

Notas de un viaje¹

III

Generalidades sobre aeropuertos

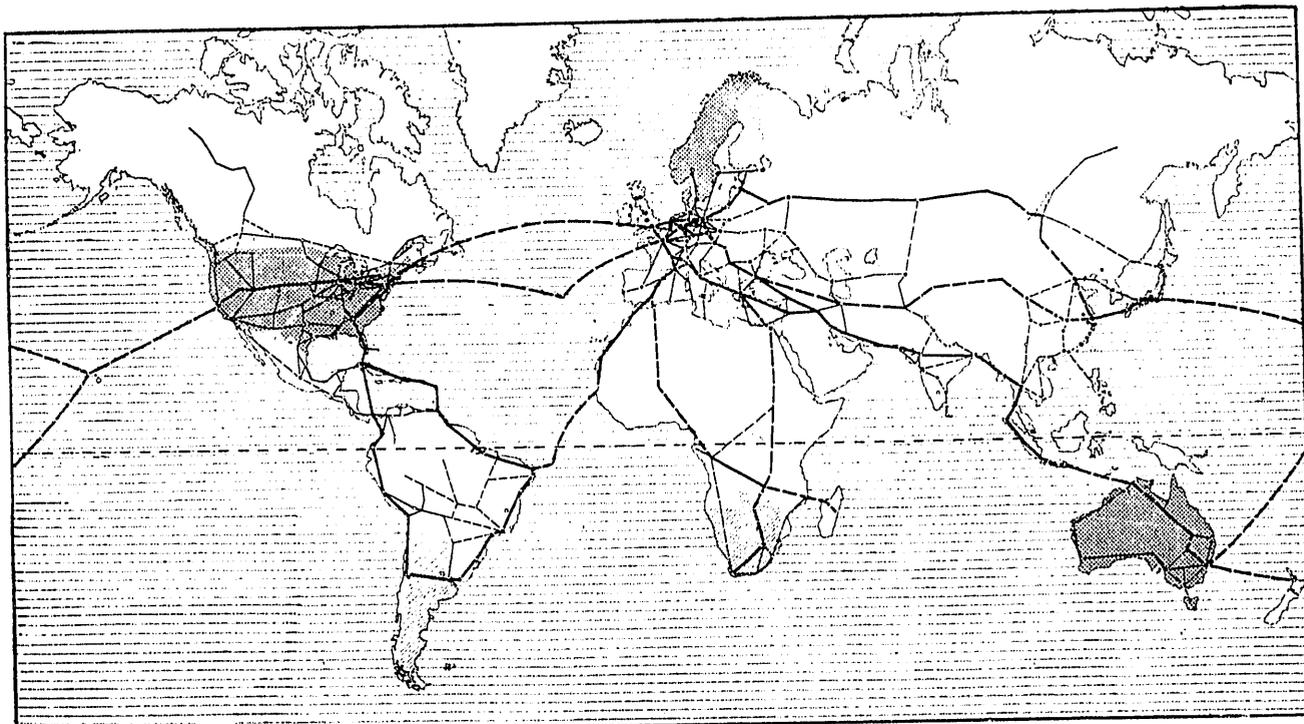
Toda investigación que pretenda establecer una estructura económica, es decir, posible y perdurable de las comunicaciones aéreas, conduce a una red primaria transcontinental y transoceánica que enlaza los principales centros industriales y comerciales del mundo. Las mallas de esta red, cuyos lados se extienden entre 1 000 y 6 000 km, dejan amplios huecos sobre la superficie terrestre y sus vértices son los grandes aeropuertos mundiales del futuro.

Sobre esta red primaria, y haciendo más tupidas

siguiente detalle, anotado en mi viaje Barcelona-Marsella :

TRAYECTO	Distancia	Tiempo
	Km	Minutos
Plaza de Cataluña-Prat (vía terrestre) . .	18	50
Prat-Marignac (vía aérea)	447	170
Marignac-Cannebier (vía terrestre)	22	35
TOTAL	487	255

De manera que, para recorrer el 8 por 100 del trayecto total, se invierte el 33 por 100 del tiempo total. Es, pues, conveniente emplazar el aeropuerto muy



Red aérea primaria y redes continentales, según el prof. Pirath

sus mallas, se insertan las diversas redes continentales, cuyos trayectos, comprendidos entre 500 y 1 000 kilómetros, unen los aeropuertos nacionales.

