



## Las perturbaciones atmosféricas y el tráfico aéreo español

Por JOSÉ M.<sup>a</sup> ANSALDO

*El autor presenta un estudio interesante de una ruta fija. No hace uso para la resolución del problema de ciertos medios modernos de navegación que permiten enfocar la protección del vuelo de otro modo que "canalizándolo". Pero sin más pretensiones que señalar aspectos particulares de un problema de indudable interés, el estudio aporta consideraciones útiles y elementos de juicio desde el punto de vista del usuario, al fin y al cabo la razón última.*

La posibilidad del vuelo por medio de instrumentos abrió un amplio horizonte a la navegación aérea comercial. Merced a ellos se aseguraba la posición correcta del avión sin necesidad de observación directa de un punto relativamente fijo, tanto que estuviese situado sobre la corteza terrestre (el propio terreno), o bien flotando en la atmósfera (horizonte de nubes), o bien inmóvil o desplazándose lentamente en el firmamento (sol y estrellas). Los instrumentos de navegación a que venimos refiriéndonos pueden clasificarse en la siguiente forma: de acción directa (horizonte, direccional giroscópico y nivel de bolita) y de acción indirecta (variómetro y anemómetro). Son suficientes para asegurar la estabilidad de la aeronave, al propio tiempo que los gonios y radiofaros la guían, señalan el rumbo a seguir para alcanzar el aerodromo de destino, una vez sobre el cual, por el sistema Z. Z., por radiofaro y radiobalizas (sistema Bake), o más modernamente, utilizando la radio guía de rampa de planeo, se procede al aterrizaje. El adelanto con ello logrado es realmente formidable, y parecía asegurada la regularidad de los servicios y la desaparición de todo accidente. Sin embargo, éstos se presentaron con cierta frecuencia, y, ¡cosa extraña!, no tenían lugar normalmente en las maniobras de despegue y aterrizaje, que a pesar de la gran

precisión que exigen, se ejecutaban a poco con relativa seguridad. ¡Por lo visto el peligro no se encontraba allí, estaba en plena ruta! Una vez más fallaron los cálculos. Los que aseguraron a los pilotos que dominado el aterrizaje Z. Z. podían emprender el vuelo con cualquier situación meteorológica, se equivocaron; esta equivocación trajo como consecuencia numerosas pérdidas de vidas humanas. Los accidentes ocurrieron en todas las naciones; algunos pilotos salieron con vida y pudieron explicar lo que había sucedido; otros se llevaron el secreto al otro mundo. Se llegó a la consecuencia de que el vuelo dentro de las nubes presentaba ciertas dificultades, y al estudio de ellas en nuestro actual sector aéreo dedicamos este artículo.

Conviene que aclaremos una cuestión previa. Siempre que hablamos de mal tiempo nos referimos al reinante en días de abundante nubosidad, debida a la existencia de un intenso sistema depresionario. La niebla no nos interesa; es su origen la proximidad del suelo, y por tanto, su espesor relativamente pequeño, por lo que en pocos minutos puede atravesarse, haciendo el viaje sobre ella sin la menor dificultad. Únicamente al aterrizar tratará de estorbarnos, pero ello no representa hoy día dificultad insuperable.

**EL VUELO A GRAN ALTURA SIGNIFICA SEGURIDAD, "CONFORT" Y ECONOMIA. ¿ES SIEMPRE POSIBLE VOLAR SOBRE LAS NUBES?**

Antes de contestar a esta pregunta examinemos los gráficos 1 y 2 (1), que representan una proyección horizontal y un corte vertical de un sistema nuboso depresionario. Tres zonas importantes se destacan: cabeza, cuerpo y cola. La longitud del eje de la capa de nubes es del orden de 700 kilómetros, abarcando, posiblemente, gran parte de la Península Ibérica, con lo que la probabilidad de rodearlo queda descartada. Supongamos que el vuelo se realiza a lo largo del corte vertical A. Puede observarse que en la primera zona, o sea en la cabeza del sistema, no existen dificultades, ya que el techo es suficientemente alto. Al llegar al cuerpo es preciso elevarse a los 4.000 metros, lo que aún es factible; pero de seguir avanzando en la misma dirección, aparece una alta muralla de unos 9.000 metros, obstáculo hoy día infranqueable. El corte B se presenta algo más favorable; pero la altura máxima llega a 8.000 metros, lo que es también inaccesible, al menos llevando pasajeros sin cabina estanca. La práctica confirma este estudio, y la pregunta con que iniciamos este párrafo debe ser contestada negativamente. **NO ES SIEMPRE POSIBLE VOLAR SOBRE LA MASA DE NUBES.**

Aclarada esta cuestión previa y hechos a la idea de volar dentro de la perturbación, llega el momento de estudiar la altura más favorable para el vuelo. ¿Es que todas las alturas son igualmente peligrosas? Para sa-

(1) Las figuras no son mera suposición del autor. Representan, por el contrario, el resultado de numerosos estudios del Office Meteorologique de Francia, relativos a una depresión típica, y están de acuerdo con el Servicio Meteorológico Nacional.—N. DE LA R.

berlo será preciso conocer en qué consisten estos peligros, y paso a enumerarlos por orden de importancia: 1.º Formación de hielo. 2.º Turbulencias. 3.º Fenómenos eléctricos (granizo y descargas). 4.º Pérdida de comunicación con tierra.

Sobre el primer punto se tienen informes muy completos, ya que el hielo no rompe el avión, limitándose a entorpecer su vuelo hasta obligarle a aterrizar, quedando la mayor parte de las veces supervivientes que informan ampliamente.

