

# Cómo y por dónde vuelan los aviones

JOSE ANTONIO RODRIGUEZ RODRIGO,  
*Controlador de la Circulación Aérea*

**M**ILES de pasajeros que diariamente utilizan como medio de transporte las líneas aéreas se habrán preguntado, más de una vez, de que medio o medios se valen las aeronaves para desplazarse de un lugar a otro con la aparente sencillez de una paloma mensajera.

Los menos, se habrán atrevido a consultar a la azafata o auxiliar de vuelo una explicación a este arcano, recibiendo en el mejor de los casos, una información ligera sobre el asunto en cuestión, no por falta de conocimientos de los encuestados, que los tienen bien amplios, sino por falta de tiempo disponible en vuelo, debido a la carga de trabajo que soportan en atender al pasaje en el corto espacio de tiempo que disponen entre vuelos. El resto de los pasajeros normalmente dejarán libre su imaginación y se conformarán con lo que esta les sugiere. Por último, los hay que no se preguntan nada y se limitan a llegar a su destino lo antes posible.

Una vez cayó en mis manos un pequeño panfleto explicativo, editado por la Aeronáutica Civil de cierto Estado, en el cual, con unas pocas palabras y muchos dibujos trataba de informar al usuario de los procedimientos y sistemas que utilizaban las aeronaves para sus desplazamientos. El intento era bueno, pero el contenido del librito era tan escaso y lleno de tecnicismos que solamente un experto en la materia podía captar el mensaje. Tropezaron con el mismo problema en el cual me encuentro inmerso: explicar una materia complicada y compleja de una forma llana y simple al alcance de todos los interesados. Si mi intento no da resultado, me queda la satisfacción de que no seré el último y otros vendrán que lo conseguirán.

## "CARRETERAS AEREAS"

Al igual que el conductor de un automóvil o camión dispone de las llamadas guías de carretera para desplazarse por la superficie terrestre y los marinos disponen de sus cartas de navegación marítimas para surcar los mares y llevar su barco al puerto de destino, los pilotos de las aeronaves utilizan sus cartas de "Carreteras aéreas", denominadas en el léxico aeronáutico Aerovías.

A primera vista se diría que el trazado de una aerovía no tiene complicación alguna, dado que cuando miramos al cielo no vemos obstáculos que impidan un trazado recto, desde el Aeropuerto de salida al de destino. Nada más lejos de la realidad.

