puede aparecer su rumbo o radial respecto a una radioayuda. Si el segmento no tuviera rumbo significaría que tiene el mismo que el segmento anterior.
- **Senda de planeo:** Indica gráficamente el alcance y ángulo de la señal ILS.
- **FAP(Final Approach Point):** Inicio de la senda de planeo, con su distancia al umbral de pista.
- **GP U/S:** Indica segmento que debe utilizarse cuando

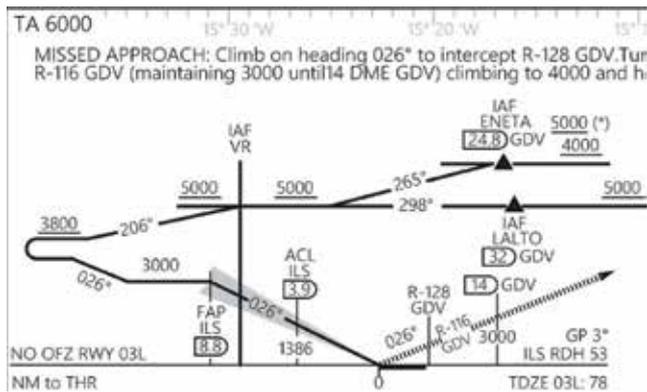


Figura 12. Perfil de aproximación instrumental

los equipos ILS de guía vertical (glide slope) del aeródromo se encuentran fuera de servicio. (GP U/S = Glide Path Unserviceable)

- **FAF**(Final Approach Fix): Inicio de descenso final cuando el Glide Slope está fuera de servicio.
- **GP 3°**: Indica el ángulo de descenso ILS
- **GP U/S 5,24%**: Indica la pendiente de descenso cuando el Glide Slope está fuera de servicio.
- **MAPT**(Missed Approach Point): Punto en el que debe decidirse si ejecutar aproximación frustrada o continuar el aterrizaje.
- **Altitudes y alturas para FAF y MAPT**. Se indica la altitud que tendrá la aeronave al pasar por esos puntos, es decir, la distancia con respecto al nivel del mar.
- **Procedimiento de aproximación frustrada**. En líneas discontinuas.

Se ofrece también la **altitud de transición** y la **elevación de la pista** a nivel informativo.

2.1.3. TABLAS DE MÍNIMOS Y TIEMPOS

Las tablas de altitudes y tiempos son el último bloque de la carta de aproximación

FRANQUEO DE OBSTÁCULOS EN APROXIMACIÓN DIRECTA

En la primera columna se reflejan las opciones de aproximación directa(S-ILS) o aproximación en circuito (CIRCLING).

Las **columnas A, B, C, D, E** indican la categoría de aeronave por su velocidad de referencia en aproximación final. A :< 90 KIAS(Knots Indicated Air Speed), B :90-120 KIAS, C :121- 140 KIAS, D :141-165 KIAS, E :166-210 KIAS.

| | A | B | C | D |
|----------|---------------------------|---------------------------|-----------------------------|----------------------------|
| S-ILS | 327-0.8* 249 (300-0.8) | 339-0.8* 261 (300-0.8) | 349-1.2** 271 (300-1.2) | 358-1.2** 280 (300-1.2) |
| CIRCLING | 980-2.0 910 (1000-2.0) | | 1150-4.8 1080 (1100-4.8) | |

* INCREASE VIS 0.8 KM WHEN ALS U/S ** INCREASE VIS 0.4 KM WHEN ALS U/S

Tabla 2. Mínimos y tiempos

Los valores de las celdas indican en la primera línea **DA(Decisión Altitude)**, **- Visibilidad**. En la segunda línea **DH(Decision Height)** y ,entre paréntesis, se indican el techo de nubes y la visibilidad. No debemos utilizar los mínimos de altura si se nos indica mínimos de altitud, son sólo informativos.

Los números marcados con asterisco indican que se debe aumentar el valor de la visibilidad en el caso de que no funcione el sistema de iluminación de aproximación.

VELOCIDADES VERTICALES, TIEMPOS Y ALTITUDES INTERMEDIAS

La segunda tabla indica los tiempos y velocidades verticales, según la velocidad con respecto a tierra (Ground Speed) que mantenga la aeronave.

FAP-THR: indica el tiempo que transcurrirá desde que la aeronave sobrevuele el FAP (Final Approach Point) hasta que llegue al umbral de pista (Threshold). 8.8 NM es la distancia entre los dos puntos de referencia.

ROD 5.2%: indica la velocidad vertical de descenso (Rate Of Descent) en FT/MIN que se debe mantener para lograr una pendiente de 5.2%.

ALT DME(ILS) FNA (Altitud respecto al DME ILS en Aproximación final): informa de las altitudes correspondientes a las distintas distancias DME respecto del ILS.

Cuando el Glide Slope del aeródromo está inoperativo o da problemas y, además la visibilidad es muy reducida, todas estas tablas toman sentido .

En tales circunstancias, deberemos aterrizar la aeronave prácticamente sin guía vertical y sin contacto visual con el terreno. Por ello las tablas ofrecen todo tipo de información para que el piloto pueda establecer una senda de descenso adecuada, y pueda calcular por cronómetro cuándo se encuentra aproximadamente en los puntos de referencia en los que debe tomar decisiones, como en el MAPT.

| GS | KT | 80 | 100 | 120 | 140 | 160 | 180 |
|--------------|----------|------|------|------|------|------|------|
| FAP-THR: 8.8 | MIN: SEC | 6:36 | 5:17 | 4:24 | 3:46 | 3:18 | 2:56 |
| ROD: 5.2% | FT/MIN | 425 | 531 | 637 | 743 | 849 | 955 |

Tabla 3. Velocidades verticales, tiempos y altitudes intermedias

| DME (ILS) | 8 DME | 7 DME | 6 DME | 5 DME |
|-----------|-------|-------|-------|-------|
| FNA ALT | 2740 | 2410 | 2080 | 1750 |
| DME (ILS) | 4 DME | 3 DME | 2 DME | 1 DME |
| FNA ALT | 1420 | 1100 | 780 | 450 |

Tabla 4. Velocidades verticales, tiempos y altitudes intermedias

2.2. Interpretación de las cartas de salidas normalizadas por instrumentos

Cartas de Salidas Normalizadas por Instrumentos: SID (Standard Instrument Departures) describen las rutas a seguir por la aeronave en función de su destino, desde el

aeropuerto hasta que se incorpora a la aerovía asignada. La función de estos procedimientos es permitir las salidas simultáneas en el área de control del aeropuerto sin riesgos de colisión. Las rutas de salida están claramente detalladas y se fijan a partir de las radioayudas existentes (fundamentalmente los llamados VOR y NDB), de puntos referidos a distancias y rutas a partir de tales radioayudas, llamados fijos o intersecciones, y de otros puntos marcados mediante GPS.

Los datos que debe llevar la carta de salida instrumental son:

- **Identificación de cada una de las salidas representadas en la carta.**
- **Identificación de aeropuerto y pistas.**
- **Frecuencias** radiofónicas de contacto con diferentes servicios ATC.
- **Fecha de entrada en vigencia** de la carta.
- Altitud de transición.
- **Puntos significativos:** Los VOR, NDB, fijos o puntos GPS que se utilizan como referencia en la carta tienen la información siguiente:
 - Nombre del punto
 - Tipo y frecuencia (sólo radioayudas)
 - Secuencia MORSE que lo identifica (sólo radioayudas)
 - Latitud
 - Longitud

Un número al lado del punto significativo indica la altitud o nivel de vuelo mínimo que debe tener la aeronave al sobrevolarlo.

- **Tramos:** Entre dos puntos significativos se extiende un Tramo -o segmento- en el que aparece la siguiente información:
 - Por encima o por debajo de la línea del tramo:
 - Salidas a las que pertenece el tramo.
 - Rumbo o radial y radioayuda utilizada.
 - Millas náuticas hasta el siguiente punto significativo.
 - Dirección del segmento.

Si el tramo incorpora un giro, puede haber indicacio-

nes de velocidad máxima en el giro.

El tramo puede contener arcos DME. Si es el caso, se indicará el radio del arco con referencia a un VOR.

Algunos puntos de referencia, normalmente para significar el inicio de un giro en mitad de un tramo, pueden informarse por la intersección del tramo con un radial concreto de VOR.

- **Zonas prohibidas, restringidas, peligrosas y áreas temporalmente segregadas:** Dentro de la carta podemos observar multitud de polígonos de un número de vértices y formas distintos.

Cada zona tiene un nombre identificativo de tres letras y un número de cifras variable:

- Las dos primeras letras indican el territorio:
 - LE = Península e Islas Baleares
 - GE = Ceuta y Melilla
 - GC = Islas Canarias
 - La siguiente letra indica el tipo de zona:
 - P = Prohibida
 - R = Restringida
 - D = Peligrosa
 - Las Áreas Temporalmente segregadas se indican con las siglas TSA
- El número sirve para distinguir cada una de esas zonas. En cada zona, además del indicador, se informa de la porción vertical limitada.

EJEMPLO DE SALIDA INSTRUMENTAL

El piloto no puede ejecutar la salida que más le guste. El ATC(Control de Tráfico Aéreo) le asignará la correspondiente. **Se recomienda leer siempre la descripción en texto de la salida en el documento correspondiente.**

EJEMPLO:

SALIDA LOBAR TRES BRAVO (LOBAR3B)

Se ha remarcado la salida. Como puede observarse, de la maraña de segmentos y números de toda la carta, la salida LOBAR3B se reduce a esto:

- Subir en rumbo de pista, en radial 066 desde VOR BCN, directo a ABACO.

- Continuar directo a BARSÀ.
- Virar a izquierda directo a VOR Sabadell (SLL)
- Continuar por radial 281 directo a LOBAR.

Esta descripción anterior es válida para equipos RNAV. Supongamos que nuestro avión no posee esa sofisticación. Entonces, la descripción podría ser esta otra:



Figura 13. Salida Instrumental

- Subir por radial 066 desde VOR BCN.
- Cuando el DME marque 12nm, virar a izquierda para sintonizar y seguir directo a VOR SLL.
- Salir de SLL por radial 281.
- Cuando el DME marque 81.74, estaremos sobre LOBAR.

2.3. Interpretación de las cartas STAR

Se procede a explicar las cartas de llegadas estándar (STAR) publicadas por AENA en las que se apoya la sección de Cartografía Aeronáutica para elaborar su ficha correspondiente.