Dentro de cada nación se ramifican todavía estas redes, originando los aeropuertos regionales, desplazados de la órbita económica del avión por la competencia de los restantes sistemas de transporte.

Esta clasificación general de los aeropuertos en tres grandes grupos es la que nos interesa subrayar ahora, aunque pueden establecerse otras categorías desde distintos puntos de vista menos importantes.

En todo caso, la aeronave pretende recorrer en tiempo mínimo la distancia entre dos aeropuertos; pero como el tráfico llega al aeropuerto procedente de la ciudad o dirigido a la ciudad, siempre que los enlaces terrestres entre ambos puntos sean deficientes resultarán desvirtuadas las ventajas de la aerocomunicación.

Para dar una idea de esta influencia transcribo el

próximo a la ciudad y unido a ella por fácil y directa comunicación.

Desde la plaza de Potsdam, centro urbano berlinés, no se invierten más de quince minutos para llegar al aeropuerto de Tempelhof utilizando el ferrocarril subterráneo combinado con el tranvía.

Casi todos los aeropuertos actuales distan del centro de la ciudad longitudes comprendidas entre 4 y 16 kilómetros. En los gráficos adjuntos se incluyen algunos ejemplos.

Es evidente que las grandes líneas aéreas situadas sobre la red primaria toleran un mayor alejamiento entre la ciudad y el aeropuerto, a causa de la considerable magnitud del recorrido aéreo; pero entonces los enlaces deben proyectarse con más amplio criterio, y, aparte del indispensable acceso por carretera, ofrece grandes ventajas técnicas y económicas la construcción de un ramal de ferrocarril hasta el propio aeropuerto.

Pero todo lo dicho sería insuficiente sin el concurso de unas condiciones meteorológicas favorables.

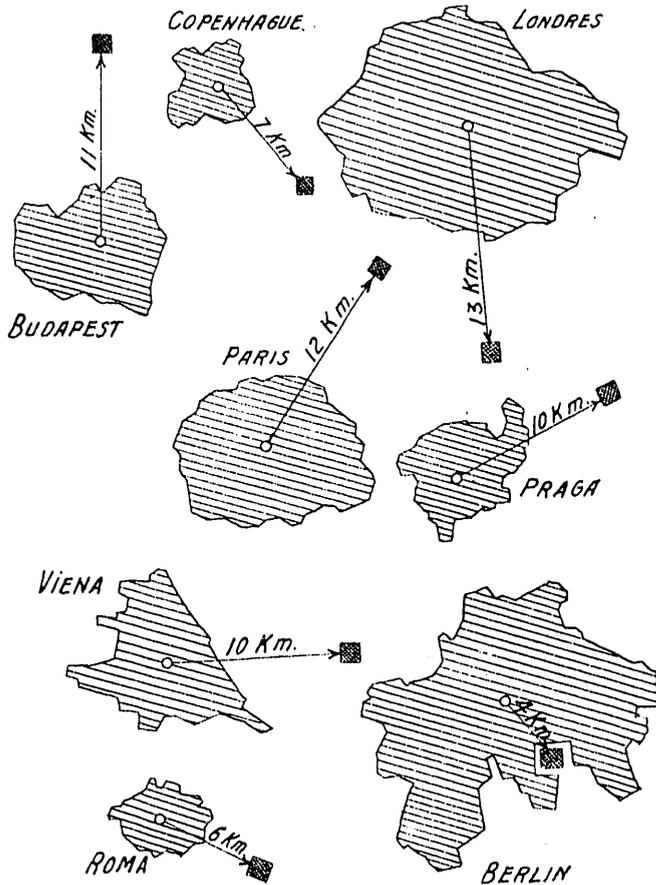
¹ Véase el número del 15 de septiembre, página 423.

El régimen de nieblas y el de vientos en cada lugar son fundamentales para la ubicación del aeropuerto. A pesar de los grandes progresos realizados por la orientación radiogoniométrica y los vuelos sin visibilidad, sigue siendo la niebla el principal peligro de

tículas sólidas muy tenues que levanta el trajín urbano.