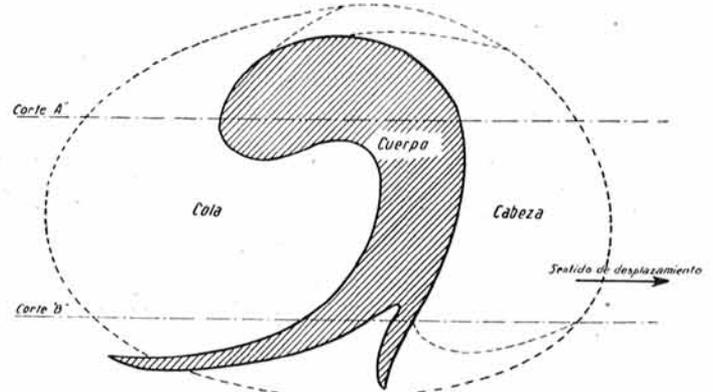
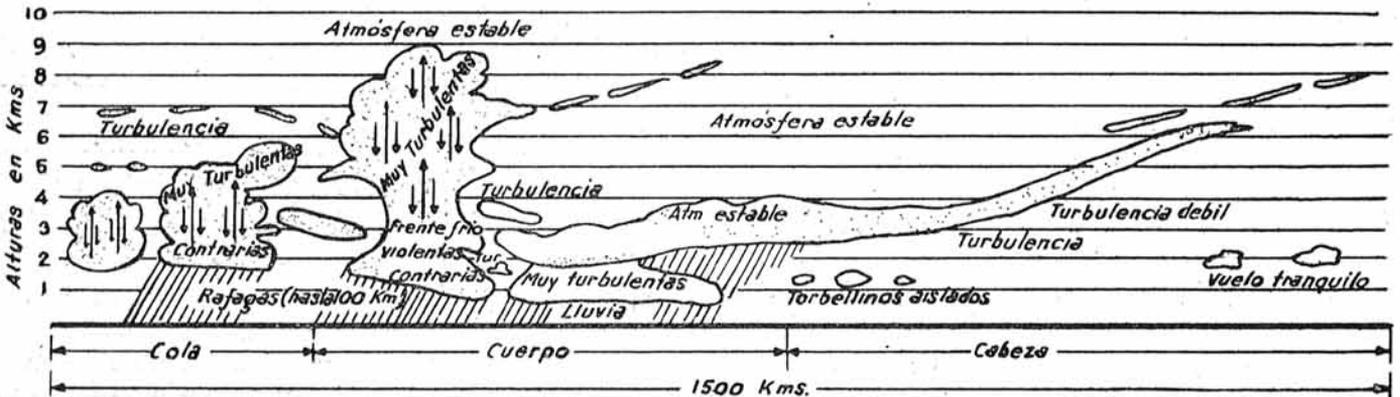


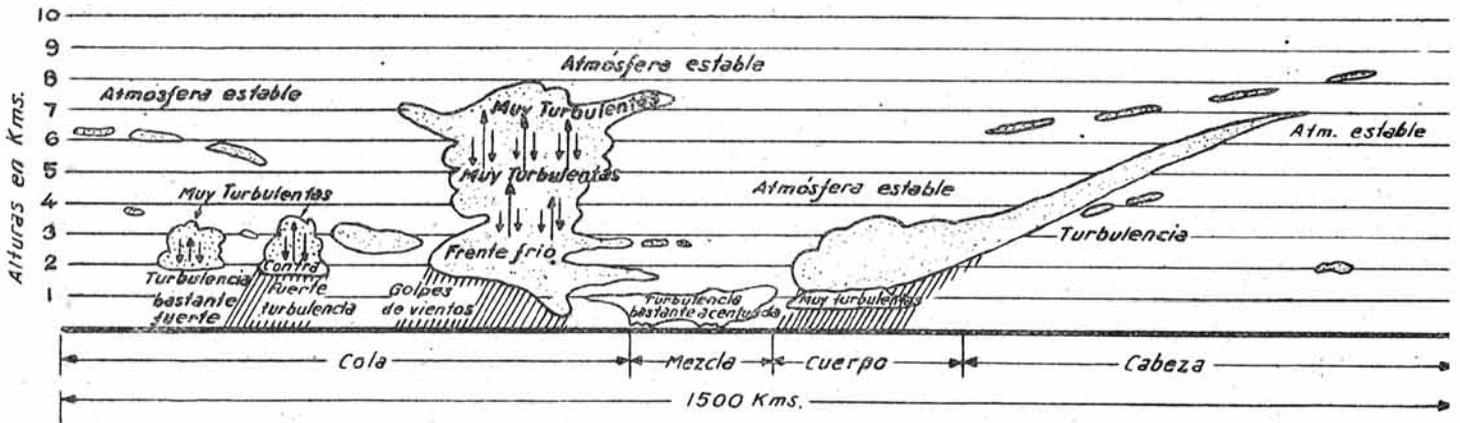
FIG. 1

No ocurre lo mismo, por desgracia, respecto a los accidentes que haya podido ocasionar un granizo de tal tamaño que pueda destrozar un órgano esencial del avión y traer como consecuencia una catástrofe sin ningún superviviente. Lo mismo puede ocurrir por una corriente vertical que rompa el aparato, o una descarga eléctrica que lo incendie.

No es objeto de este artículo estudiar la formación de hielo, pero sí tratar de averiguar la altura más favorable de vuelo.

FIG. 2  
CORTE A





Corte "B"

Fig. 3

**¿A QUE TEMPERATURA PUEDE FORMARSE HIELO EN CANTIDAD PELIGROSA?**

No creo estén en lo cierto los que opinan que el hielo puede formarse a algunos grados sobre 0° C. Causa a veces tal opinión el hecho de que el piloto de un avión que vuela dentro de una capa húmeda sobrefundida de 0° C. de temperatura, al observar la formación de hielo consulta la temperatura exterior, pudiendo comprobar que es ligeramente superior a 0°. Pero esta indicación del termómetro a distancia es falsa, ya que al comenzar a depositarse el hielo sobre los planos, también se depositará sobre el PAR del termómetro, y al existir un desprendimiento de calor por el paso de las gotitas de agua del estado líquido al sólido, este desprendimiento aumenta algo la temperatura del PAR, aumento que es acusado por el termómetro a distancia, siendo, por tanto, la temperatura indicada superior a la de la atmósfera.