Para la correcta comprensión de este texto es conveniente:

- Tener conocimiento de los diferentes tipos de radioayudas (VOR, NDB, DME).
- Saber sintonizar una radioayuda y seguir un rumbo respecto a ella.
- Tener conocimiento de los diferentes servicios de control de tráfico aéreo (Autorizaciones, Rodadura, Torre, Aproximación, Centro...) y sus funciones.
- Saber las unidades de medida utilizadas en aviación.
- Saber las diferentes fases de un vuelo instrumental y las transiciones entre cada fase.

Tomamos como ejemplo esta carta de llegada estándar:

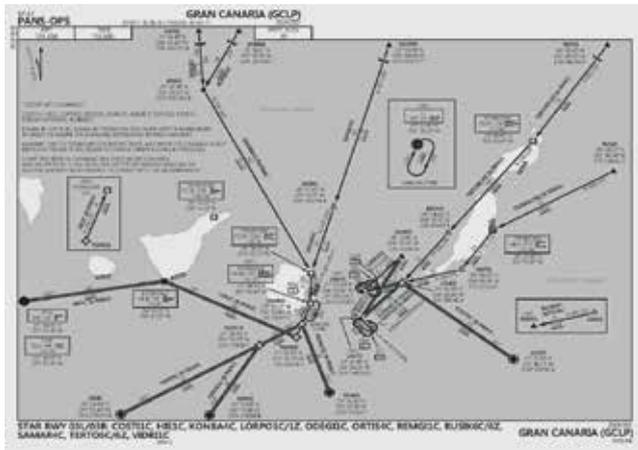


Figura 14. Ficha de llegada (STAR)

ENCABEZADO Y PIE DE PÁGINA

En el **encabezado**, encontramos los siguientes datos, de izquierda a derecha:

Normativa de la carta:

- MIPS (normativa militar OTAN)
- PANS OPS (normativa civil OACI).
- Fecha de entrada en vigor de la carta.
- Nombre del aeropuerto(AD) y su indicativo OACI (Organización de Aviación Civil Internacional)

En la parte superior de la carta:

- Elevación del punto de referencia del aeródromo

(ARPT ELEV)

- Recuadro de frecuencias de radio (APP-aproximación- y TWR-torre-)

En el **pie** de la carta, se observa:

- Nombre del o de los procedimientos.
- Nombre del aeropuerto(AD) y su indicativo OACI (Organización de Aviación Civil Internacional)
- Sistema de referencia de coordenadas (WGS-84)

CUERPO DE LA CARTA

El cuerpo de la carta contiene estos elementos:

- Variación magnética y año
- Ajustes de Velocidad
- Planificación de llegada hasta el IAF(Initial Approach Fix)
- Circuitos de espera
- Puntos significativos
- Tramos o segmentos de llegada
- Zonas prohibidas, restringidas, peligrosas

VARIACIÓN MAGNÉTICA

Arriba a la izquierda, se muestra la diferencia entre el norte geográfico y el norte magnético(variación magnética) y el año.

AJUSTES DE VELOCIDAD

SLP = Speed Limit Point

Marca los límites de velocidad, y los puntos donde deben realizarse.

NOTAS INFORMATIVAS

Cualquier circunstancia que altere la llegada se informará en la carta.

PLANIFICACIÓN DE LLEGADA HASTA EL IAF (INITIAL APPROACH FIX)

CIRCUITOS DE ESPERA

La altitud la determinará el ATC.

Espera estándar : si el viraje es a derecha

No estándar : si es a izquierda.

El rumbo del tramo de acercamiento (inbound), el rumbo del tramo de alejamiento (outbound) y los límites de altitud máximos y mínimos se reflejan en el plano.

PUNTOS SIGNIFICATIVOS

RADIOAYUDAS: Se usan como referencia en la carta y tiene un recuadro con la siguiente información:

- Tipo de radioayuda
- Frecuencia (sólo radioayudas), indicativo OACI y código MORSE
- Canal DME(por ejemplo CH33)

- Coordenadas(debajo del recuadro)

El código MORSE es audible en la aeronave. Es un elemento de seguridad, comprueba que la radioayuda que se ha sintonizado es la correcta.

FIJOS: Puntos de paso que definen tramos. La información no lleva recuadro.

Se compone de:

- Nombre del punto en negrita
- Coordenadas
- Indicativo radioayuda, radial/distancia DME (por ejemplo FTV 222/24.1)

TRAMOS

Entre dos puntos significativos se extiende un tramo (segmento) en el que aparece la siguiente información:

Por encima de la línea del tramo:

- Llegadas a las que pertenece el tramo.

Sobre la línea:

- Rumbo o radial y radioayuda utilizada.
- Millas náuticas hasta el siguiente punto significativo.
- Dirección del segmento.

Por debajo de la línea.

- Límites superior e inferior de altitudes en las que se puede volar ese tramo.

Una pequeña flecha con las siglas SLP: indica un punto de reducción de velocidad.

Puede haber indicaciones de velocidad máxima en el giro si el tramo incorpora un giro.

El tramo puede contener arcos DME. Se indicará el radio del arco con referencia a un VOR.

Algunos puntos de referencia, generalmente para significar el inicio de un giro en mitad de un tramo, pueden informarse por la intersección del tramo con un radial concreto de VOR.

Los puntos característicos en una carta STAR son:



VOR. Existen pequeñas variaciones en la forma de esta señal(dependiendo de si tiene o no DME).



NDB(Non Directional Beacon)



Fijo de notificación voluntario



Fijo de notificación obligatoria ((informar al ATC- Air Traffic Control- cuando se sobrevuela))



Punto identificable mediante GPS (latitud y longitud). Sólo para aeronaves RNAV.



TACAN (Tactical Air Navigation System). Es como un VOR/DME, te proporciona radial y distancia DME.

ZONAS PROHIBIDAS, RESTRINGIDAS, PELIGROSAS Y AREAS TEMPORALMENTE SEGREGADAS

En la carta se observan un gran número de polígonos de un número de vértices y formas diferentes.

Estos polígonos delimitan zonas Prohibidas (P), Restringidas (R), Peligrosas (D), o Areas Temporalmente Segregadas (TSA).

Cada zona tiene un nombre identificativo de tres letras y un número de cifras variable:

- Las dos primeras letras indican el territorio:
 - LE = Península e Islas Baleares
 - GE = Ceuta y Melilla
 - GC = Islas Canarias
- La siguiente letra indica el tipo de zona:
 - P = Prohibida
 - R = Restringida

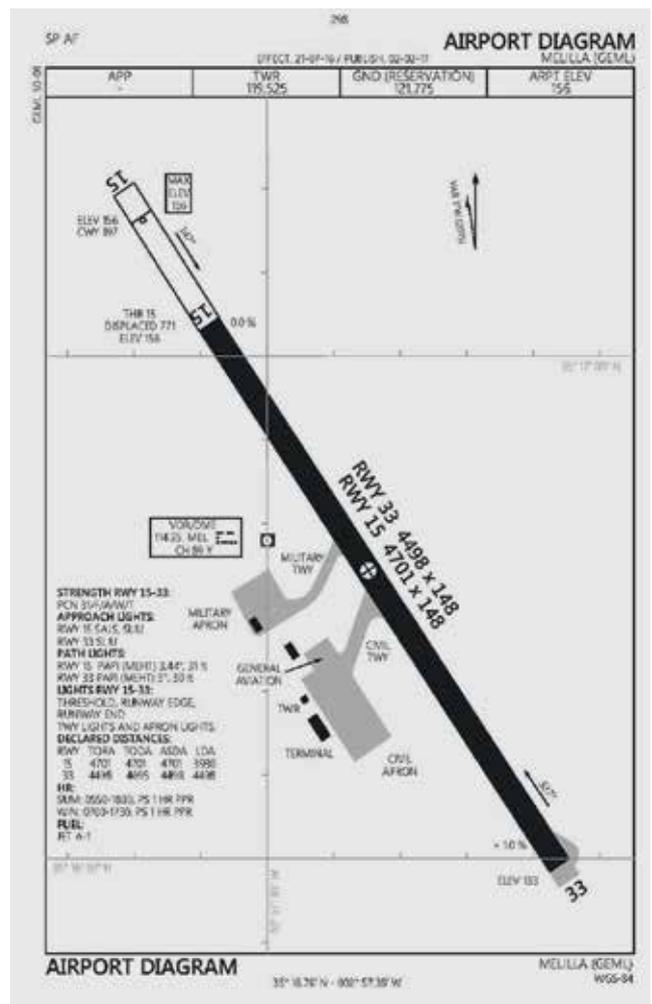


Figura 15. Diagrama de Aeropuerto

- D = Peligrosa
 - Áreas Temporalmente segregadas (TSA)
 - El número tiene como función distinguir cada una de esas zonas.
- Además del indicador, en cada zona se informará de los límites verticales.

DIAGRAMA DE AEROPUERTO

Este plano facilita la información necesaria para el movimiento de las aeronaves en tierra y refleja las instalaciones y servicios a disposición de los usuarios (Figura 15).

También refleja las distancias declaradas, iluminación de pista y de aproximación y horario de operaciones.

CARTAS DE APROXIMACIÓN VISUALES (VFR)

Carta destinada a las aeronaves que operan en condiciones de vuelo visual.

Facilita información necesaria para pasar de la fase de vuelo en ruta y descenso a la de aproximación a la pista de aterrizaje prevista.