Estos cuerpos extraños, que no suelen impedir la visibilidad vertical necesaria al aviador para distinguir el campo de aterrizaje, constituyen núcleos de condensación muy adecuados para facilitar la formación de nieblas espesas, antes que en otras zonas de atmósfera más limpia, y retrasan su disipación cuando hayan cambiado las condiciones meteorológicas. Por eso se adopta la siguiente regla práctica: A partir de la dirección de los vientos reinantes se trazan tres sectores consecutivos, A, B y C (fig. 1), cuyo centro sea la ciudad. Los sectores A y B son los más adecuados para instalar el aeropuerto.

Todos los datos respecto al régimen de vientos locales preceptivos para proyectar las obras de abrigo



Distancias entre los aeropuertos y el centro de las ciudades

la navegación aérea, como lo es también de la navegación marítima.

Pueden citarse muchos casos de zonas muy próximas donde los regímenes de nieblas son totalmente distintos. La topografía del terreno influye en este aspecto meteorológico. Basta recordar la acción de las masas frías de aire que al descender por una ladera se mezclan con las masas templadas del valle.

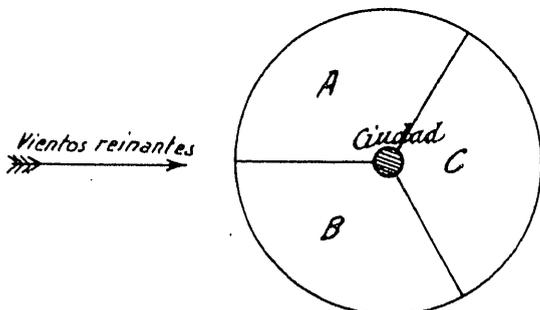


Fig. 1

Hay también una zona de nieblas inmediata a la costa.

Tampoco carece de importancia la atmósfera densa creada en torno a las grandes ciudades y centros industriales, por el humo de las chimeneas y las par-

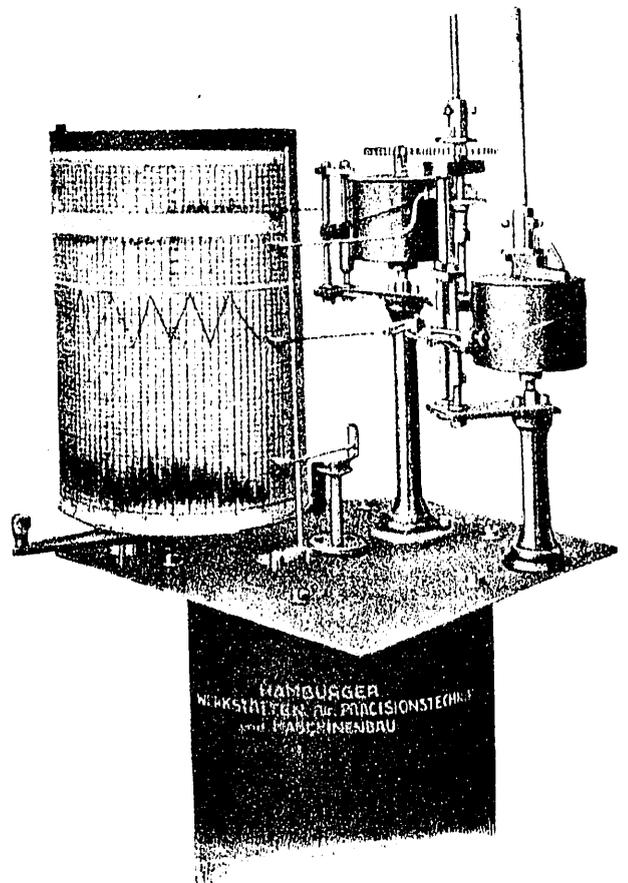


Fig. 2. Aparato registrador de Steffens y Hedde

de un puerto se necesitan también para instalar un aeropuerto. Más tarde veremos las razones de esta exigencia. Ahora conviene destacar un nuevo matiz relativo a los vientos, muy importante para la aviación y que carece en absoluto de interés para las obras marítimas.