Tampoco parece causa grave la que señala la teoría de que aunque la temperatura ambiente esté sobre 0° C. pueda la del avión ser algo inferior por haber volado momentos antes en una atmósfera más fría, y como consecuencia, al tocar las gotas de agua con el aparato, queden inmediatamente solidificadas. Este fenómeno, de ocurrir, ha de ser de cortísima duración: 1.º Porque la solidificación del agua lleva consigo un aumento de temperatura, que restablecería el equilibrio entre la del avión y la de la atmósfera. 2.º Porque dada la gran superficie del aparato en contacto con el aire, también ha de llegar casi instantáneamente el equilibrio térmico.

Descartadas estas posibilidades, no quedan más temperaturas peligrosas que las comprendidas entre 0 y -20°, siendo, probablemente, el punto culminante -6°. Cuesta trabajo creer que a -20° pueda existir agua en

estado líquido. ¿Cuál será la causa que retrasa la solidificación hasta tan bajos límites? Según la Física, seis son los motivos que pueden contribuir a ello, a saber:

- 1.º Una absoluta quietud.
- 2.º Una excesiva movilidad (cascada de agua).
- 3.º Falta de contacto con cuerpos sólidos.
- 4.º Ausencia absoluta de aire.
- 5.º Disolución o mezcla de cuerpos extraños.
- 6.º Forma especial del recipiente que dificulte la cristalización (tubo de poco diámetro). Admirable previsión del Creador para evitar se hiele la savia en los vasos de las plantas.

Defretz y Dufour logran agua líquida hasta -20°, suprimiendo todo contacto con un cuerpo sólido o dentro de tubos de termómetro en la más completa inmovilidad. Sin embargo, este resultado de laboratorio no puede admitirse como fácil en la atmósfera real.

Sea debido a una u otra causa, lo cierto es que hasta -20° C. se ha dado el fenómeno de formación de hielo de alguna importancia, inclusive en las hélices. Y debe, pues, considerarse como temperatura aún peligrosa.

Tratar de escapar de la zona peligrosa elevándose hasta una altura donde la temperatura sea inferior a -20°, no es en España solución viable en la mayor parte de los casos, ya que normalmente habrá que pasar de los 3.000 metros, empleando en llegar a esta altura mucho más tiempo que el necesario para que la formación de hielo imposibilite el vuelo del avión. Desechada, pues, esta solución de vuelo a gran altura, hay que estudiar si volando bajo es posible encontrar un ambiente más favorable.

En la zona de nuestra Península a la que nos referimos (sector aéreo de las líneas de la Compañía Iberia,

entre Madrid y Lisboa), las grandes organizaciones de nubes se presentan la mayor parte de las veces con viento de componentes S. y W. de procedencia marítima. Estas masas húmedas sufren un fuerte descenso de temperatura al elevarse, bien por causas orográficas, bien por chocar con una masa de aire frío y remontar sobre ella (2); este descenso de temperatura disminuye la capacidad higrométrica, originando las nubes y las precipitaciones.

La procedencia marítima y la latitud de la Península Ibérica garantizan temperaturas relativamente benignas, y ello queda comprobado por la práctica (3).

Publicamos a continuación un resumen de los datos meteorológicos del Servicio Meteorológico Nacional que en este caso nos interesan, referentes a ciento veinticinco días de los meses peores de los años 1940, 1941 y 1942 (diciembre, enero y febrero) (4). Figuran únicamente aquellos días en que el hielo puede formarse por debajo de 1.600 metros de altura sobre el nivel del mar. De su examen se deduce:

1.º Que durante esa fría época del año el 0° se encuentra el 50 por 100 de los días por debajo de los 1.600 metros.

2.º Que sólo pocos días la falta de visibilidad y abundante nubosidad (no niebla) obligan al avión a volar dentro de la masa sobrefundida, y por tanto, a correr el riesgo de la formación de hielo (5).

3.º Que de estos días difíciles, en cinco el viento soplaba del primer cuadrante. ¡Atención, por tanto, al viento del Nordeste! Se trata, por lo visto, de una corriente fría que penetra en cuña por debajo de una masa de aire más templada. Afortunadamente, la falta de visibilidad en estas ocasiones no abarca toda la extensión de las rutas de Lisboa y Sevilla, limitándose la zona verdaderamente peligrosa a los trayectos Madrid-Valencia, Madrid-Barcelona, principalmente esta última, en que es preciso volar a 1.800 metros en el trozo de más nubosidad del trayecto (río Tajo, Molina de Aragón).

**COMO CONSECUENCIA PRACTICA DEL RESUMEN METEOROLOGICO EXPUESTO, PUEDE AFIRMARSE QUE AUN DURANTE LOS TRES PEORES MESES DEL AÑO, EN LA PARTE DE LA PENINSULA IBERICA A QUE NOS REFERIMOS, EL PELIGRO DE LA FORMACION DE HIELO QUEDA EL 96 POR 100 DE LAS VECES ELIMINADO VOLANDO A MENOS DE 1.600 METROS DE ALTURA SOBRE EL NIVEL DEL MAR.**

(2) El autor se refiere solamente al paso de un frente caliente.

(3) A continuación del frente caliente avanza un frente frío, pero la temperatura no desciende exageradamente para el propósito del autor, referente a la formación de hielo.

(4) Se ha introducido la corrección de variación diurna en la temperatura, ya que ésta está tomada a las siete horas, y se supone que el vuelo se efectúa de once a dieciséis horas.

(5) El dato sólo es válido hasta 1.600 metros de altura por haberse elegido así el cuadro.—N. DE LA R.

## TURBULENCIAS

¿Hasta qué punto son peligrosas las corrientes ascendentes con que chocan las alas del avión en los días tempestuosos? ¿Pueden romper algún órgano importante del aparato? ¿Pueden hacerle ingobernable? Desde luego cabe afirmar que se han roto aparatos en vuelo a causa de un aumento de sustentación originado por una corriente ascendente.