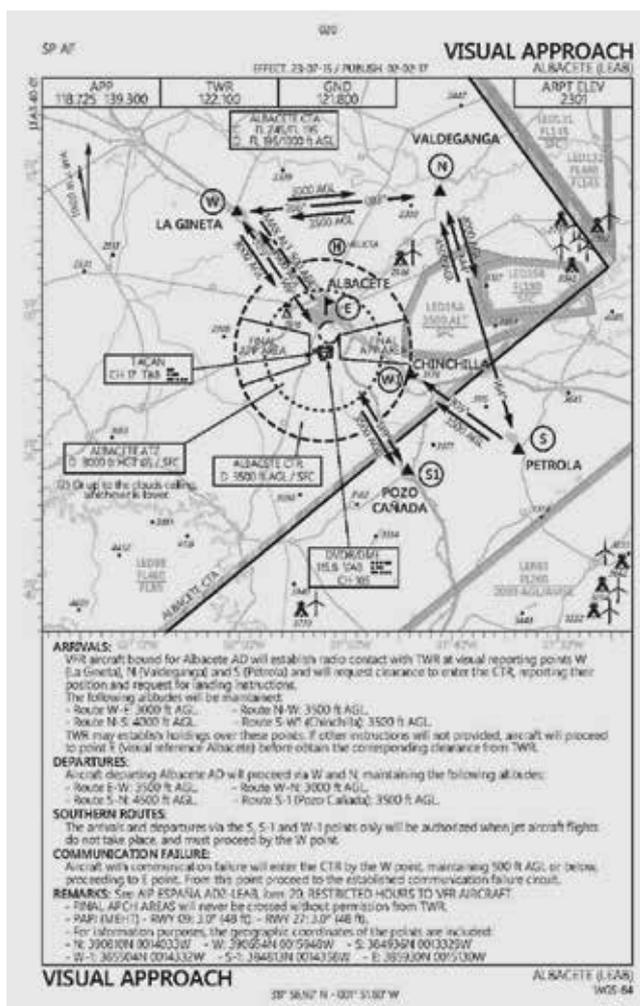


Figura 16. Carta de Aproximación Visual

3. CARTA INSTRUMENTAL DEL ESPACIO AÉREO SUPERIOR E INFERIOR E/1:2.000.000

Proyección utilizada: Lambert Conformal Conic

Realizado a partir de información Aeronáutica recogida de las siguientes fuentes:

- AIP (España, Marruecos y Portugal)
- NOTAM's C Y MILITARES
- CIDEFO (Comisión Interministerial entre Defensa y Fomento)
- Bases Aéreas y Aeródromos Militares
- SESPA (Sección Espacio Aéreo)
- USAFE (United States Air Forces In Europe)
- Servidumbres Aeronáuticas confeccionadas por la Sección de Fotogrametría del CECAF.
- Carta aeronáutica Jeppessen y Americanas Enroute

En estas cartas aparecen representadas:

- Aerovías
 - Radioayudas
 - Aeródromos
 - Zonas prohibidas (P)
 - Zonas restringidas (R)
 - Zonas peligrosas (D)
 - Zonas de Fauna sensible (F)
 - Puntos de notificación
 - FIR (Flight Information Region)/UIR(Uper Informaticon Region)- FIR (hasta FL245)/UIR(FL245-FL460)
 - TMA (Areas Terminales)
 - Distancias entre puntos de notificación
 - Rumbos magnéticos
 - AMA (Altitud Mínima de Area)
- y demás información que pueda ser utilizada para una navegación por instrumentos (IFR).

Toda la elaboración de estas cartas se realiza con el programa GEOMEDIA

Estas cartas son actualizadas y publicadas por el CECAF cada 6 meses.

3.1. Carta instrumental del espacio aéreo inferior de España escala 1:2.000.000

La principal utilidad de estas cartas es la navegación instrumental por las aerovías que unen puntos significativos y/o radioayudas.

La Carta Instrumental del Espacio Aéreo Inferior contiene información aeronáutica hasta FL245 (24500 pies).

La información aeronáutica que se publica son:

- Aerovías.- Rutas que siguen las aeronaves, es el equi-

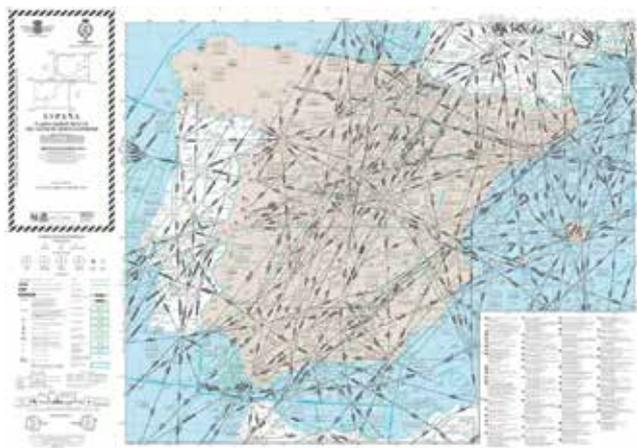


Figura 17. Anverso de la Carta Instrumental del Espacio Aéreo Superior

valente a las carreteras. Pueden ser de un único sentido o de doble sentido. Distintas elevaciones dentro de la aerovía determinan el sentido y nivel de vuelo de la aeronave. Las aerovías están compuestas de tramos que van de un punto significativo a otro. Estos puntos son radioayudas o puntos de notificación.

- Radioayudas.- Emisores de frecuencia que utilizan las aeronaves para que estas puedan determinar su posición y en algunos casos la distancia a la misma. Hay distintos tipos de radioayudas, TACAN, VOR, DME, NDB...
- Restricciones del espacio aéreo.- Las restricciones del espacio aéreo señalan áreas restringidas al vuelo, indicándose si es una zona peligrosa, prohibida, restringida, de fauna sensible....

3.2. Carta instrumental del espacio aéreo superior de España escala 1:2.000.000

Tiene las mismas características que la carta anterior pero se usa a partir de FL245 (24500 pies).

4. CARTAS DE ÁREAS TERMINALES

Estas cartas proporcionan información sobre los procedimientos a seguir por las aeronaves que operen en IFR en los TMA establecidos en el territorio español.

El TMA es un área en la que se establecen las condiciones que deben cumplir las aeronaves con destino a los aeródromos incluidos en dicha área.

Proyección utilizada: Lambert Conformal Conic

Realizado a partir de información Aeronáutica recogida de las siguientes fuentes:

- AIP (España, Marruecos y Portugal)
- NOTAM's C Y MILITARES

- CIDEFO (Comisión Interministerial entre Defensa y Fomento)
- Bases Aéreas y Aeródromos Militares
- SESPA (Sección Espacio Aereo)
- USAFE (United States Air Forces In Europe)
- Servidumbres Aeronáuticas confeccionadas por la Sección de Fotogrametría del CECAF.
- Carta Aeronáutica Jeppessen y Americanas Enrute

En estas cartas aparecen representadas:

- Aerovías
- Radioayudas
- Aeródromos
- Zonas prohibidas (P)
- Zonas restringidas (R)
- Zonas peligrosas (D)
- Zonas de Fauna sensible (F)
- Puntos de notificación
- FIR
- Límite TMA
- Límite CTR (Control Zone)
- Límite CTA (Control Area)
- Distancias entre puntos de notificación
- Rumbos magnéticos
- Altitud mínima utilizable(MEA)
- Altitud mínima de Area (AMA)

Toda la elaboración de estas cartas se realiza con el programa GEOMEDIA

- Aerovías.- Rutas que siguen las aeronaves, es el equivalente a las carreteras. Pueden ser de un único sentido o de doble sentido. Distintas elevaciones dentro de la aerovía determinan el sentido y nivel de vuelo de la aeronave. Las aerovías están compuestas de tramos que van de un punto significativo a otro. Estos puntos son radioayudas o puntos de notificación.
- Radioayudas.- Emisores de frecuencia que utilizan



Figura 18. Carta de Areas Terminales (TMA)

las aeronaves para que estas puedan determinar su posición y en algunos casos la distancia a la misma. Hay distintos tipos de radioayudas, TACAN, VOR, DME, NDB...

- Restricciones del espacio aéreo.- Las restricciones del espacio aéreo señalan áreas restringidas al vuelo, indicándose si es una zona peligrosa, prohibida, restringida, de fauna sensible....

Estas cartas son actualizadas y publicadas por el CECAF cada 6 meses.

5. MANUAL DE CAMPOS EVENTUALES

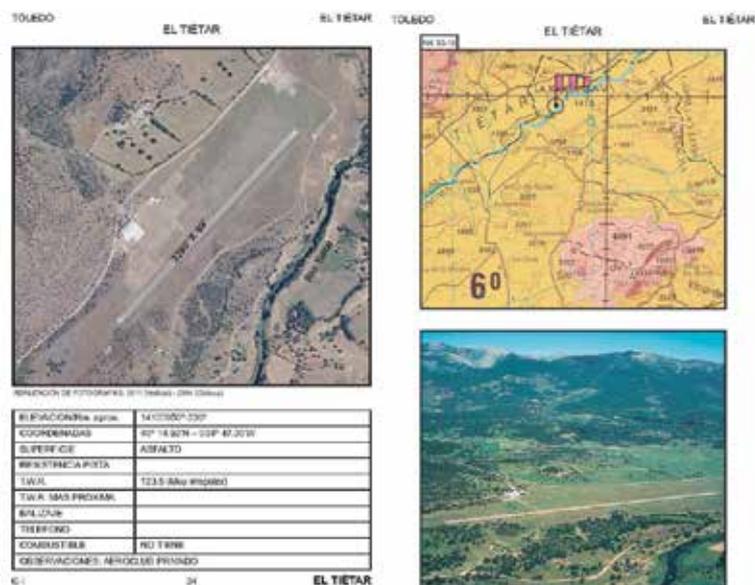


Figura 19. Anverso ficha del Manual de Campos Eventuales

Figura 20. Reverso ficha del Manual de Campos Eventuales

El manual de Campos Eventuales se creó por la necesidad de un manual que sirviera para satisfacer las necesidades del piloto en caso de tener que recurrir a un aterrizaje de emergencia por cualquier razón. Un manual en el que estuvieran recopilados los aeródromos privados que hay dispersos por todo el país y añadirles además los lugares que, por su disposición, sirvieran al piloto para, en caso de necesidad, tener que tomar tierra.

La tarea era laboriosa pues se decidió hacer un manual con fichas independientes de cada campo en el que figuraran los datos técnicos que se pudieran aportar como elevación del terreno, twr más próxima, teléfono de contacto si lo tuviera, balizaje si lo tuviera, coordenadas y rumbo magnético, superficie, etc.

Estos datos irían acompañados de una fotografía vertical y otra oblicua de la zona, la provincia y localidad a

la que pertenece y además la situación del campo en la Carta de Operaciones Conjuntas E/1:250.000 elaboradas y publicadas también por este Centro.

Desde la sección de Cartografía aeronáutica se inicia una labor exhaustiva de recopilación de información sobre aeródromos privados, terrenos amplios y llanos aptos para el aterrizaje, escuelas ULM, helipuertos...para ello se apoya en los datos aportados por el AIP ESPAÑA, llamadas telefónicas e intercambio de correos con los lugares en cuestión y los datos y fotografías aportados por los pilotos durante la navegación.

Una vez se ha recogido una relación de campos extensa, éstos son enviados al 403 Escuadrón del CECAF para su posterior vuelo y fotografiado, vertical y oblicuo, en el que se decidirá si es apto para su inclusión en el manual o no.

Con todo ello se elaboran las fichas a final del año incluyendo en la publicación una división de la península en cuatro cuadrantes en donde están señalizados los campos.