Aunque limitásemos nuestras observaciones a un corto lapso de tiempo y a una reducida zona atmosférica, difícilmente encontraríamos un régimen de vientos permanente o uniforme. Del mismo modo que los aparatos indicadores de corriente alterna acusan valores constantes relativos a un proceso variable, también la intensidad y la dirección del viento oscilan constantemente alrededor de ciertos valores y posiciones medios, que eran los únicos registrados por los boletines meteorológicos.

Hoy existen aparatos, como el de Steffens y Hed-

de (fig. 2), que permiten observar estas irregularidades. En la figura 3 se ve detalladamente un diagrama registrado por este aparato. Se observan allí oscilaciones bruscas e intensas de la velocidad del

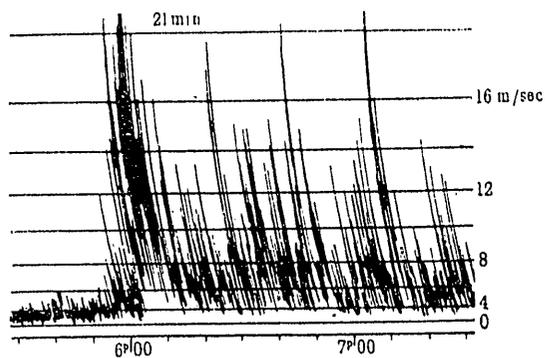


Fig. 3. Diagrama de la intensidad del viento

viento. Entonces la navegación aérea resulta molesta, y en algunos momentos puede ser peligrosa.

En zonas de esta naturaleza, donde el régimen de vientos presente las irregularidades señaladas, tampoco convendrá instalar un aeropuerto.

Como vemos, las dificultades técnicas de este primer problema (ubicación) se reducen a disponer de un volumen considerable de observaciones meteorológicas. Conociendo estos datos es muy fácil decidir las ventajas o inconvenientes del emplazamiento que se pretenda adoptar. Sin conocer el régimen meteorológico de una zona, jamás debe construirse un aeropuerto.

Escogido el emplazamiento hay que estudiar las distintas partes que debe comprender el área reservada a cada servicio.

La distribución esquemática más sencilla se representa en la figura 4 y está compuesta de tres elementos: campo de aterrizaje, zona de edificios y periferia de seguridad.

En la fotografía adjunta del aeropuerto de Essen-Mülheim se ve un ejemplo concreto de esta distribución.

Las dimensiones del campo se deducen de las propiedades aerodinámicas del avión. Se sabe que el empuje vertical ascendente necesario para la estabilidad del vehículo es función de su velocidad relativa al viento. Dicha estabilidad se alcanza en aviones ligeros con velocidades de 50 a 60 km por hora, suponiendo el viento en calma. Los aviones comerciales de tipo corriente necesitan de 80 a 100 km por hora. Con estas velocidades inicia al aterrizar un avión su contacto con el suelo, y se necesitan resistencias para absorber la fuerza correspondiente. Hasta el empleo de los frenos de aire comprimido en los trenes de aterrizaje, casi toda esta ener-

gía era absorbida por el rozamiento de rodadura sobre el terreno.

Por el contrario, todo avión, al despegar, necesita rodar sobre el campo una longitud suficiente para alcanzar la velocidad crítica de suspensión.