Del examen de la polar del ala de un avión moderno se deduce fácilmente que el avión que volando, por ejemplo, con una pequeña carga alar del orden de 90 kilogramos por metro cuadrado y a 300 kilómetros por hora, con un pequeño ángulo de ataque sobre su trayectoria horizontal, al entrar en una zona de componente vertical de 10 metros por segundo sufre un instantáneo aumento de esfuerzo de más de cinco, y como el cálculo del ala está hecho a base de resistir únicamente hasta un esfuerzo cinco veces superior al normal, es, desde luego, posible la rotura de este órgano esencial del aparato. Afortunadamente, el riesgo queda reducidísimo o eliminado si el piloto disminuye la velocidad de su avión, aumentando el ángulo de ataque (puesto que se ha de obtener una misma sustentación con una velocidad más pequeña), pues al entrar en una corriente ascendente, con el nuevo aumento de incidencia que esto representa, el nuevo esfuerzo será mucho más pequeño que en el caso anterior, y puede incluso ocurrir que no haya aumento alguno, sino una fuerte disminución en la sustentación, o sea la pérdida de velocidad de todos conocida, originada por sobrepasar el máximo ángulo de ataque permitido.

No quiere esto decir que los aviones lentos ofrecen mayor seguridad para resistir los meneos que los rápidos; es preciso fijarse bien en que no nos referimos a una velocidad absoluta, sino únicamente a una velocidad comparada con la velocidad mínima de sustentación del avión (6).

Por tanto, acercándose a la velocidad mínima del aparato, la probabilidad de que éste se rompa en un meo queda prácticamente eliminada.

Sin embargo, los fuertes remolinos, sucediéndose continuamente en pleno vuelo sin visibilidad, pueden llegar a poner en peligro la estabilidad del aparato, aunque no lleguen a averiarlo.

El Cumulonimbus: he aquí la potente nube siempre asociada a las corrientes verticales, con la agravante de hacer acto de presencia en las situaciones más difíciles, como son el cuerpo de la perturbación y las tormentas. Nube de desarrollo vertical, alcanza inmensa altura, que imposibilita el sobrevolarla, siendo su zona más activa la parte superior, donde tiene lugar a veces la formación de granizo, que, como sabemos, es debido a una fuerte corriente ascendente que arrastra pequeñas gotas de agua sobrefundidas hasta hacerlas chocar en la cúspide de la nube con pequeñas agujas de hielo;

(6) Las normas modernas exigen calcular un avión teniendo en cuenta ráfagas verticales de 10 m/s.—N. DE LA R.

choque que trae como consecuencia su inmediata solidificación (el mismo fenómeno que la formación de hielo sobre las alas), y al aumentar de tamaño, y por tanto de peso, sin hacerlo en la misma proporción de superficie (puesto que ésta lo verifica sólo en razón directa del cuadrado del radio y aquél al cubo), emprende la trayectoria descendente, sirviendo de base de solidificación a nuevas partículas de agua, que agrandan continuamente su tamaño. De ello se deduce que el peso del granizo está en razón directa de la velocidad de la corriente ascendente, y como consecuencia, que en las tormentas de verano, en que llegan al suelo granizos del tamaño de un huevo, existen las más fuertes corrientes verticales.

Puesto en claro que nada se adelantará para evitar los fuertes meneos con ganar altura (7), pasemos a examinar si el vuelo bajo puede ser ventajoso. Efectivamente, así lo es SI SE TRATA DE UN TERRENO RELATIVAMENTE LLANO, ya que él sirve de amortiguador al choque de las corrientes verticales. Todos los pilotos conocen la providencial circunstancia que hace factible el aterrizaje normal de los aviones en los días de fuertes meneos; las oscilaciones verticales del avión, que a relativa altura son del orden de cinco metros por segundo, pierden intensidad en las proximidades del terreno, haciendo posible el suave contacto del avión con el mismo. Este no es exactamente el caso a que nos referimos, ya que esta disminución tan notable en los remolinos se aprecia únicamente a escasísimos metros del suelo (del orden de 10 a 15 metros), y nosotros volamos a mucha mayor altura, en que la marcha del avión es dura por estar sometido a las corrientes de origen orográfico; pero las peligrosas oscilaciones debidas a la perturbación meteorológica quedan notablemente frenadas con la relativa proximidad del terreno.

En cambio, téngase muy en cuenta que sobre un terreno sumamente accidentado y de alta cota (caso de una encrespada cordillera), el vuelo a escasa altura no trae ventaja alguna, sino gravísimos inconvenientes, puesto que sumadas las fuertes perturbaciones que a esta altura sufre la atmósfera con las originadas por un fuerte viento al chocar contra las inclinadas laderas, se organiza un verdadero caos en la masa de la atmósfera que puede hacer completamente ingobernable el avión. Este es el caso del vuelo a escasa altura, en algunas ocasiones, sobre los Pirineos, desembocadura del Ebro, Sierra de Gredos y algunas otras cordilleras.

## GRANIZO

El granizo tiene su formación a inmensa altura, y como consecuencia NADA SE CONSEGUIRÁ SU-

(7) Se advierte que el razonamiento no es completo. La turbulencia cesa en el techo de la nube Cu., Esta puede tener gran altura, pero con mucha frecuencia no la tiene y se puede sobrevolar. Los sondeos térmicos de la atmósfera son el medio de precisarlo.—N. DE LA R.

BIENDO MUCHO PARA ESQUIVARLO. En cuanto a la actuación perturbadora sobre la marcha del avión, no tengo ningún dato concreto que ofrecer a los lectores; pero el vuelo de un aparato a más de 200 kilómetros por hora, dentro de una nube de granizo del tamaño de un huevo de gallina que le golpea furiosamente en sus órganos esenciales, mandos y hélices, no tiene nada de confortable, y es muy posible que ésta sea la causa de la caída de algunos aviones durante los meses de verano sin explicación aparente. Naturalmente que estas terribles tormentas se presentan en raras ocasiones y son facilísimas de localizar, tanto por su aspecto amenazador como por la gran cantidad de chispas eléctricas, y por tanto, de atmosféricas de que son acompañadas. Jamás el piloto debe intentar atravesarlas ni sobrevolarlas.