Así el manual se va revisando anualmente, añadiendo nuevos campos y quitando los que, por diferentes razones, ya no sean aptos para el aterrizaje.

En la actualidad el manual de Campos eventuales contiene alrededor de 300 campos entre aeródromos, helipuertos y terrenos aptos para el aterrizaje.

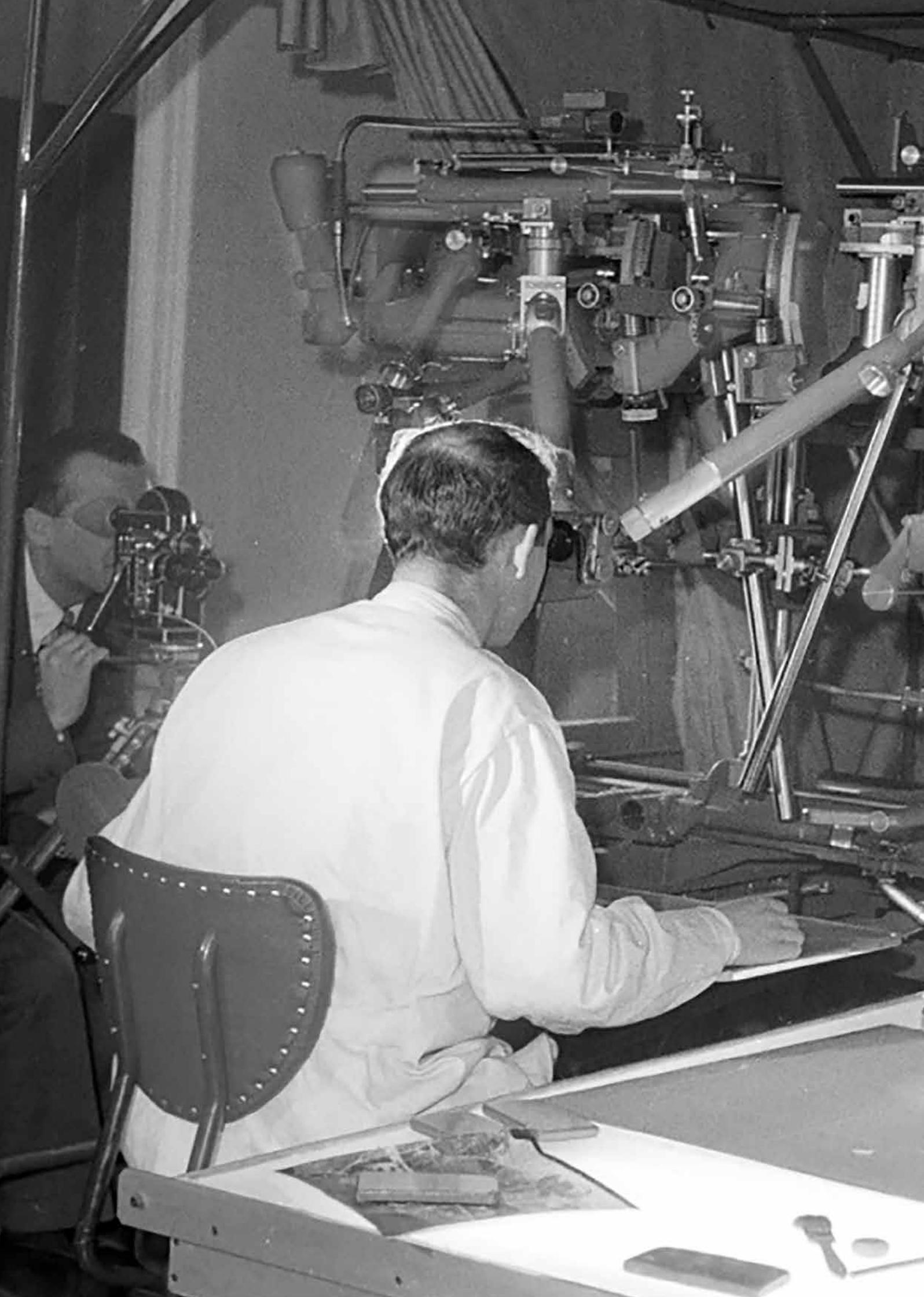
A continuación mostramos el anverso y el reverso de una ficha de este manual en la que se puede apreciar la fotografía vertical y oblicua de la zona, su situación en el plano escala 1:250.000 y los datos técnicos que se han podido recopilar:

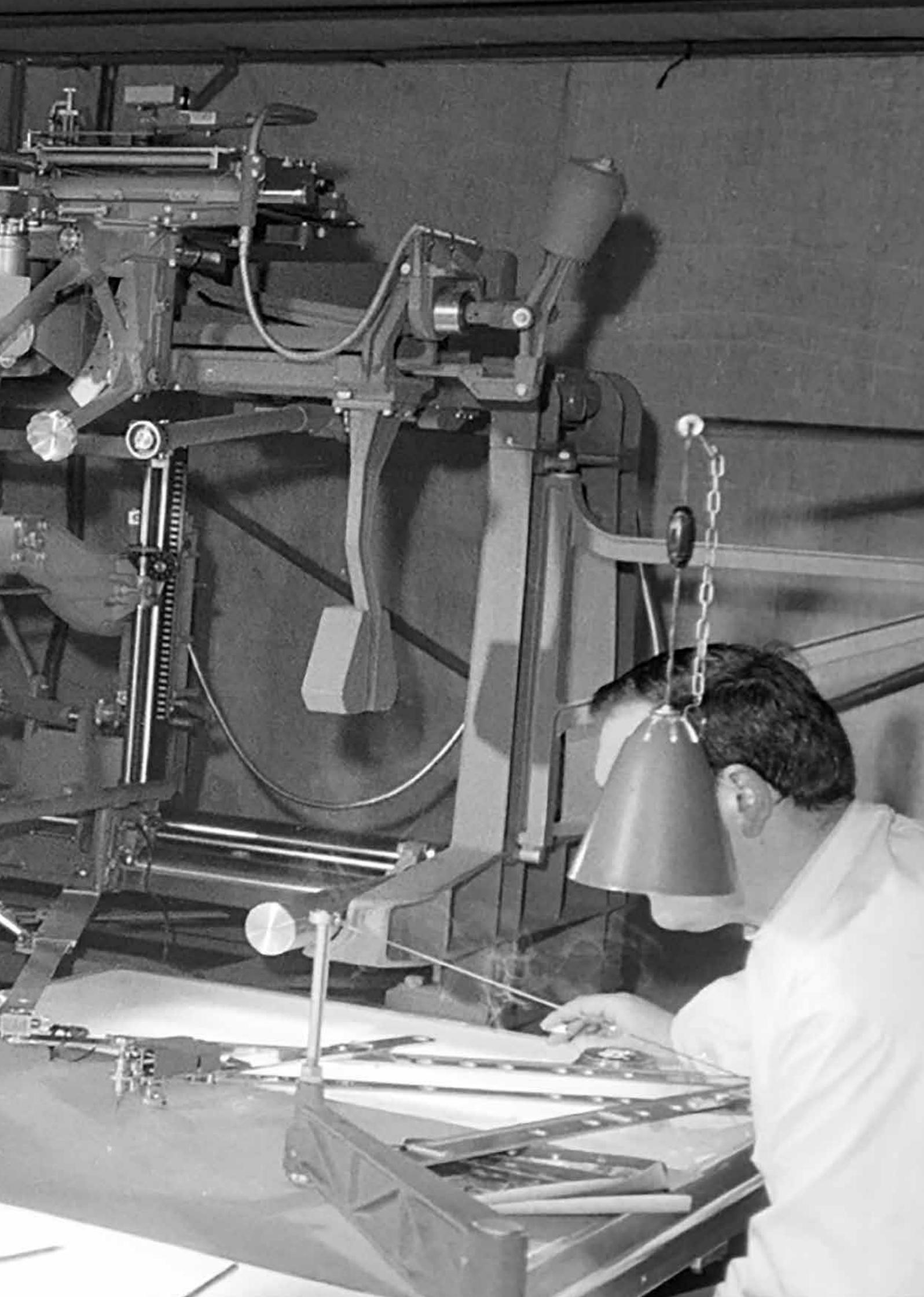
REFERENCIAS

- IG 70-14 Instrucción General del Ejército del Aire Anexo 4 de Organización de Aviación Civil (OACI) Ponencias de Navegación aérea de la Comisión Interministerial entre Defensa y Fomento (CIDEFO)
- Vatsa (Centro Control Aéreo Virtual)

Sobre el autor

Brigada Pedro Antonio Cabello García
Pertenece al Cuerpo General, Escala Básica del Ejército del Aire, es especialista en Cartografía e Imagen. Está destinado en el CECAF desde el año 1993.





Verificar datos antes del vuelo

Check data before flight

Brigada José Ramón Ruiz García

REVISTA **MAPPING**

Vol. 26, 184, 66-72

julio-agosto 2017

ISSN: 1131-9100

Resumen

Con la llegada de las nuevas tecnologías y el aumento de las operaciones aéreas que se realizan dentro de nuestro espacio aéreo, se hace necesario el establecimiento de un proceso que regule las transmisiones de información aeronáutica entre los diversos proveedores de servicios y el sistema de información aeronáutica. Los originadores de datos juegan un papel fundamental en este proceso al ser responsables de recabar, gestionar, producir y transmitir todos aquellos datos que permiten realizar las operaciones aéreas con plena seguridad.

Abstract

With the arrival of the new technologies and the increase of the air operations that are realized inside our airspace, it is necessary to set up a process that regulates the information transmission between diverse service providers and the aeronautical information system.

The data originators play a fundamental role in this process, being responsible for collecting, managing, producing and transmitting all the data that allow performing the air operations with full security.

Palabras clave: AIP, OACI, procedimiento, MILAIP, garantía, verificación, datos, aeronáutico, artículo, formación, diseño.

Keywords: AIP, ICAO, procedure, MILAIP, guarantee, verification, data, aeronautics, paper, training, design.

Sección Cartografía aeronáutica
jruigar@ea.mde.es

Recepción 22/04/2017
Aprobación 01/06/2017

1. INTRODUCCIÓN

La necesidad de seguir un proceso exhaustivo en la obtención y tratamiento de la información aeronáutica, implica estrechar relaciones y abrir puertas entre diversos organismos, con la finalidad de verificar y dar validez a dichos datos. La sección de Cartografía Aeronáutica perteneciente al CECAF (Centro Cartográfico y Fotográfico del Ejército del Aire), obtiene, elabora y proporciona documentación aeronáutica correspondiente a bases aéreas, aeródromos y helipuertos pertenecientes al Ministerio de Defensa.