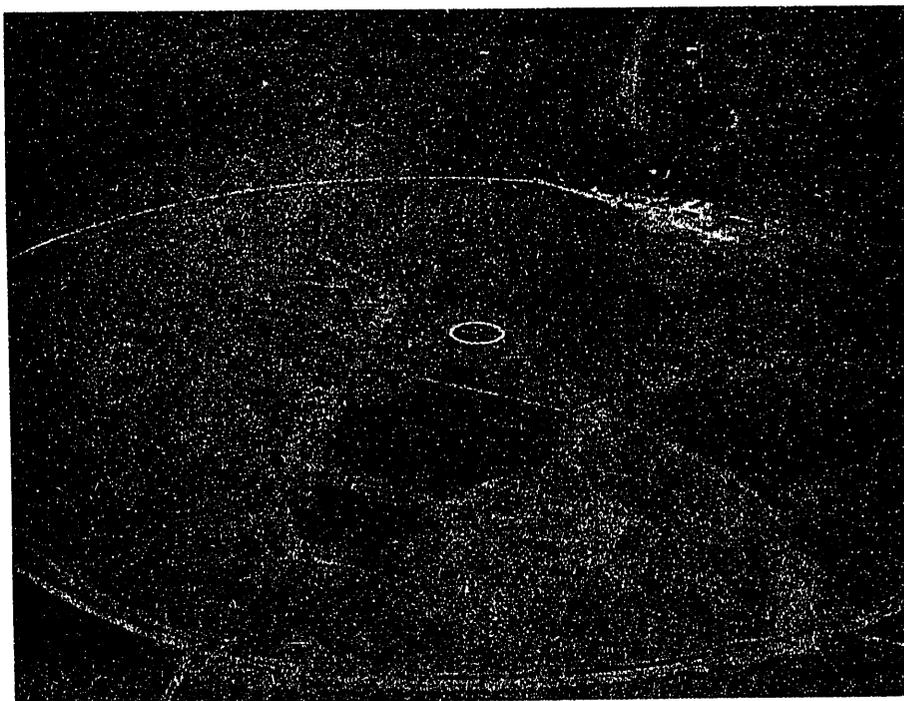
Claro es que si el aterrizaje o el despegue se realiza en sentido opuesto al viento, las condiciones son más favorables.

Es preciso señalar las dimensiones mínimas del campo por debajo de las cuales el despegue no se realiza o es sumamente peligroso. Pero nos encontramos con criterios muy distintos, según sea el tipo



Fig. 4.

de avión, su carga, su ángulo de subida, las circunstancias meteorológicas, la naturaleza y el estado del campo. Influye también la altura del aeropuerto sobre el nivel del mar, a causa de la distinta densi-



Aeropuerto de Essen-Mülheim

dad del aire. Se calcula que a 1000 m sobre el nivel del mar, las dimensiones del campo deben ser las que se adopten a la cota 10, aumentadas en un 20 por 100.

Las características extremas que corresponden a los aviones de caza y a los comerciales se resumen en la figura 5. Además, existen reglamentos para la construcción de aviones donde es atendido este problema, y así, en el reglamento alemán de 1928 se preceptúa que todo avión en un despegue pueda al-

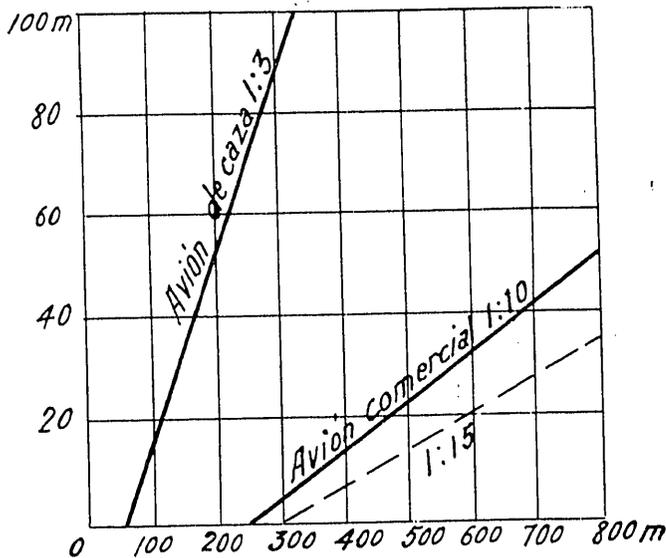


Fig. 5.

canzar la cota de 20 m sobre el terreno, sin que su recorrido horizontal exceda de 650 m, suponiendo el el viento en calma, lo cual exige, para el ángulo máximo de subida 1:15, una longitud de rodadura máxima de 350 m.

Todos los aparatos construidos hasta la fecha cumplen sobradamente estas condiciones.