## DESCARGAS ELECTRICAS

Es indudable que se han incendiado algunos aviones en pleno vuelo a causa de una descarga eléctrica. En los primeros tiempos de la Aviación se pensaba que el rayo no podía caer en el avión por no ser atraído por éste, ya que permanecía aislado en el aire y por tanto no facilitaba el paso de la descarga eléctrica entre la nube y la tierra. Únicamente en el caso improbableísimo de que el aparato atravesara la trayectoria de una descarga eléctrica en el propio momento que se producía, podía ser alcanzado por ella. Más adelante, y con la aparición de la antena colgante, se presentaron numerosos casos de descargas en pleno vuelo (casi todas ellas sin consecuencia), lo que se explica porque la antena colgante representa un apreciable acortamiento entre la distancia que separa dos nubes cargadas con diferente potencial eléctrico entre las cuales vuela el avión, y es natural que la electricidad aproveche este puente para restablecer el equilibrio. Existiendo las nubes cargadas de electricidad a todas las alturas (hasta 9.000 metros), NADA SE CONSIGUE CON VOLAR MUY ALTO PARA HUIR DE LOS FENOMENOS ELECTRICOS.

Publicamos a continuación el informe de la Sección de Tráfico de la Compañía "Iberia" sobre un rayo caído en uno de sus aviones:

"El día 17 de abril de 1942, en viaje regular de Madrid a Sevilla, línea 1.201, con 19 pasajeros a bordo, entre ellos el Teniente coronel Sr. Bono, Director general de Aviación Civil, y tres tripulantes. Poco después de pasar el río Tajo fué preciso introducirse dentro de la capa de nubes, ganando altura hasta alcanzar la de 1.600 metros. A través de un pequeño claro pudieron verse los montes de Toledo, de cuyas cimas nos separaban únicamente 200 metros. Continuamos el vuelo sin visibilidad, y a los pocos minutos comenzó una violenta granizada y fuertes meneos; al observar el piloto los primeros granizos ordenó al radio que recogiese la antena colgante, por sospechar que el granizo podía ir acompañado de descargas eléctricas. Una vez recogidos los primeros 40 metros, quedando, por tanto, colgantes otros 30, se observó una vivísima luz encima del avión, acompañada esta exhalación de un fortísimo trueno sin

intervalo alguno de tiempo, al mismo tiempo que dentro de la cabina se notaba un resplandor que, al parecer, salía de la instalación del receptor del gonio. El avión siguió volando normalmente sin experimentar la menor conmoción, no notándose más rastro del paso de la descarga eléctrica que la inutilización absoluta de las dos brújulas superiores y del receptor gonio.

Revisado el avión se observaron los siguientes defectos: El soporte metálico del parabrisas se encontraba fuertemente imantado, y ésta era la causa de la inutilización absoluta de las dos brújulas superiores, ya que examinadas fuera del avión no acusaban ningún defecto. Se fundieron los contactos del receptor gonio, quemándose las bobinas de entrada, desapareciendo en absoluto las conexiones fundidas."

La reconstitución del hecho es probablemente la siguiente:

No puede decirse que se trata de un desequilibrio de potencial entre una nube en contacto con la antena y la masa del avión, porque en ese caso la descarga eléctrica exterior que se observó no hubiera sido posible, ya que de haber existido hubiera ocurrido en la extremidad de la antena colgante; por otra parte, la capacidad eléctrica de la antena fija es tan insignificante, que al descargarse no hubiera podido dar lugar a los desperfectos observados en el gonio.

Se trata, por tanto, de una descarga entre dos nubes cargadas con diferente potencial eléctrico, a través del avión, antena fija y antena colgante. La fuerte exhalación eléctrica que se observó fué un verdadero rayo, por medio del cual y de los elementos del avión se pusieron en contacto las nubes A y B. La parte principal de la descarga pasó a través de la masa del aparato, saltó por el pararrayos de la antena colgante y continuó por ésta hasta la otra nube. Una pequeña derivación de la misma descarga utilizó la antena fija, y después de pasar por el receptor gonio (a pesar de la resistencia de la bobina al paso de una corriente de altísima frecuencia) llegó a masa, y por el mismo camino que la corriente principal estableció el equilibrio eléctrico (véase figura 4).

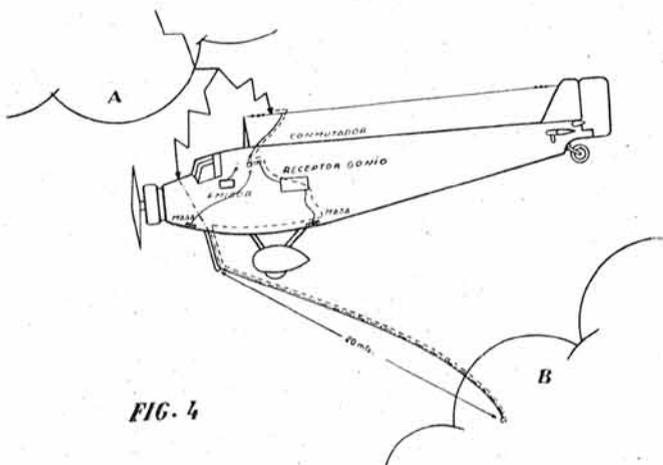


FIG. 4

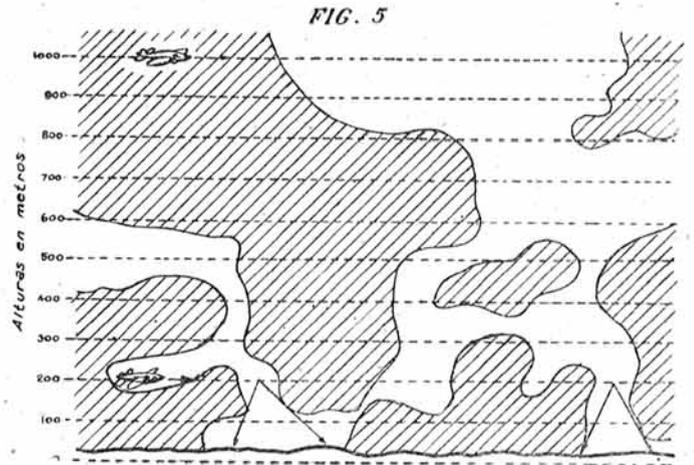


FIG. 5

### PERDIDA DE COMUNICACION CON TIERRA

Supongamos a un avión con la radio averiada, volando a gran altura dentro de las nubes en el seno de una extensa perturbación atmosférica. Desde luego su situación es bastante crítica, ya que privado de su único medio de orientación y con un radio de acción limitado, irremisiblemente ha de verse precisado a perforar sin la menor idea del punto que lo hace. De no encontrar un claro providencial, la angustia del piloto aumentará constantemente al acercarse el momento en que por falta de combustible sea preciso establecer contacto con el suelo. En cambio, si el aparato vuela a escasa altura, el caso se presenta mucho más favorablemente. Véase la figura 5; en ella se observa que la capa de nubes en contacto con el terreno no es una superficie uniforme (siempre que no se trate de niebla), sino que, por el contrario, está sembrada de numerosas oquedades, como si se tratase de una gigantesca esponja apoyada en el terreno por sus puntos más salientes; el avión no volará continuamente a ciegas, pues frecuentemente atravesará uno de estos vacíos que le permitirán orientarse y, en último caso, intentar el aterrizaje (8).