Entre la cartografía que edita la sección, se encuentra el Manual del Piloto, la carta instrumental de espacio aéreo superior e inferior a escala 2 000 000 y la carta de área terminal. Estas publicaciones recogen información extraída de la AIP (Publicación de información aeronáutica), actualizada en cada ciclo AIRAC (*Aeronautical Information Regulation And Control*). Ciclo correspondiente a 28 días naturales, a partir de su inicio el día 29 de enero de 1998, tal y como quedó establecido y recogido en el anexo 15 de OACI «Servicios de información aeronáutica». El conocimiento preciso de ese tiempo permite conocer a los usuarios las fechas de entrada en vigor de las futuras actualizaciones y poder cumplir así, con los plazos establecidos para su distribución.

El personal que integra la sección genera otro tipo de publicación denominado manual de campos eventuales que contiene información necesaria sobre

más de 300 posibles campos considerados alternativos, dispuestos para ser utilizados en aterrizajes de emergencia, resultando de especial utilidad para los usuarios.

Dos negociados componen el organigrama de la sección de Cartografía aeronáutica, siendo el tratamiento dado a la información aeronáutica por el negociado de Diseño de procedimientos, motivo del presente artículo, destacando entre las actividades de los miembros que la componen, la asistencia como asesores de la PNA (Ponencia de navegación aérea) y de la PREA (Ponencia de reestructuración de espacio Aéreo).

Tanto la PNA como la PREA son ponencias de trabajo de carácter permanente de CIDEFO (Comisión interministerial entre el Ministerio de Defensa y el de Fomento). Las propuestas que los proveedores de servicios de navegación aérea, tanto civiles como militares, presentan en estos foros, son evaluadas e informadas y, en caso de resultar favorables, elevadas al Pleno de la Comisión interministerial entre ambos Ministerios, para su aprobación. Toda la documentación presentada debe cumplir con la normativa en vigor requerida, esto es, los Reglamentos de la CE (Comisión Europea) en materia de cielo único europeo y la normativa nacional RCA (Reglamento de la circulación aérea y RAO (Reglamento de la circulación aérea operativa). El resultado final, se traduce en información aeronáutica que cumple con todas las medidas recomendadas por la OACI (Organización de aviación

civil internacional) y será publicada a través del AIS (Servicio de información aeronáutica) en la AIP de España.

Finalmente, considerar que la Escuela de cartografía y fotografía del CECAF, imparte periódicamente el curso de Diseño de procedimientos de navegación instrumental, de la que el personal de ese negociado es responsable de su elaboración y total desarrollo. Actividades docentes que les otorgan conocimiento, dominio y una renovación constante de la legislación vigente que les capacita para ejercer actuaciones y propuestas de mejoras,



Figura 1. Carta instrumental de espacio aéreo, carta de áreas terminales, manual del piloto y campos eventuales

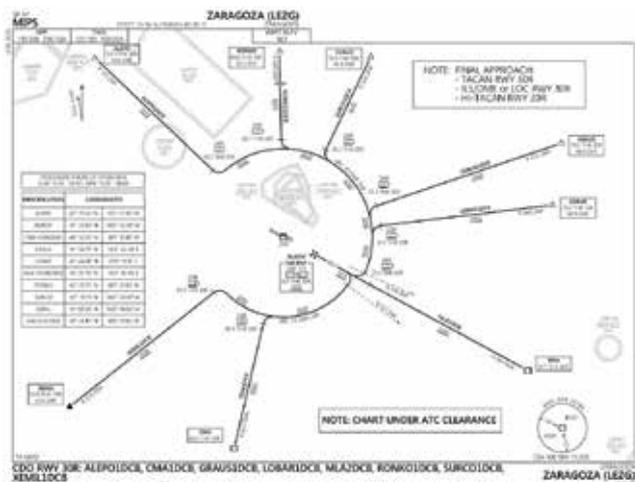


Figura 2. Carta de operaciones de descenso continuo

aportando soluciones en aquellos grupos de trabajo de la OTAN en los que se establecen criterios de diseño de procedimientos de navegación instrumental y a los que asisten anualmente.

2. EL PROCESO

La información aeronáutica ha sido demandada desde los inicios de la aviación militar y más concretamente desde la creación en el año 1920 del Servicio Geográfico y Laboratorio Meteorológico de la Aviación Militar, hasta nuestros días en los que se realizan diariamente más de 9.000 operaciones, correspondiendo aproximadamente la mitad a maniobras de aterrizaje y despegue en aeropuertos españoles.

Se proporciona cartografía aeronáutica en diferentes formatos y tamaños con la información requerida por las necesidades en cada momento de proporcio-

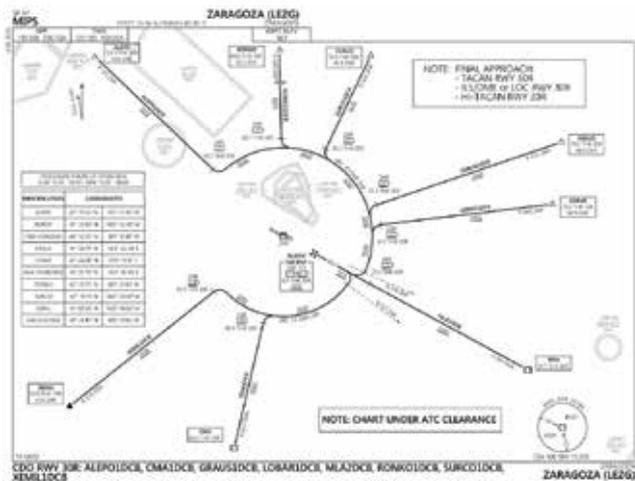


Figura 3. de izq. a dcha. Mapa de instalaciones de protección de vuelo en servicio en 1934. Carta de radioayudas de navegación, julio de 1956

nar seguridad a la navegación aérea. Esa información se recoge también en el Manual del Piloto, siendo extraída de la documentación integrada en la AIP de España. El manual publicado contempla las garantías de calidad exigidas en la normativa OTAN, en cuanto al formato y contenido mínimo que debe cumplir y a la normativa OTAN y OACI en lo referente al proceso, obtención y tramitación de la información aeronáutica contenida en dicho manual.

La publicación del manual del piloto que genera el CECAF, recoge del AIP los datos e información aeronáutica para sus fichas de procedimientos, con independencia de la funcionalidad de uso para la que hayan sido diseñadas, ya sean planos de aeródromo, cartas de llegada y salida instrumental, cartas de aproximación por instrumentos o cartas de aproximación visual entre otras. Desde la posición y elevación de un obstáculo identificado como turbina eólica o torre de alta tensión que por sus grandes dimensiones o por su afección a las posibles trayectorias de las aeronaves en alguna de sus fases de vuelo tuviese que ser simbolizada en la carta, al perfil de las diferentes fases de un procedimiento de aproximación instrumental que proporcionase y permitiese un descenso seguro hasta su finalización en tierra. Cualquier dato, por insignificante que parezca, debe ser estrictamente verificado y validado por los diferentes departamentos originadores y responsables de mantener su integridad e incorporación en el proceso de diseño.

El tratamiento seguido que se le da a la información se produce para cumplir con el RCA y estar en consonancia con los estándares de OACI recogidos en: Anexo 15 «Información aeronáutica» y con el do-

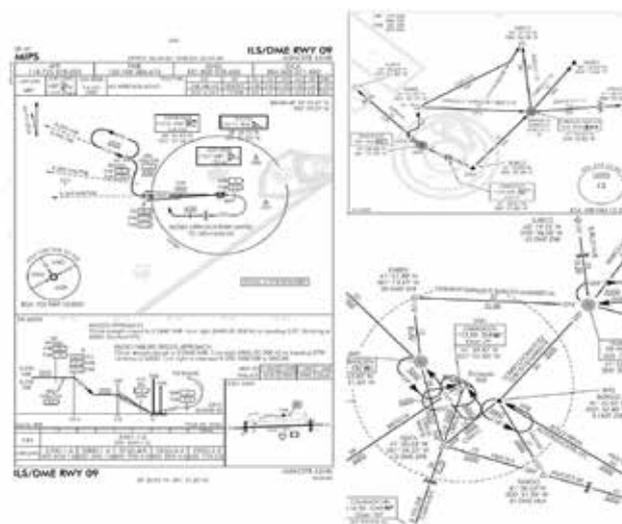


Figura 4. Cartas publicadas en el manual del piloto. Izq aproximación instrumental, Superior Dcha - Operaciones de salida, Inferior Dcha, Operaciones de llegada

cumento 9906 «Manual de garantía de calidad para el diseño de procedimientos de vuelo», Vol.1 «Sistema de garantía de calidad del diseño de procedimientos de vuelo». Estos datos son necesarios para elaborar y simbolizar las cartas de navegación y componen parte de la información aeronáutica que el MILAIS remitirá al AIS para su publicación. Una vez recogida por este servicio, se empaquetará junto a otro tipo de datos, en lo que se denomina AIP España, resultando de

especial importancia el control absoluto que se debe proporcionar en la utilización y transferencia de ese tipo de información.

Los criterios de diseño para los procedimientos de navegación, se establecen con dependencia de los usuarios a los que va destinado, pudiendo ser creados para uso militar o para todos los usuarios. En aquellas fichas o cartas a publicar en el manual del piloto o en la AIP, con el acrónimo MIPS (*Military Instrument Procedures Standardization*), los criterios establecidos de diseño se extraerán de los documentos de la OTAN, recogidos en acuerdos de normalización denominados STANAG (*Standardization agreement*).

El negociado de Diseño de procedimientos se encarga de la elaboración de maniobras instrumentales de los aeródromos y helipuertos pertenecientes al Ministerio de Defensa, según establece el Real Decreto 1167/1995. Algunas instalaciones están abiertas al tráfico civil, eso implica la utilización para su diseño de la normativa correspondiente de OACI. En la creación de las fichas o cartas de procedimientos de navegación diseñadas con la normativa OACI quedarán identificadas en la cabecera como PANS-OPS (*Procedures for Air Navigation Services-Aircraft Operations*) o como OACI, dependiendo de su publicación en el AIP o en el Manual del piloto, resultando esta diferencia notoria entre ambos productos al tratarse de formatos diferentes de publicación.