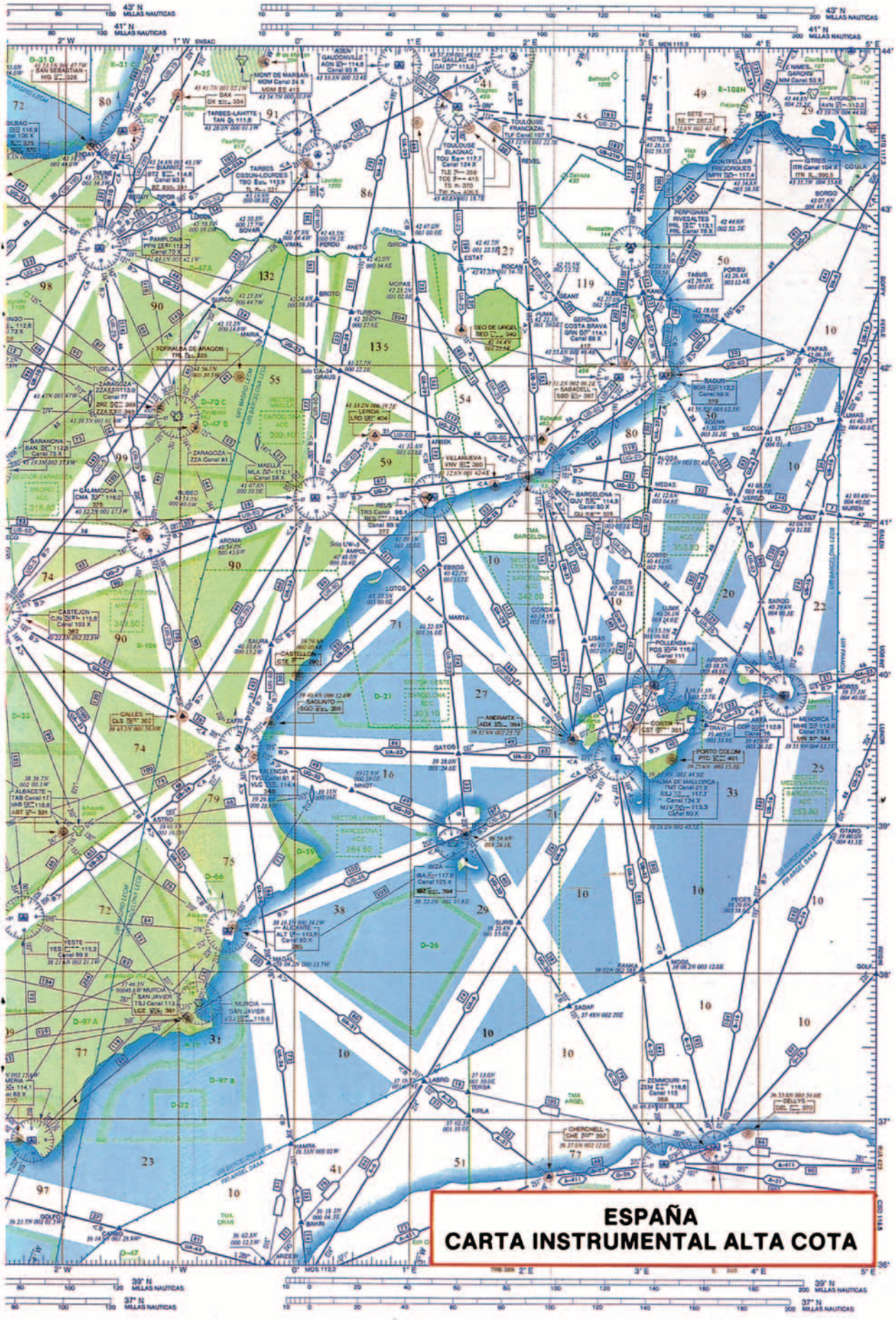
Cuando el experto en trazado de aerovías dispone a proyectar una de las "carreteras aéreas", en el mejor de los casos se puede encontrar que no existen obstáculos en el cielo que le impidan hacer el trazado más idóneo, en cuyo caso se limitará a trazar la recta que une el comienzo de la misma con el punto final, indica la distancia en millas náuticas, (una milla igual a 1.852 m.), y determina la altitud más baja utilizable en función de los obstáculos naturales (montañas, etc.) y no naturales (antenas, etc.), da un margen vertical de seguridad con los mencionados obstáculos (300 m. ó 600 m., este último si es terreno montañoso), determina la altitud más alta utilizable, determina el ancho que deberá tener la aerovía en función de la distancia entre los dos puntos, según los criterios establecidos por la Organización de Aviación Civil Internacional (O.A.C.I.) y el rumbo o rumbos magnéticos a seguir si es de doble sentido. Por descontado el trazado de esta aerovía viene impuesto primordialmente por el flujo de tránsito que la estadística nos ha proporcionado y que hace necesario esta nueva aerovía, al objeto de descongestionar otras ya trazadas. Cuando el experto en trazado de aerovías se encuentra con "obstáculos aéreos" (zonas restringidas al sobrevuelo de aeronaves, al objeto de proteger la avifauna; zonas restringidas aprobadas, debido a instalaciones de escuelas de vuelo militares o de entrenamiento de las fuerzas aéreas necesarias para garantizar la soberanía de un Estado, el trazado recto se rompe y un estudio más detallado se impone, al objeto de circunvalar dichos "obstáculos aéreos" y hacer compatibles ambas necesidades.

En el punto inicial de la aerovía y al final de la misma (algunas veces en un punto intermedio, si la distancia entre los dos puntos es muy larga), se instala una ayuda radioeléctrica, que además de servir para determinar el eje de la aerovía, servirá para que la aeronave por medio de sus instrumentos de a bordo sintonizados con la ayuda radioeléctrica de tierra le indique al piloto de mando, la guía positiva que deberá llevar para seguir el eje de la aerovía. Cuando el equipo de a bordo sintonizado le avisa que está llegando al alcance máximo de utilización de la primera ayuda radioeléctrica, es el momento de sintonizar la próxima (normalmente los equipos de a bordo están duplicados, al objeto de tener por anticipado sintonizada la próxima ayuda radioeléctrica a continuar utilizando). Cuando la aeronave pasa por la vertical de la ayuda radioeléctrica el equipo de a bordo le indica dicho paso y por lo tanto, su posición exacta en la carta de "carreteras aéreas", momento en el cual el piloto al mando inicia el giro para tomar la curva que interceptará una nueva "carretera aérea" si su destino así lo requiere o continuará de frente hasta la próxima ayuda radioeléctrica.