**EL VUELO A GRAN ALTURA NO PRESENTA VENTAJA**, a no ser que se trate de una perturbación de área muy limitada y se tenga la seguridad de poder salir de ella antes de terminarse la gasolina (9).

El perder el contacto definitivo con el terreno es algo muy serio, que debe evitarse siempre que sea posible.

Téngase en cuenta que sin llegar a la avería en el transmisor o en el receptor de a bordo, la falta de comu-

(8) El autor no considera la complicación de una zona montañosa con nubes bajas.—N. DE LA R. \*

(9) Debe entenderse que el autor se refiere al vuelo sin radiotelegrafía al comentar los inconvenientes del vuelo alto. O en todo caso a los recorridos de corta longitud en que no sea económico ganar altura.—N. DE LA R.

nicación ocurre muy frecuentemente cuando se vuela dentro de nubes cargadas de electricidad, ya que los ruidos en los auriculares son tan frecuentes e intensos que hacen completamente imposible la escucha.

Como consecuencia de todo lo expuesto, se deducen dos enseñanzas importantes: 1.<sup>a</sup> QUE EL VUELO A ESCASA ALTURA ES LA MAYOR PARTE DE LAS VECES VENTAJOSO Y NUNCA PERJUDICIAL. 2.<sup>a</sup> QUE EN DIAS DE FUERTE PERTURBACION DEPRESIONARIA DEBE EVITARSE EL VUELO SOBRE LAS GRANDES CORDILLERAS.

Dado lo complicado de nuestro sistema orográfico, es imposible disponer de amplias zonas de terreno que no sean atravesadas por cadenas de montañas, lo que la mayor parte de las veces imposibilitará el vuelo en línea recta entre dos poblaciones, con lo que el itinerario estará formado por una línea quebrada, lo que se entiende por:

VUELO EN CANALES

Si proyectamos el vuelo Madrid-Lisboa sin más apoyo que dos potentes estaciones en las cabeceras de las líneas, con tiempo francamente malo en la mayor parte del viaje, ha de volarse sin visibilidad. Dirigidos únicamente por los gonios de las estaciones de Madrid y Lisboa, o por marcaciones propias, ya que la potencia de las estaciones terminales permitirá durante todo el vuelo comunicación clara y segura, bastará un error de 10° desde la altura de Naval Moral de la Mata en adelante

para correr el riesgo de estrellarse contra los picos de Gredos, a no ser que la altura de vuelo sea superior a 3.300 metros (sobre las grandes cordilleras divisorias el error de altímetro a causa de variación de la presión atmosférica puede ser importante). Encontraremos, además, todos los inconvenientes que, como ya hemos visto, representa sobre todo si la ruta del aparato coincide con el eje de la cordillera; y lo más probable es que el piloto se deje influenciar por la llamada repulsión de las montañas, lo que le obligará a desviarse hacia el Sur, alargando considerablemente el viaje, durante el cual nunca conocerá exactamente su posición, ya que no le queda más medio para determinarla que recurrir al cruce de marcaciones, con los errores consiguientes, más particularmente en este caso en que por cortarse éstas con un ángulo casi llano no ofrecen la menor garantía.

Supongamos, por el contrario, que contamos con puestos radiogoniométricos en Talavera de la Reina y Cáceres. Los transmisores de estas estaciones no deberán pasar de 300 W., con el objeto de que no se interfirieran unas a otras. El recorrido Madrid-Lisboa queda dividido en tres tramos: Madrid-Talavera, Talavera-Cáceres, Cáceres-Lisboa; la distancia habrá aumentado muy ligeramente, pero la seguridad es formidable: la altura mínima de vuelo bajará de 3.000 metros, como era en el caso anterior, a 950 metros en la primera etapa; 1.150 metros en la segunda y 1.300 metros en la tercera; con ello el peligro principal, el de la formación de hielo, queda eliminado el 99 por 100 de los días del año.

La posición del avión estará perfectamente determinada en todo momento (esto tiene una importancia excepcional), bien por el paso sobre la vertical de cada

MADRID-TALAVERA

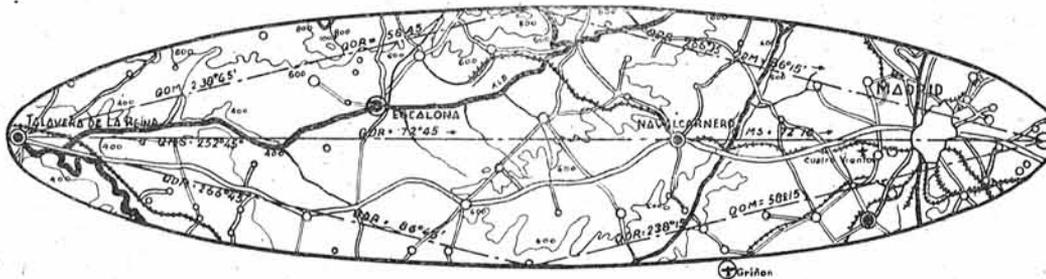
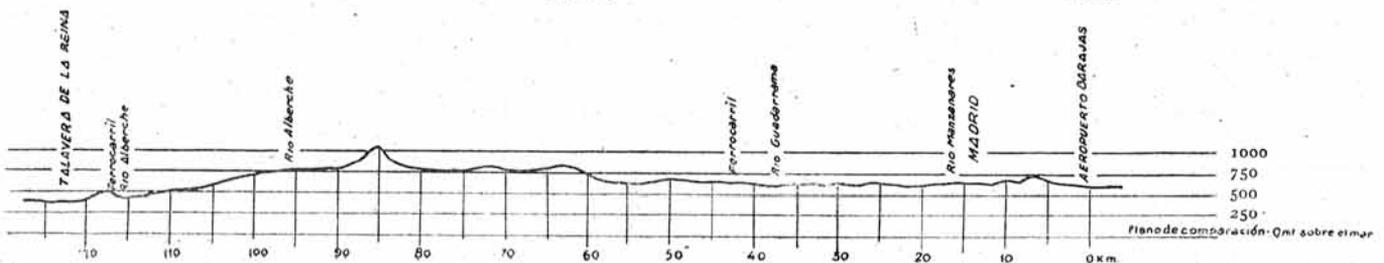


