

# Un paseo por las nubes

## *A walk on the clouds*

Brigada Miguel Cruz Martos

REVISTA **MAPPING**  
Vol. 26, 185, 24-26  
septiembre-octubre 2017  
ISSN: 1131-9100

### Resumen

¿A quién no le gusta tener un mapa para poder orientarse cuando sale a dar un paseo por el campo?

En establecer ese servicio radica la labor encomendada al Negociado de Cartografía de Sistemas, en proporcionar todos los elementos necesarios para la navegación, tanto para su preparación como para el vuelo en sí mismo.

### Abstract

Who does not like to have a map to get their bearings when they go for a walk in the countryside?

In establishing this service lies the work entrusted to the Bureau of Systems Mapping, to provide all the necessary elements for navigation, both for its preparation and for the flight itself.

Palabras clave: Georreferenciación, DTED, posicionamiento, resolución, ejército.

Keywords: Georeferencing, DTED, positioning, resolution, army.

*Escala básica del Ejército del Aire*  
[xmcrumar@ea.mde.es](mailto:xmcrumar@ea.mde.es)

*Recepción 22/04/2017*  
*Aprobación 26/06/2017*

## 1. INTRODUCCIÓN

En el aire no hay señales de tráfico ni carteles informativos, y aunque no es estrictamente necesario, pues al igual que en el mar se puede viajar de un punto a otro tan solo con una brújula, la cartografía proporciona a los navegantes un elemento para posicionarse en el espacio, que les genera seguridad y elimina incertidumbres (No hay nada como saberse ubicado).

En un principio la cartografía usada era, y hoy en día aún sigue siendo, en papel. Un navegante (así se denomina a los tripulantes de un avión) llevaba en la cabina todas las cartas de cada una de las escalas de la zona que iba a sobrevolar, con el engorro que esto supone (imagínese que usted trabaja en una mesa y tiene que estar cambiando un mapa por otro para poder dibujar en este una ruta, pues piense cuando esto se tiene que hacer dentro de una cabina mientras se está pilotando).

Hoy en día la navegación se sigue basando en rumbos, radioayudas y actualmente en los distintos sistemas de posicionamiento global (GPS), pero ya todas las aeronaves modernas disponen de una pantalla en la que el navegante puede ver su posición en cada momento. Es por esto que se están abandonando las cartas en papel y se hace necesario que estas cartas estén disponibles en formato digital, ya sean escaneadas directamente del papel o generadas directamente en digital.

En este negociado no se genera la cartografía en sí misma, si no que se transforma para adaptarla a las distintas aeronaves de nuestros Ejércitos y Armada. El punto de partida es la cartografía en papel, de cualquiera de las escalas que se usan habitualmente para el vuelo, que va desde 1:250 000 hasta 1:5 000 000. La cartografía en papel es, en muchos casos, la única cartografía en lugares remotos del mundo, por lo que su reproducción a formato digital es aún una práctica habitual.

Para poderlas pasar a formato digital lo primero que se hace es escanearlas, con una separación entre puntos de 100 micras, que es la distancia que se estima que el ojo humano es capaz de discriminar (resolución espacial), y con una gama de colores que sea capaz de abarcar todos los tonos de la carta (profundidad del pixel), en este caso el número de colores viene dado como máximo por el número de bytes usados para su representación, con 1 byte (8 bits) podemos representar  $2^8=256$  colores, suficiente para la gran mayoría de las cartas, con 2 bytes (16 bits) usados convencionalmente para modelos del terreno podemos representar  $2^{16}=65\,536$  valores distintos ó 3 bytes (24 bits)  $2^{24}=16\,777\,216$  valores, que es lo que se usa habitualmente para escanear imágenes.