Al igual que las carreteras que componen la red vial de un país tienen una denominación que las identifica del resto, las "carreteras aéreas" se identifican entre sí por un color seguido de uno a tres dígitos hasta un máximo de 999 (roja - 10, verde - 7, azul - 19, etc.).

La mayoría de estas "carreteras aéreas" van a confluír en las denominadas áreas terminales, dentro de las cuales se encuentran los Aeropuertos que sirven a las grandes ciudades; otras, continúan su trazado o cruzan





**ESPAÑA**  
**CARTA INSTRUMENTAL ALTA COTA**

dichas áreas hacia otras áreas terminales, son las llamadas aerovías de sobre vuelo. Para ahorrarnos un esfuerzo de imaginación, comparemos estas áreas terminales con los gráficos que se incluyen en las guías de carreteras, los cuales nos muestran el perímetro de la ciudad que deseamos abandonar o arribar, con las autopistas principales de entrada, salida y circunvalación.

Cuando el piloto al mando se va aproximando por la aerovía al aeropuerto de destino, toma de su manual de cartas de navegación la correspondiente al área terminal y continúa su aproximación por la ruta de entrada establecida a su aeropuerto de destino hasta llegar a la ayuda radioeléctrica final, la cual está ubicada de la forma más idónea para efectuar la aproximación y aterrizaje al aeropuerto. Normalmente esta ayuda radioeléctrica está asociada a un sistema electrónico de aproximación final de precisión que le garantiza, en condiciones meteorológicas adversas, el realizar la toma final.

Toda esta última fase, desde la ayuda radioeléctrica de aproximación final al punto de contacto con la pista del Aeropuerto de destino, lo ha realizado el piloto al mando, de conformidad con la correspondiente carta de aproximación y aterrizaje, por instrumentos que previamente ha tomado de un manual de cartas al llegar a la ayuda final, dejando de utilizar la del procedimiento de entrada que le ha permitido llegar hasta la ayuda radioeléctrica de aproximación final.

Una vez en pista y al dejar esta vacante, tomará otra carta de procedimientos de rodaje, la cual le familiarizará con las calles de rodaje que deberá utilizar para proceder al área de aparcamiento.

El haber "empezado la casa por el tejado" (en este caso un tejado bastante alto, ya que el límite superior de una aerovía en el espacio aéreo español es de 46.000 pies, aproximadamente) ha sido intencionadamente y basado en la experiencia de los innumerables viajes que por necesidades de mi profesión debo realizar continuamente.

Como en mi caso no tengo ninguna pregunta que hacerme, ni nada que imaginar con respecto a cómo y por dónde vuelan las aeronaves, me dedico a observar el movimiento de pasajeros y la forma en que se desenvuelven en los terminales. La mayoría están "como pez en el agua" desde que cierran su billete, facturan el equipaje, atienden a la llamada de su vuelo, se deslizan por el "FINGER" y se dirigen, sin titubear, al número y letra correspondiente a su billete. Incluso en la maniobra que efectúa la aeronave de retroceso para iniciar el rodaje por la calle de rodaje correspondiente al punto de espera de la pista de despegue, se les nota, salvo algunas excepciones, que están completamente familiarizados con estos procedimientos previos a la iniciación del vuelo. Incluso cuando las azafatas o auxiliares de vuelo, cumpliendo normas de la Organización de Aviación Civil Internacional (O.A.C.I.), están dando los procedimientos de utilización de equipos de supervivencia en caso de ser necesarios, en vez de estar atentos a las instrucciones, sin ninguna mala fe debido a la rutina de sus continuos viajes, los hay que ya se han "ventilado" la mitad de un periódico. Todo termina cuando la aeronave, después del despegue, inicia el primer viraje, entonces comienzan las autopreguntas: ¿Por qué habremos despegado de otra pista?, ¿por qué vira siempre en el mismo sitio y a la misma altura si no ve un punto?, ¿cómo sabe este piloto que tenemos que virar ahora?, ¿por qué interrumpe la subida?, ¿por qué?, ¿por qué? ...