FIG. 6

Escala Horizontal 1:50,000  
Escala Vertical 1:50,000



TALAVERA - CÁCERES

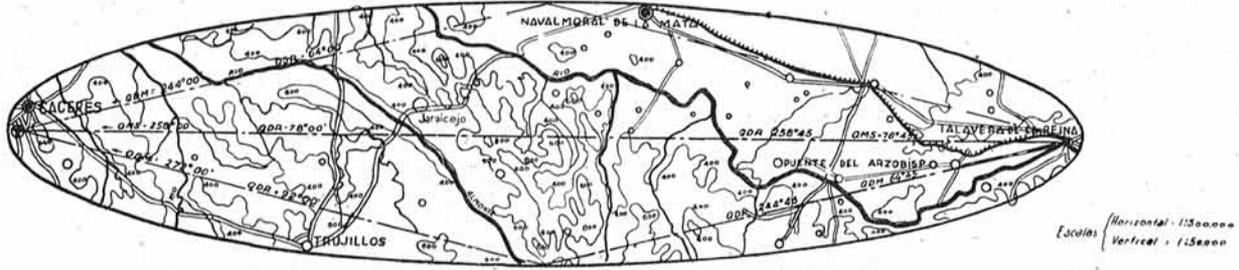
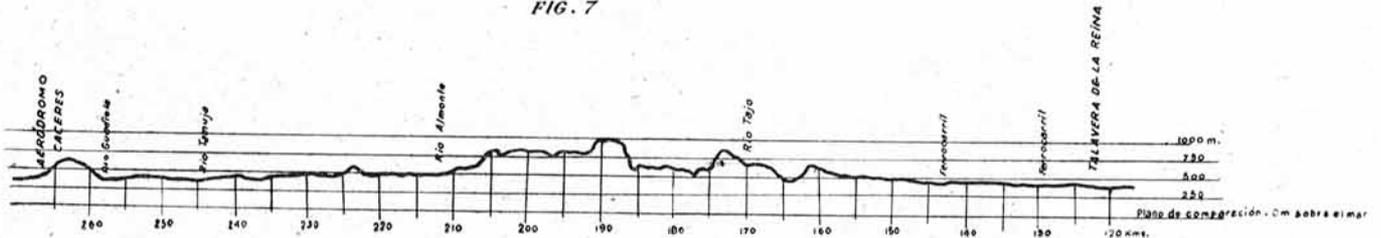


FIG. 7



estación de apoyo, paso que comprueba el piloto al recibir "ruido de motores", bien por la navegación estimada, que en este caso particular adquiere precisión casi matemática por las siguientes razones: La ordenada geográfica sobre la que vuela el aparato está clarísimamente definida durante todo el viaje, puesto que recibe constantemente marcaciones de proa y popa, marcaciones éstas de indudable precisión, ya que se trata de distancias cortas. El cálculo del camino recorrido sobre la ruta es de fácil y exacta determinación, tanto por la proximidad de las estaciones de apoyo como porque volando el avión a escasa altura la variación que experimenta su velocidad a causa del viento reinante es muy fácil de valorar, ya que este viento generalmente habrá variado muy poco en su dirección y velocidad con relación al existente sobre la superficie (perfectamente conocido). Además, los frecuentes claros de que antes hemos hablado permiten al piloto comprobar prácticamente el resultado de sus cálculos y por tanto establecer las modificaciones convenientes (10).

Sin embargo, no todo ha de ser ventajoso; existe una dificultad que salta a la vista, y ella es la de que por una equivocación sobre la altitud del terreno pueda el avión chocar con alguna altura. Esta posibilidad obliga a dar una importancia extraordinaria al estudio de la altimetría en los vuelos sin visibilidad en España.

Ello lleva como consecuencia la construcción de MAPAS ESPECIALES. Estos mapas tendrán la forma de

(10) Debe suponerse que este plan de vuelo no es aplicable a los casos en que el peligro de formación de hielo sea precisamente a las alturas marcadas.—N. DE LA R.

itinerarios; su anchura no pasará de la que permita una abertura máxima de 30° en el punto medio entre las dos estaciones de apoyo; ella irá disminuyendo al acercarse a los puntos terminales, ya que la precisión del vuelo va aumentando en la misma proporción. La escala un 500.000 es muy apropiada; la altimetría debe ser precisa (curvas de nivel de 200 en 200 metros como mínimo) y de lectura clara, de forma que baste una rápida ojeada para darse cuenta de la altura del terreno sobre que se vuela. De las estaciones terminales saldrán los QDM y los QDR, de cinco en cinco grados el QMS, que en este caso es el rumbo de la ruta. El QMP estará indicado por un corte vertical del terreno, corte que se refiere precisamente a la parte más alta comprendida dentro del sector de vuelo. En las márgenes del mapa debe quedar una zona blanca para que el piloto pueda señalar la hora en que ha pasado por diferentes puntos del terreno.

Como puede verse en este caso particular, el vuelo es en todo semejante AL VUELO DEL SECTOR DE ENTRADA EN LOS ATERRIZAJES Z Z.

He aquí un somero examen de las dificultades que nuestros bravos pilotos comerciales encuentran en el cumplimiento de su misión.