Pues bien, el escaneo que se realiza en el negociado es a 100 micras y 256 colores de manera generalizada, si bien en ciertas ocasiones, como escaneos de fotogramas, se usan mayores resoluciones tanto espaciales como espectrales. Este paso, con el avance del tiempo, se utiliza cada vez menos, pues casi toda la información ya está disponible en formato digital, con lo que la tarea se agiliza, y únicamente se tienen que reali-

zar las transformaciones para las distintas aplicaciones que se vayan a necesitar.

Una vez que disponemos de las cartas digitales, el paso siguiente es el de situar la carta en el espacio (georreferenciar), de manera que a cada pixel de la carta le corresponda una coordenada en el planeta. Esto se realiza situando en el mapa una serie de puntos de los cuales conocemos las coordenadas, el número de puntos a dar viene determinado por el estado del original, a saber si la carta escaneada esta arrugada, doblada o no tiene ningún pliegue.

De esta forma a mayores deformaciones mayor número de puntos, pues de lo que se trata es de «estirar» la carta para que se parezca lo más posible al estado en que se generó. No solo se tienen que asignar los puntos conocidos sino que se deben conocer otros parámetros como proyección y elipsoide, pues como es sabido las cartas, son una representación de la tierra y como tal tiene unas deformaciones inherentes del paso de una forma esférica a un plano dependiendo de factores como: el o los puntos de tangencia, el punto de vista, etc., y al igual que se usaron estos datos para generar la carta se tienen que volver a usar para realizar la función inversa, esto es, situar el mapa en el espacio.

Hoy en día cada vez se escanea menos debido a que la producción de cartografía es casi toda digital, y mediante convenios con otros países se pueden conseguir muchas de las cartas que se precisan de los distintos países en los que se está destacados o se realiza algún tipo de ejercicio. Aun así no se debe olvidar los planos en papel, pues la experiencia nos enseña que en situaciones de necesidad se puede conseguir cartas o datos de las fuentes más insospechadas. En una ocasión, una misión en el extranjero (Afganistan), lo único que cayó en nuestras manos fue una cartografía que ni estaba en la escala adecuada ni se entendía el idioma (cirílico), pero al ser lo único de lo que disponíamos no tuvimos por más que adaptarlo a nuestros sistemas.

Ya se está situado en el espacio, bueno, más bien en el terreno, y se viaja por el aire, esto significa que vendría también de gran ayuda el conocer la altitud del terreno y la altura de los distintos elementos que sobresalen de este como arboles, antenas o edificios característicos (conocido como obstáculos) que por su tamaño puedan interferir en las misiones, es lo que se conoce como modelo de elevaciones.

Por un lado se obtiene el modelo del terreno (MDT), por diferentes métodos como estereoscopia o imágenes radar principalmente, y por otro las alturas de los obstáculos que se consiguen aparte de por los métodos anteriormente citados también por medición directa en el campo.

En estos modelos del terreno también se tiene en cuenta la resolución, definiendo esta resolución como el espacio de terreno al que representa cada pixel, siendo las más comunes las que vienen dadas por el formato *Digital Terrain Elevation Data* (DTED) a saber DTED0 = 10" de arco, DTED1 = 3" de arco

y DTED2 = 1" de arco, en España serían aproximadamente 300, 90 y 30 metros respectivamente, es decir que tenemos el dato de una altura por cada área de 300\*300, 90\*90 ó 30\*30.

En la actualidad se dispone de modelos del terreno con una resolución inferior al metro. Estos datos, MDT y obstáculos, son actualizados en el sistema de manera diferente ya que como es de entender la geografía terrestre no varía de manera significativa a no ser que haya un terremoto o cualquier otra catástrofe natural que haga variar la orografía del terreno. No ocurre lo mismo con los obstáculos, sabemos que a diario derriban y construyen edificios, antenas, grúas, etc., los obstáculos son actualizados una vez al mes. La actualización del MDT se realiza a demanda, si la zona se ha visto afectada por algún desastre o se han mejorado la calidad de los datos.