Una vez diseñadas se remiten, previa coordinación con el proveedor ATS militar afectado, a EMA/DOP/SESPA (Sección de espacio aéreo de la división de operaciones del estado mayor del ejército

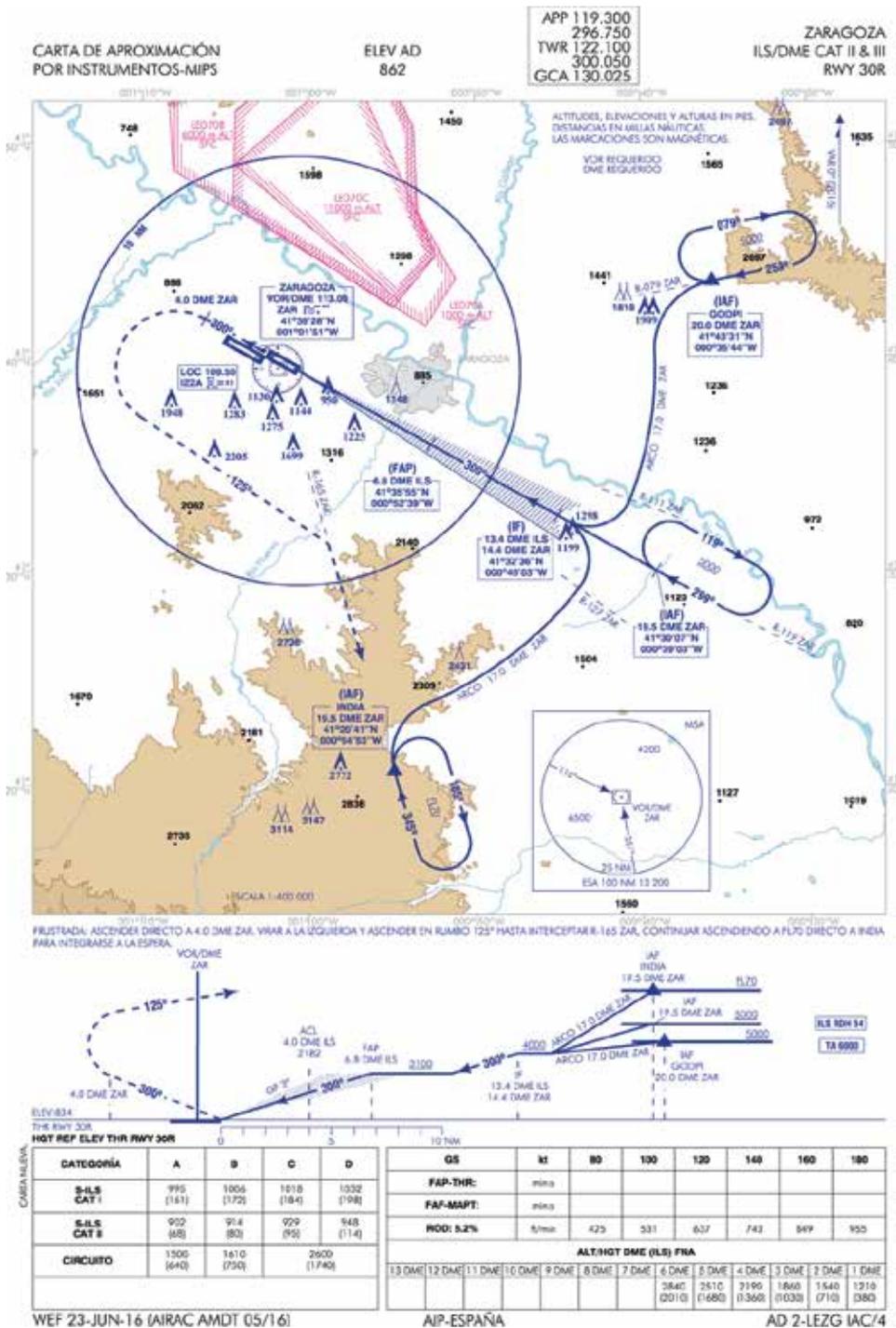


Figura 5. Carta publicada en AIP. Aproximación instrumental diseñada por el CECAF

del aire) para que proceda con los trámites oportunos previos a su publicación en AIP España, esto es, presentación para estudio en la PNA y posterior aprobación en CIDEFO.

Una vez aprobadas en CIDEFO, MILAIS (Servicio de información aeronáutica militar) continuará con el proceso establecido para su publicación, con el fin de poder ser integrados en la AIP y posteriormente recogidos en nuestro Manual del Piloto. Requisito indispensable pues, aunque por un lado ese negociado de diseño genera parte de la información que recoge la AIP, se requiere respetar los plazos que tienen establecidos para su verificación e incorporación en su publicación, al tratarse del medio oficial del Estado constituido para tal fin. Posteriormente el resto de publicaciones aeronáuticas las reflejarán en sus manuales y se asegurarán de la no existencia de discrepancias con esa. El inicio del proceso de diseño requiere de la ejecución de una propuesta del procedimiento deseado, ya sea por parte de la Unidad solicitante o Unidades de las Fuerzas Aéreas del Ejército del Aire que sean usuarias de dicha ayuda a la navegación o del Estado Mayor del Aire.

La elaboración de ese diseño, empieza con la confección de un borrador de proyecto de ficha que contemple las diferentes fases del procedimiento, con un croquis que especifique las derrotas deseadas y un perfil para establecer las diferentes altitudes por las que se desea trascurra la aeronave durante el proceso específico cumpliendo con la normativa al respecto, según establece la Instrucción General 70-14, en su apartado referido a la formulación de procedimientos de navegación.

En este proceso resultaría de gran ayuda y sobre todo para esta primera fase del proyecto, la figura de

un director de orquesta que planificara y en la medida de lo posible plasmara en ese boceto aquellas necesidades y soluciones que requirieren tanto la Unidad como los usuarios de dicha maniobra. Pero la falta en las Unidades de personal con experiencia y formación, en la utilización de criterios de diseño establecidos en la normativa OTAN u OACI y la ausencia de un departamento propio especializado que pudiera dar respuesta a las necesidades que requiere el proceso, hacen necesaria la participación de personal adicional cualificado para solventar esta deficiencia. Este es el motivo por el cual, se estableció en esa IG. 70-14 un protocolo de actuación con el fin de recabar por parte del CECAF, las directrices necesarias formuladas por la Unidad y usuarios para la realización de un primer esbozo del procedimiento por parte de los diseñadores del Centro que pudieran dar respuesta a sus necesidades e iniciar el camino en la elaboración de una maniobra efectiva y segura.

La fase más relevante en el proceso de elaboración de un diseño de procedimiento de navegación instrumental, es la recopilación del mayor volumen de datos posibles para crear un escenario del estudio a tratar. La incorporación de información aeronáutica como puede ser: datos de radioayudas a la navegación, información de las pistas, frecuencias de comunicación, información del sistema de iluminación de las pistas, aerovías, espacios aéreos, obstáculos de más de 100 m de altura y propios del aeródromo, etc... se extrae de la AIP, prestando especial atención a las actualizaciones de esa publicación que pudiesen afectar durante el proceso de diseño. Del IGN (Instituto Geográfico Nacional), se utiliza información altimétrica del MDT (modelo digital del terreno) con paso de malla de 5m y de la extraída del fichero de puntos LIDAR (*Laser*

Imaging Detection and Ranging). Así mismo, se realizan estudios topográficos por parte de la sección de Fotogrametría, necesarios para dotar de seguridad a esos procedimientos.

Una de las exigencias demandadas a los negociados que distribuyen esos datos, es el suministro actualizado y validado de dicha información, cumpliendo con la integridad del dato hasta el final del proceso, requisito indispensable, tal y como establece el documento 9906 de OACI en su volumen 1 y exigido por la PNA. A día de hoy, se está trabajando con la nueva ad-

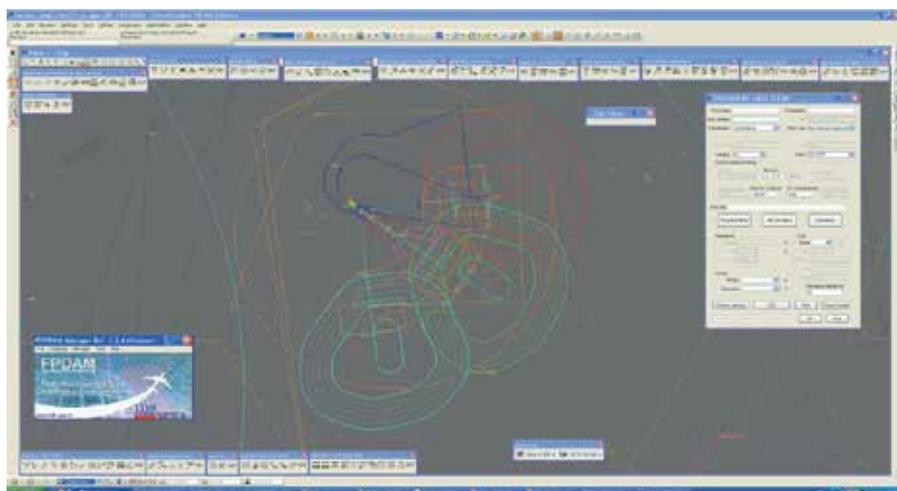


Figura 6. Ventana del programa FPDAM para la construcción y evaluación de las áreas que se generan en el diseño de una maniobra instrumental

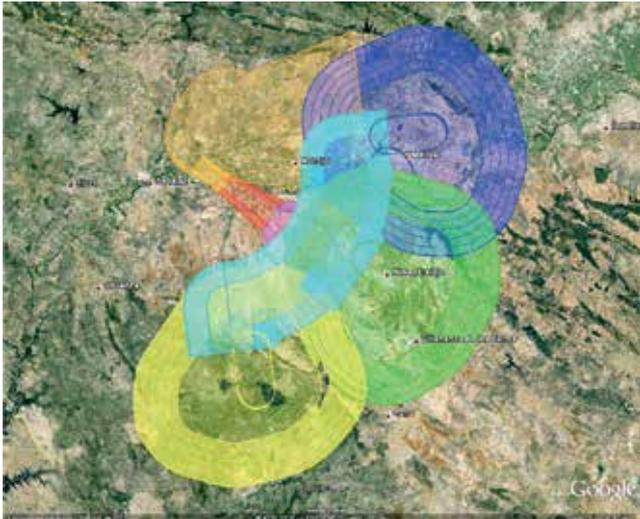


Figura 7. Representación gráfica sobre imagen de Google Earth de las áreas de protección de las maniobras

quisición de la cámara digital Ultracam cuyo proceso de obtención de obstáculos por correlación de imágenes proporcionará un estudio más completo y preciso para la generación de esos datos aeronáuticos.