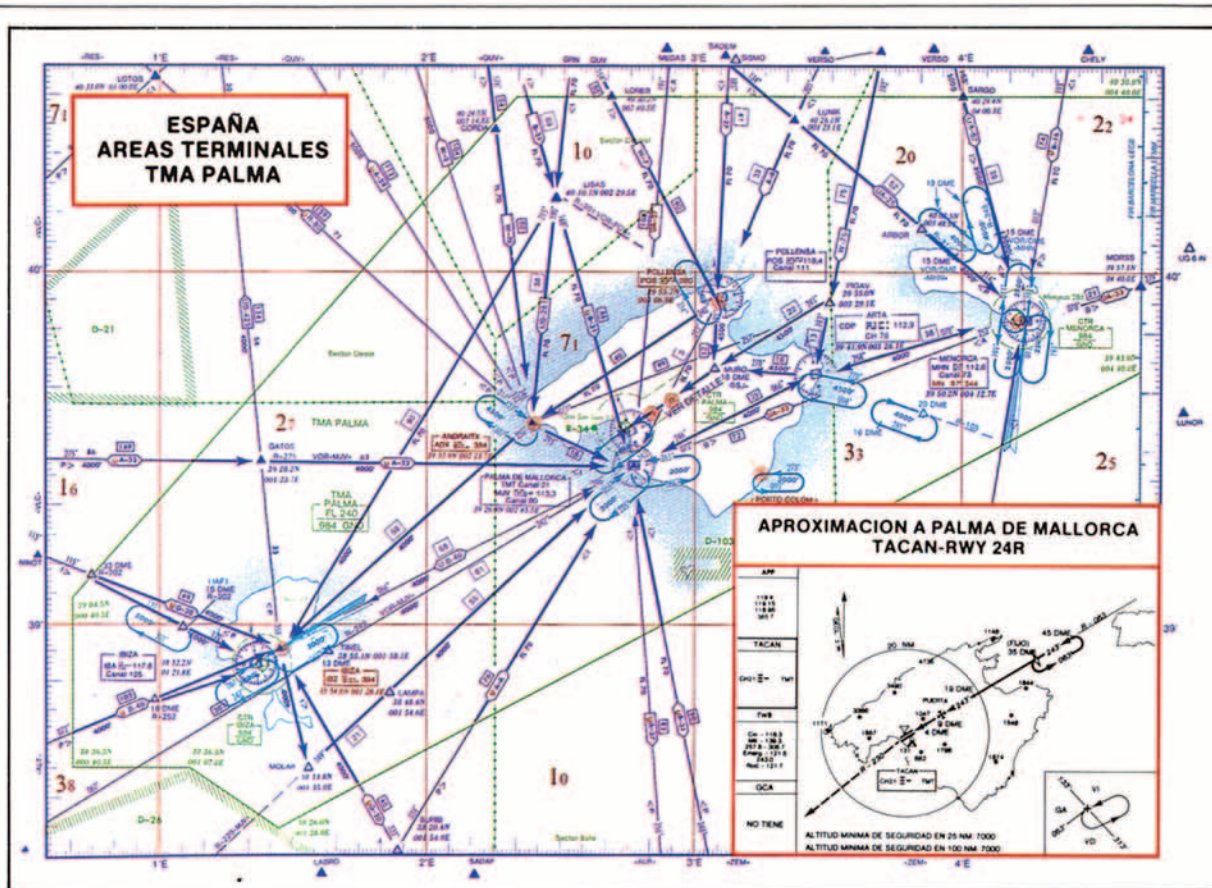
## AEROPUERTO DE SALIDA

Una vez que el piloto al mando ha obtenido del Servicio de Control de la Circulación Aérea, la correspondiente información sobre la demora para la salida, los datos necesarios para el despegue y el procedimiento de salida normalizado del área terminal perteneciente a su aeropuerto y habiendo sido autorizado para proceder al punto de espera de la pista en servicio, si no está familiarizado con los procedimientos de rodaje, tomará la carta correspondiente a los mismos y seguirá las instrucciones que por radio (VHF) le suministra el Control de Rodaje (ubicado en la Torre de Control). Al llegar al punto de espera, tomará la carta del área terminal para confirmar el procedimiento de salida a seguir, confirmado por el Servicio de Control. Antes del despegue, ya tendrá sintonizadas una o más ayudas radioeléctricas a utilizar inmediatamente después del despegue en su procedimiento de salida, que le permitirá abandonar el área terminal e incorporarse en la "carretera aérea" que le pondrá en ruta al aeropuerto de destino para lo cual, dejará la carta del área terminal y cogerá la correspondiente a las aerovías a volar. Lo más normal es que tenga que cambiar varias veces de aerovía si se trata de un vuelo de dos o tres horas. El método de volar y cambiar de aerovías ya fue explicado al principio al igual que la entrada en el área terminal y la aproximación y rodaje del aeropuerto de destino.