A pesar de la regularidad obtenida (97 por 100) y de la falta absoluta de accidentes, no puede afirmarse que el problema esté completamente resuelto. No conviene extremar esta lucha con los elementos, ya que no ha de durar mucho, pues la puesta en práctica de la "cabina estanco" y de los modernos motores que restablecen hasta 6.000 metros o 7.000 de altura, garantizan para plazo breve el vuelo de los aviones comerciales a 9.000 metros de altura, sin más obstáculos que ligeros velos de nubes completamente inofensivos.

**ESTADO DEL TIEMPO EN BARAJAS LOS DIAS EN QUE EL 0° SE ENCUENTRA A MENOR ALTURA DE 1.600 METROS SOBRE EL NIVEL DEL MAR**

Días	Visibilidad	Nubosidad	Dirección y velocidad del viento	Altura del 0° en metros
------	-------------	-----------	----------------------------------	-------------------------

Días	Visibilidad	Nubosidad	Dirección y velocidad del viento	Altura del 0° en metros
------	-------------	-----------	----------------------------------	-------------------------

**E N E R O 1 9 4 0**

2	400 m.	10/10	NE	1.400
4	2 km.	10/10	SSW	900 a 1.000
11	40 »	7/10	ENE	1.000
12	4 »	9/10	NE	900
15	10 »	6/10	Calma	0° en el suelo.
16	1 »	9/10	NE	0° » » »
17	2 »	5/10	N	70 a 1.400
18	10 »	6/10	N	0° en el suelo.
21	400 m.	10/10	NE	0° » » »
23	10 km.	1/10	NNE	0° » » »
24	4 »	3/10	S	1,0° » » »
27	400 m.	9/10	E	0° » » »

**F E B R E R O 1 9 4 0**

14	50 km.	Despejado	SE. 15	— 3,5 en el suelo.
15	15 »	»	Calma	— 3 » » »
16	6 »	Altas 8/10	»	— 2 » » »
20	50 »	» 1/10	W. 10	— 1 » » »
21	50 »	»	WE. 5	— 0,5 » » »

**D I C I E M B R E 1 9 4 0**

9	55 km.	Altas 8/10	Calma	— 2° en el suelo.
10	15 »	» 1/10	»	— 3° » » »
11	15 »	» 1/10	»	— 2° » » »
14	15 »	» 6/10	»	— 1° » » »
15	7 »	Niebla	»	— 1,7° » » »
16	50 »	Despejado	»	— 2,5° » » »
17	35 »	»	»	— 3,5° » » »
18	50 »	»	ESE. 10	— 3,5° » » »
19	50 »	»	Calma	— 4,5° » » »
20	7 »	Niebla	»	— 4° » » »
21	15 »	»	»	— 3,3° » » »
23	3 »	»	»	— 0° » » »
24	50 »	Despejado	»	— 5° » » »
25	50 »	»	ESE. 15	— 4° » » »
26	50 »	»	Calma	— 3° » » »
28	15 »	»	»	— 6° » » »
29	7 »	Calina	»	— 7° » » »
30	7 »	»	»	— 6° » » »

**N O V I E M B R E 1 9 4 1**

1	35 km.	Despejado	Calma	— 3° en el suelo.
2	35 »	6/10	NE. 2	— 3° » » »
5	15 »	1.000 6/10	Calma	— 4° » » »
6	50 »	Despejado	N. 5	— 2° » » »
7	50 »	Altas 1/10	Calma	— 5° » » »
13	50 »	600 a 1.000 1/10	»	1.000 metros.
14	35 »	Altas 3/10	»	1.100 »
23	35 »	600 a 1.000	W. 15	200 »
24	50 »	1/10	SW. 1	900 »
30	35 »	1.000 9/10	WSW. 20	60 »

**D I C I E M B R E 1 9 4 1**

2	35 km.	3/10	Calma	1.400 metros.
3	50 »	1/10	»	1.300 »
5	35 »	Despejado	»	0° en el suelo.
6	35 »	»	»	2° » » »
9	15 »	»	»	2° » » »
10	15 »	»	»	2° » » »
14	35 »	Altas 3/10	»	3° » » »
15	50 »	Despejado	N. 10	— 1,5° » » »
16	50 »	6/10	Calma	— 2,2° » » »
17	50 »	1/10	»	— 0,8° » » »
18	50 »	6/10 1/10	N. 36	1.200 metros.
19	35 »	Despejado	SSE. 10	1.000 »
20	50 »	»	N. 10	— 4° en el suelo.
21	50 »	»	NE. 25	— 0,4° » » »
22	35 »	600 6/10	NE. 25	— 0,3° » » »
24	50 »	Despejado	Calma	— 2° » » »
25	50 »	»	»	— 5° » » »
26	50 »	»	»	— 5° » » »
27	50 »	»	»	— 2° » » »
28	100 m.	Niebla	NE. 2	— 1° » » »
30	35 km.	6/10	NE. 10	1.000 metros.
31	55 »	Despejado	Calma	— 3° en el suelo.

**E N E R O 1 9 4 2**

1	50 km.	Despejado	Calma	850 metros.
2	40 »	2.000 a 2.500 9/10	»	800 »
3	50 »	Despejado	NE	800 »
4	50 »	»	Calma	800 »
5	7 »	»	»	900 »
6	15 »	600 a 1.000 9/10	N	700 »
7	35 »	300 a 600 4/10	NNE	750 »
8	15 »	600 a 1.000 3/10	NNE	750 »
12	35 »	Despejado	Calma	— 0° en el suelo.
13	15 »	600 a 1.000 10/10	»	— 0° » » »
14	15 »	50 a 100 10/10	»	1.340 metros.
18	50 »	600 a 100 3/10	»	600 »
19	50 »	Despejado	»	600 »
24	50 »	»	»	650 »
30	35 »	1.000 a 1.500 3/10	»	650 »

NOTA DE LA REDACCIÓN.—Hemos subrayado los días en los cuales hay 9/10 por lo menos de nubosidad, con 0° C. a menos de 1.400 metros. Habría que considerar los de niebla, en que no se conoce el régimen superior de la atmósfera.