A la hora de trabajar con estos datos tenemos que llegar a un compromiso entre la calidad de los datos y los medios de que se disponen, de esta manera podemos imaginar que a mejor calidad, mejor resolución espacial y espectral, los sistemas de armas que se van a encargar de tratarlos tendrán por necesidad que ser más potentes. Lo cierto es que los sistemas actuales al igual que ocurre con el resto de la sociedad, va evolucionando y mejorando con lo que los datos que usan son cada día más exactos.

Ya se dispone de la cartografía y el modelo del terreno en formatos digitales estándar para poder trabajar con ellos. Ahora bien, los distintos sistemas de armas tanto en tierra para la planificación de la misión como los montados en las diferentes aeronaves precisan de esta información de manera diferente y con diferentes características, que vienen dadas por las diferentes configuraciones de las naves como velocidad, techo de vuelo, uso (caza o transporte), alcance, etc.

En tierra los sistemas están montados en ordenadores potentes que son capaces de almacenar grandes cantidades de información y su manejo no es crítico, lo cual quiere decir que si el ordenador no responde o responde de manera lenta, se tiene tiempo de reacción para poder planificar la misión bien arreglando el problema en esa máquina como usando otra con el mismo *software*.

Sin embargo esto no puede ocurrir en el aire, pues en el mejor de los casos volaríamos sin la información y en el peor

podría ocurrir que la información suministrada afecte al resto de los componentes electrónicos de la aeronave, provocando graves incidencias en su correcto funcionamiento. Esto nos ocurrió en una misión en Líbano, una falta de entendimiento entre las especificaciones del avión y las de la cartografía enviada generó un mal funcionamiento del sistema provocando el mal menor. Es decir que hasta que no se solucionó la incidencia en tierra las aeronaves volaron sin la cartografía de la zona.

Es por esto que si bien los formatos utilizados para planificar la misión son de uso comercial, tanto militar como civil (*Compressed Arc Digital Raster Product (CADRG)*, *Arc Standart Raster Product (ASRP)*, Geotiff, DTED, Formato Raster Español (FRE)...), los formatos que van dentro de las diferentes aeronaves son más complejos y robustos y deben estar certificados por las empresas que lo proporcionan debido a que estos datos no deben interferir en el resto de sistemas.

El Ejército del Aire proporciona toda esta cartografía tanto a las unidades de caza, como de transporte del Ejército del Aire, del Ejército de Tierra (FAMET), Armada (ROTA), Ministerio de Defensa (UME), así como a la Policía Nacional. Es en función de las misiones y de las naves el que se de cartografía de distintas escalas y de distintos lugares, así para las unidades de caza las escalas más usadas son las *Enroute Charts* de Alta y Baja Cota, junto con la Escala 1:1 000 000 y 1:500 000, las unidades de transporte utilizan las anteriores y también la 1:250 000. En casos de zonas muy concretas hay también posibilidad de introducir dentro de las misiones otras escalas como 1:50 000 e incluso fotografías para un mejor reconocimiento de los objetivos finales.

Para todo esto se requiere de un *hardware* potente al igual que de programas específicos para cada ocasión, entre los más populares se dispone de Erdas, Global Mapper, Photoshop, Adobe, etc., a parte de otros que son de carácter específico y propios de cada sistema.

En la actualidad casi todas las aeronaves modernas, civiles y militares, disponen del equipamiento necesario para una mejor navegación, sintiéndose más cómodos y seguros al disponer de una referencia espacial en la que situarse. Aun así no se puede olvidar que es una ayuda más, y que los sistemas de navegación, tanto los de toda la vida (brújula, aerovías, radioayudas), como los más modernos (GPS), son insustituibles.



Figura 1. Vista 3D de cartografía asociada a un modelo del terreno

## Sobre el autor

### Brigada Miguel Cruz Martos

Brigada del Cuerpo General, Escala Básica del Ejército del Aire, es especialista en Cartografía e Imagen. Está destinado en el CECAF desde el año 1991.