Se dispone de un Software, actualizable con la normativa en vigor, de ayuda en el diseño de procedimientos, suministrado por la División de aeronavegación de la empresa IDS (*Ingeniería Dei Sistemi S.p.A.*). Ese programa proporciona las herramientas necesarias para generar y evaluar las áreas de los diferentes tramos que componen una maniobra, ya sea convencional o PBN (Navegación basada en prestaciones). La posibilidad de modificar, de manera rápida y sencilla, esas áreas de cada tramo de la maniobra y la evaluación precisa de las mismas, hacen de ese programa una herramienta de ayuda muy necesaria en el diseño. Además permite modificar y generar las áreas de protección resultantes para procedimientos MIPS (*military instrument procedures standardization*), aun sin tener instalados los criterios de diseño de la normativa OTAN. Pero si del software dependiese la eficacia de la elaboración de un procedimiento de navegación para que este fuese seguro, no cabe duda de que estaríamos incurriendo en un grandísimo error. Sólo la experiencia y la formación del personal que desempeña esas funciones en el negociado de Diseño de procedimientos, permite conseguir una mayor operatividad, flexibilidad y resolución de cuestiones durante el diseño, alcanzando un resultado óptimo del producto final para aquellas Unidades y usuarios solicitantes.

Una vez finalizada la fase de edición de la propuesta del procedimiento de navegación, con la inclusión de los datos aeronáuticos requeridos y pasados los

controles establecidos en los documentos de la OTAN y de OACI sobre la garantía de la calidad, se anexará información sobre el proceso seguido. Ese documento contendrá una memoria técnica y explicativa que refleje, además de aquellos datos calculados y obtenidos durante el proceso, la justificación que motivó el camino seguido y el porqué de las decisiones tomadas. La razón es aportar una trazabilidad de los motivos que afectaron a la hora de discernir entre las propuestas, modificaciones y mejoras surgidas durante la realización de las maniobras. Esa memoria se remitirá junto a la propuesta de maniobra para ser volada por la sección de Inspección en vuelo perteneciente al CECAF, quienes con toda la información disponible sobre los pasos dados en el proceso, inspeccionarán y validarán dicho procedimiento o aportarán aquellas incidencias que deban ser nuevamente estudiadas con el fin de subsanar los posibles errores detectados en el diseño. Cuando el procedimiento es validado de manera positiva, generan un informe que acompaña a la memoria y al borrador del procedimiento en su proceso hasta el estudio en la PNA.

Aquellos proyectos de procedimientos de navegación, realizados por el originador de datos del CECAF, serán remitidos a EMA/DOP/SESPA para su verificación y coordinación para continuar con su tramitación, dependiendo de:

- Si el procedimiento ha sido identificado como MIPS, se remitirá a MILAIS para su publicación en AIP España, como responsable de la veracidad como generadores de dicha información, según se recoge en el RCAO (Reglamento de circulación aérea operativa).
- Si el proceso se ha identificado como PANS-OPS u OACI, el proyecto se remitirá al vocal de ENA/DOP/SESPA en la PNA, que lo presentará en la correspondiente Ponencia de Navegación Aérea para su estudio y verificación de viabilidad, seguridad y cumplimiento de la normativa exigida por las vocalías de los ministerios de Defensa y Fomento. A la citada PNA acudirán sus correspondientes asesores entre los que se encuentra el CECAF que con independencia de sus funciones como asesor, actuará como órgano de apoyo técnico del vocal que presenta el proyecto, cuando se presenten ese tipo de trabajos. La PNA elevará, si procede, informe favorable a CIDEFO para su aprobación. Aquellos que cumplan con los citados requisitos y sean aprobados, seguirán los trámites necesarios y establecidos para el tratamiento de dicha información siendo posteriormente publicados en la AIP para su recogida por los diferentes manuales entre

los que se encuentra nuestro manual del piloto.

La capacitación de los diseñadores de procedimientos está basada en competencias tal y como establece el documento de OACI 9906 vol 2 (Capacitación de diseñadores de procedimientos de vuelo) «*Todos los Estados deben asegurarse de que los diseñadores de procedimientos de vuelo adquieran y mantengan este nivel de competencia a través de la capacitación, capacitación en el puesto de trabajo (OJT) supervisada y un entrenamiento recurrente y de repaso*».

De la importancia de cumplir con los sistemas de garantía de calidad, radica la necesidad para que el personal del negociado de Diseño de procedimientos haya sido formada en el curso de Diseño de procedimientos de Navegación Instrumental realizado en la ECAFO (Escuela de cartografía y fotografía) del Centro Cartográfico y Fotográfico del Ejército del Aire y en los cursos de diseño de Diseño de Procedimientos de Vuelo Instrumental (Navegación convencional) y el de Navegación Basada en Prestaciones, Diseño y publicación de procedimientos de vuelo instrumental RNAV y RNP impartido por el departamento de Sistemas Aeroespaciales, Transporte Aéreo y Aeropuertos de la Universidad Politécnica de Ingenieros Aeronáuticos de Madrid.

Esta formación junto con la experiencia en el diseño de maniobras a lo largo de los años les ha permitido conseguir capacidades como originadores de contenidos y docentes del el Curso de diseño de procedimientos de navegación instrumental que se realiza en el Centro para Oficiales y Suboficiales de las Fuerzas Armadas.

3. CONCLUSIONES

El presente artículo pretende mostrar la importancia en las relaciones existentes entre diversos organismos, en un proceso determinado realizado por el personal que integra un negociado dentro de un engranaje sofisticado que permite dotar de la máxima seguridad a aquellos procedimientos utilizados diariamente por las compañías aéreas y que requieren, como no podría ser menos, de una absoluta dedicación para evitar cualquier posibilidad de fracaso.

AGRADECIMIENTOS

Si bien es cierto que el AIS suministra información aeronáutica distribuida a través de la AIP, también es cierto que el negociado de Edición de la sección de

Cartografía Aeronáutica, es responsable de la edición de esta, y de su incorporación en la publicación del manual del piloto. El personal civil que la compone hace posible, con su experiencia y capacidad técnica, solventar las dificultades propias de sus funciones y proporcionar garantías en el proceso que realizan, habiendo sido incluso maestros, a la vieja usanza, en la enseñanza de los que nos iniciamos en el mundo del diseño de procedimientos de navegación.

En todo este proceso de trasiego de información aeronáutica, entre diferentes organismos, me ha sido grato encontrar la figura del director de orquesta que echaba de menos al inicio en la realización de un proyecto de diseño de procedimientos. La figura de José Carlos Herrero Sánchez como <repositorio> de normativa, relaciones y acuerdos entre organismos, le hacen ser un referente que garantiza seguridad y refuerzo a los procesos que realizamos.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- IG 70-14
- STANAG 3970
- STANAG 3759
- Doc OACI 8168 Vol II
- Doc OACI 9906
- ANEXO 15 de OACI
- S431-13-PES-001-1,1 Procedimiento de notificación de datos a publicar por el AIS
- Real Decreto 1167/1995
- Reglamento de circulación aérea
- Reglamento de circulación aérea operativa

Sobrel el autor

Brigada José Ramón Ruiz García

Ingresó en la Escuela de Cartografía y Fotografía del Ejército del Aire (ECAFO) en 1989, egresando como sargento especialista en 1992. Destinado en el CECAF ha realizado trabajos topográficos para la obtención de cartografía en la sección de Fotogrametría, trabajos de digitalización cartográfica en la sección de Cartografía general y finalmente desempeña sus funciones como diseñador de procedimientos de navegación instrumental en la sección de Cartografía aeronáutica, compaginándolos con los de profesor en la Escuela de cartografía y fotografía del CECAF.



JIIDE 2017

VIII Jornadas Ibéricas de
**Infraestruturas
de Dados Espaciais**

Lisboa | 15 - 17 novembro 2017

1. Información general

MAPPING es una revista técnico-científica que tiene como objetivo la difusión y enseñanza de la Geomática aplicada a las Ciencias de la Tierra. Ello significa que su contenido debe tener como tema principal la Geomática, entendida como el conjunto de ciencias donde se integran los medios para la captura, tratamiento, análisis, interpretación, difusión y almacenamiento de información geográfica, y su utilización en el resto de Ciencias de la Tierra. Los trabajos deben tratar exclusivamente sobre asuntos relacionados con el objetivo y cobertura de la revista.

Los trabajos deben ser originales e inéditos y no deben estar siendo considerados en otra revista o haber sido publicados con anterioridad. MAPPING recibe artículos en español y en inglés. Independientemente del idioma, todos los artículos deben contener el título, resumen y palabras claves en español e inglés.

Todos los trabajos seleccionados serán revisados por los miembros del Consejo de Redacción mediante el proceso de «Revisión por pares doble ciego».

Los trabajos se publicarán en la revista en formato papel (ISSN: 1131-9100) y en formato electrónico (eISSN: 2340-6542).

Los autores son los únicos responsables sobre las opiniones y afirmaciones expresadas en los trabajos publicados.

2. Tipos de trabajos

- **Artículos de investigación.** Artículo original de investigaciones teóricas o experimentales. La extensión no podrá ser superior a 8000 palabras incluyendo resumen, tablas y figuras, con un máximo de 40 referencias bibliográficas. Cada tabla o figura será equivalente a 100 palabras. Tendrá la siguiente estructura: título, resumen, palabras clave, texto (introducción, material y método, resultados, discusión y conclusiones), agradecimientos y bibliografía.
- **Artículos de revisión.** Artículo detallado donde se describe y recopila los desarrollos más recientes o trabajos publicados sobre un determinado tema. La extensión no podrá superar las 5000 palabras, incluyendo resumen, tablas y figuras, con un máximo de 25 referencias bibliográficas.
- **Informe técnico.** Informe sobre proyectos, procesos, productos, desarrollos o herramientas que no supongan investigación propia, pero que sí muestren datos técnicos interesantes y relevantes. La extensión máxima será de 3000 palabras.

3. Formato del artículo

El formato del artículo se debe ceñir a las normas

expuestas a continuación. Se recomienda el uso de la plantilla «**Plantilla Texto**» y «**Recomendaciones de estilo**». Ambos documentos se pueden descargar en la web de la revista.