## NAVEGAR SOBRE EL ATLANTICO

Cuando la imposibilidad de ubicar ayudas radioeléctricas en tierra, al objeto de poder construir las aerovías y determinar la navegación a seguir y las posiciones de la aeronave, como es el caso del cruce del Atlántico, la técnica ha ideado un sistema eficaz y seguro para poder seguir una ruta oceánica que entronque donde terminan las denominadas aerovías. Por descontado, la referencia que utilizaba la aeronave con respecto a las radioayudas de tierra finaliza al abandonar el alcance de la última radioayuda; es en este momento cuando la aeronave inicia su denominada navegación autónoma, es decir, empleando sus propios sistemas de a bordo.

Los técnicos en construcción de aerovías confeccionan el trazado de las denominadas rutas oceánicas, que unen los continentes, formadas por puntos de longitud y latitud, asignando a cada una de ellas una letra que las distingue (A, B, C, etc) y las altitudes a que deben volar las aeronaves para cada ruta oceánica. Determinan el ancho que deberá existir entre rutas e incluso la velocidad que debe de mantener la aeronave. Normalmente, cuando la aeronave se encuentra en el aparcamiento, embarcando el pasaje o antes de esto, los Servicios de Tránsito Aéreo en contacto con los controles responsables de separar las aeronaves en estas rutas, ya le han asignado a la misma la ruta oceánica que le corresponde, al objeto de que la tripulación por medio de un equipo de navegación autónoma de a bordo, que en realidad es lo que podíamos llamar una microcomputadora, almacena en su memoria las coordenadas correspondientes a la ruta oceánica asignada y al mismo tiempo, calcula toda clase de datos que puedan ser de interés para el vuelo. El equipo más utilizado para este



tipo de navegación es el denominado SISTEMA INERCIAL DE NAVEGACION (INS), el cual proporciona continuamente a la tripulación la posición exacta en que se encuentra la aeronave en la ruta por medio de coordenadas geográficas.

En un futuro muy próximo el nuevo sistema de navegación a utilizar será el llamado SISTEMA GLOBAL DE POSICION (G.P.S.). Se trata de un sistema de navegación por satélites, cuyas aplicaciones incluyen la navegación por mar (los buques ya lo están utilizando), por aire e incluso sobre la superficie terrestre. Este sistema utiliza una "constelación" de satélites artificiales que continuamente están orbitando sobre la superficie terrestre. Básicamente la aeronave determinará su posición, utilizando tres de los satélites cuya distancia y posición es conocida por esta.

## COMO SE SEPARAN LAS AERONAVES EN VUELO

Los tres tipos de separación que utilizan los Servicios de Tránsito Aéreo para separar las aeronaves en vuelo son: separación lateral, longitudinal y vertical. En la separación lateral ambas aeronaves pueden llevar la misma altitud siempre y cuando el controlador, normalmente valiéndose de su pantalla de radar, mantenga la separación reglamentada lateral entre aeronaves. La separación longitudinal está basada en diferencia de distancias o tiempos entre ellas, siendo también el controlador el encargado de que estas distancias o tiempos se mantengan de conformidad con lo reglamentado y por último, la separación vertical. Este último tipo de separación entre aeronaves en vuelo se mantiene, empleando cada aeronave una altitud o nivel de vuelo diferente, existiendo como mínimo entre ellas 300 metros ó 600 metros de separación, según vuelen por el denominado espacio aéreo inferior o por el superior correspondiente a la división que en sentido vertical se efectúa del espacio de responsabilidad asignado a cada Estado para su control por los Servicios de Tránsito Aéreo. El espacio aéreo inferior llega normalmente hasta 24.500 pies y por debajo de este límite es donde vuelan las aeronaves de hélice. Desde la altitud anteriormente citada hasta 46.000 pies es la utilizada por las aeronaves a reacción principalmente por motivos de ahorro de combustible. Esta división corresponde al espacio aéreo de responsabilidad española, ya que cada Estado fija su propia división.

Desde luego, estoy conforme con todos aquellos que opinen que desde el principio hasta el final de este artículo la parte técnica brilla por su ausencia, pero ya dije al principio del mismo, que mi intento va dirigido a explicar a los no iniciados, de la forma más sencilla y sin ningún tecnicismo, la materia más apasionante y compleja a la que he dedicado hasta la fecha la mayor parte de mi tiempo libre en escribir libros técnicos cuyos miles de ejemplares han servido y sirven a los pilotos para que mis desplazamientos y el del resto de pasajeros sea más cómodo y seguro. ■