- A. Título.** El título de los trabajos debe escribirse en castellano e inglés y debe ser explícito y preciso, reflejando sin lugar a equívocos su contenido. Si es necesario se puede añadir un subtítulo separado por un punto. Evitar el uso de fórmulas, abreviaturas o acrónimos.
- B. Datos de contacto.** Se debe incluir el nombre y 2 apellidos, la dirección, el correo electrónico, el organismo o centro de trabajo. Para una comunicación fluida entre la dirección de la revista y las personas responsables de los trabajos se debe indicar la dirección completa y número de teléfono de la persona de contacto.
- C. Resumen.** El resumen debe ser en castellano e inglés con una extensión máxima de 200 palabras. Se debe describir de forma concisa los objetivos de la investigación, la metodología empleada, los resultados más destacados y las principales conclusiones.
- D. Palabras clave.** Se deben incluir de 5-10 palabras clave en castellano e inglés que identifiquen el contenido del trabajo para su inclusión en índices y bases de datos nacionales e internacionales. Se debe evitar términos demasiado generales que no permitan limitar adecuadamente la búsqueda.
- E. Texto del artículo de investigación.** La redacción debe ser clara y concisa con la extensión máxima indicada en el apartado «Tipos de trabajo». Todas las siglas citadas deben ser aclaradas en su significado. Para la numeración de los apartados y subapartados del artículo se deben utilizar cifras arábigas (1. Título apartado; 1.1. Título apartado; 1.1.1. Título apartado). La utilización de unidades de medida debe seguir la normativa del Sistema Internacional.

El contenido de los **artículos de investigación** puede dividirse en los siguientes apartados:

- **Introducción:** informa del propósito del trabajo, la importancia de éste y el conocimiento actual del tema, citando las contribuciones más relevantes en la materia. No se debe incluir datos o conclusiones del trabajo.
- **Material y método:** explica cómo se llevó a cabo la investigación, qué material se empleó, qué criterios se utilizaron para elegir el objeto del estudio y qué pasos se siguieron. Se debe describir la metodología empleada, la instrumentación y sistemática, tamaño de la muestra, métodos estadísticos y su justificación. Debe presentarse de la forma más conveniente para que el lector comprenda el desarrollo de la investigación.

- **Resultados:** pueden exponerse mediante texto, tablas y figuras de forma breve y clara y una sola vez. Se debe resaltar las observaciones más importantes. Los resultados se deben expresar sin emitir juicios de valor ni sacar conclusiones.
- **Discusión:** en este apartado se compara el estudio realizado con otros que se hayan llevado a cabo sobre el tema, siempre y cuando sean comparables. No se debe repetir con detalle los datos o materiales ya comentados en otros apartados. Se pueden incluir recomendaciones y sugerencias para investigaciones futuras.
En algunas ocasiones se realiza un único apartado de resultados y discusión en el que al mismo tiempo que se presentan los resultados se va discutiendo, comentando o comparando con otros estudios.
- **Conclusiones:** puede realizarse una numeración de las conclusiones o una recapitulación breve del contenido del artículo, con las contribuciones más importantes y posibles aplicaciones. No se trata de aportar nuevas ideas que no aparecen en apartados anteriores, sino recopilar lo indicado en los apartados de resultados y discusión.
- **Agradecimientos:** se recomienda a los autores indicar de forma explícita la fuente de financiación de la investigación. También se debe agradecer la colaboración de personas que hayan contribuido de forma sustancial al estudio, pero que no lleguen a tener la calificación de autor.
- **Bibliografía:** debe reducirse a la indispensable que tenga relación directa con el trabajo y que sean recientes, preferentemente que no sean superiores a 10 años, salvo que tengan una relevancia histórica o que ese trabajo o el autor del mismo sean un referente en ese campo. Deben evitarse los comentarios extensos sobre las referencias mencionadas.
Para citar fuentes bibliográficas en el texto y para elaborar la lista de referencias se debe utilizar el formato APA (*American Psychological Association*). Se debe indicar el DOI (*Digital Object Identifier*) de cada referencia si lo tuviera. Utilizar como modelo el documento «**Como citar bibliografía**» incluido en la web de la revista. La exactitud de las referencias bibliográficas es responsabilidad del autor.
- **Currículum:** se debe incluir un breve Currículum de cada uno de los autores lo más relacionado con el artículo presentado y con una extensión máxima de 200 palabras.

En los **artículos de revisión e informes técnicos** se debe incluir título, datos de contacto, resumen y palabras claves, quedando el resto de apartados a

consideración de los autores.

F. Tablas, figuras y fotografías. Se deben incluir solo tablas y figuras que sean realmente útiles, claras y representativas. Se deben numerar correlativamente según la cita en el texto. Cada figura debe tener su pie explicativo, indicándose el lugar aproximado de colocación de las mismas. Las tablas y figuras se deben enviar en archivos aparte, a ser posible en fichero comprimido. Las fotografías deben enviarse en formato JPEG o TIFF, las gráficas en EPS o PDF y las tablas en Word, Excel u Open Office. Las fotografías y figuras deben ser diseñadas con una resolución mínima de 300 pixel por pulgada (ppp).

G. Fórmulas y expresiones matemáticas. Debe perseguirse la máxima claridad de escritura, procurando emplear las formas más reducidas o que ocupen menos espacio. En el texto se deben numerar entre corchetes. Utilizar editores de fórmulas o incluirlas como imagen.

4. Envío

Los trabajos originales se deben remitir preferentemente a través de la página web <http://www.mappinginteractivo.es> en el apartado «**Envío de artículos**», o mediante correo electrónico a info@mappinginteractivo.es. El formato de los archivos puede ser Microsoft Word u Open Office y las figuras vendrán numeradas en un archivo comprimido aparte.

Se debe enviar además una copia en formato PDF con las figuras, tablas y fórmulas insertadas en el lugar más idóneo.

5. Proceso editorial y aceptación

Los artículos recibidos serán sometidos al Consejo de Redacción mediante «**Revisión por pares doble ciego**» y siguiendo el protocolo establecido en el documento «**Modelo de revisión de evaluadores**» que se puede consultar en la web.

El resultado de la evaluación será comunicado a los autores manteniendo el anonimato del revisor. Los trabajos que sean revisados y considerados para su publicación previa modificación, deben ser devueltos en un plazo de 30 días naturales, tanto si se solicitan correcciones menores como mayores.

La dirección de la revista se reserva el derecho de aceptar o rechazar los artículos para su publicación, así como el introducir modificaciones de estilo comprometiéndose a respetar el contenido original.

Se entregará a todos los autores, dentro del territorio nacional, la revista en formato PDF mediante enlace descargable y 1 ejemplar en formato papel. A los autores de fuera de España se les enviará la revista completa en formato electrónico mediante enlace descargable.

Suscripción a la revista MAPPING

Subscriptions and orders

Datos del suscriptor / Customer details:

Nombre y Apellidos / Name and Surname: _____
Razón Social / Company or Institution name: _____ NIF-CIF / VAT Number: _____
Dirección / Street address: _____ CP / Postal Code: _____
Localidad / Town, City: _____ Provincia / Province: _____
País - Estado / Country - State: _____ Teléfono / Phone: _____
Móvil / Mobile: _____ Fax / Fax: _____
e-mail: _____ Fecha / Order date: ____/____/____

PAPEL

SUSCRIPCIÓN ANUAL / SUBSCRIPTION:

- España / Spain : 60€
- Europa / Europe: 90€
- Resto de Países / International: 120€

Precios de suscripción por año completo 2017 (6 números por año) Prices year 2017 (6 issues per year)

NÚMEROS SUELTOS / SEPARATE ISSUES:

- España / Spain : 15€
- Europa / Europe: 22€
- Resto de Países / International: 35€

Los anteriores precios incluyen el IVA. Solamente para España y países de la UE The above prices include TAX Only Spain and EU countries

DIGITAL

SUSCRIPCIÓN ANUAL / ANNUAL SUBSCRIPTION:

- Internacional / International : 25€

Precios de suscripción por año completo 2017 (6 números por año) en formato DIGITAL y enviado por correo electrónico / Prices year 2017 (6 issues per year)

NÚMEROS SUELTOS / SEPARATE ISSUES:

- Internacional / International : 8€

Los anteriores precios incluyen el IVA. Solamente para España y países de la UE The above prices include TAX Only Spain and EU countries

Forma de pago / Payment:

Transferencia a favor de eGeoMapping S.L. al número de cuenta CAIXABANK, S.A.:

2100-1578-31-0200249757

Bank transfer in favor of eGeoMapping S.L., with CAIXABANK, S.A.:

IBAN nº: ES83-2100-1578-3102-0024-9757 (SWIFT CODE: CAIXAESBXXX)

Distribución y venta / Distribution and sale:

Departamento de Publicaciones de eGeoMapping S.L.

C/ Linneo 37. 1ºB. Escalera central. 28005-Madrid

Tels: (+34) 91 006 72 23; (+34) 655 95 98 69

e-mail: info@mappinginteractivo.es

www.mappinginteractivo.es

Firma _____

CONTIGO TODO EL CAMINO



PLANIFICACIÓN > PROSPECCIÓN > DISEÑO > ORGANIZACIÓN > EJECUCIÓN > INSPECCIÓN

Sea cual sea el tipo de proyecto, el tamaño de su empresa o la aplicación específica, ponemos a su disposición una amplia gama de soluciones de medición y posicionamiento de precisión para satisfacer sus necesidades.

Descubra lo que otros profesionales como usted están logrando con la tecnología de Topcon.

topconpositioning.com/es-es/insights

MINISTERIO DE FOMENTO
INSTITUTO GEOGRÁFICO NACIONAL
CENTRO NACIONAL DE INFORMACIÓN GEOGRÁFICA

cartografía digital



Oficina central y comercialización:
General Ibáñez de Ibero, 3 • 28003 MADRID
Teléfono: +34 91 597 94 53 • Fax: +34 91 553 29 13
e-mail: consulta@cnig.es

CENTRO DE DESCARGAS DE DATOS

<http://centrodedescargas.cnig.es/CentroDescargas/index.jsp>

BASE CARTOGRÁFICA NUMÉRICA (BCN 1000, 50, 200, 25),

MAPA TOPOGRÁFICO NACIONAL (MTN50,25),

MODELO DIGITAL DEL TERRENO (MDT1000, 200, 25),

LÍNEAS LÍMITE, BASE DE DATOS DE POBLACIÓN, MAPA DE USOS DEL SUELO,
ATLAS NACIONAL DE ESPAÑA, CARTOGRAFÍA TEMÁTICA.