Así se justifica, con un buen margen de seguridad, la norma siguiente: el campo de aterrizaje debe po-

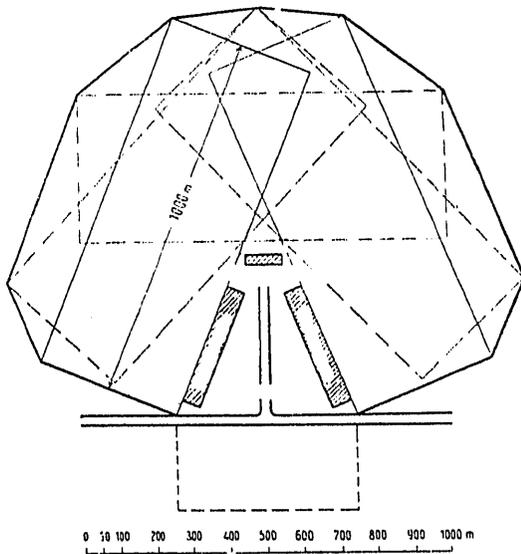


Fig. 6. Tipo francés de aeropuerto

seer, en cualquier dirección, un camino de rodadura de 600 m de longitud mínima, unido a una zona aérea libre de obstáculos (edificios, torres, etc.) por encima del talud 1:15. Entonces la zona propia del campo de aterrizaje es un tronco de cono de revolución, cuya base menor, situada sobre el terreno, tiene 600 m

de diámetro y la pendiente de las aristas laterales es 1:15.

Los Estados Unidos adoptan con mayor tolerancia el talud 1:7; pero todos los países europeos, excepto Suiza, cuyas normas son mucho más rigurosas, adoptan criterios muy parecidos al anteriormente expuesto.

Claro que, tratándose de aeropuertos regionales de escasa importancia, las exigencias son más reducidas y se aceptan longitudes de 400 y hasta de 300 m en los aeródromos de aprendizaje.

La zona periférica de seguridad, ya definida por el talud que se adopte, en armonía con el ángulo de subida, interesa, además, para prevenir cualquier avería del motor durante un despegue antes de que el avión haya alcanzado su altura normal de vuelo. En dichas condiciones resulta a veces imposible alcanzar el campo de aterrizaje con vuelo planeado, y es de suma utilidad dicha zona periférica. Por eso también es ventajosa la regla práctica expuesta en la figura 1, puesto que normalmente los despegues se realizan alejándose el aparato del casco urbano.

No siempre se encuentra un campo de forma cir-

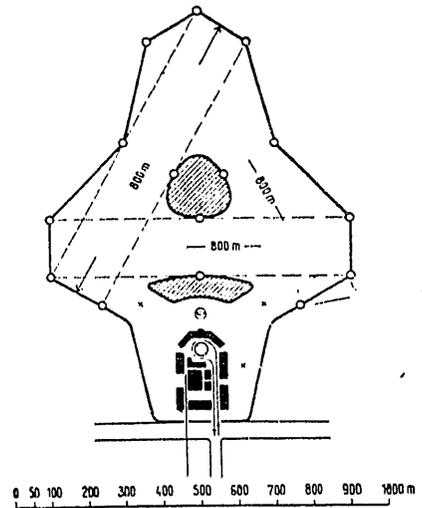


Fig. 7. Tipo Dornier de aeropuerto

cular o poligonal regular de las dimensiones antedichas. Por otra parte, es lógico buscar, dentro de lo posible, un campo de área mínima. El verdadero interés está en conservar la longitud reglamentaria en la dirección de los vientos reinantes, según la cual se realizan la mayor parte de los aterrizajes y despegues, importando poco que en la dirección de los vientos dominantes el campo sea más corto, pues el recorrido del avión también es menor en dicho caso.

Este criterio de economía, y muchas veces de necesidad, conduce a una estructura del campo de aterrizaje completamente distinta de la forma regular. Sabiendo que un aparato puede aterrizar y despegar con facilidad y sin peligro, es decir, en condiciones normales, atacando una dirección distinta a la del viento, siempre que el ángulo de ambas no exceda de 25°, podemos descomponer el campo en una serie de fajas de longitud y anchura suficientes para que sirvan de camino de rodadura al avión. Así tenemos el tipo francés (fig. 6), el tipo Dornier (fig. 7) y el Boeing (figura 8).

El campo debe presentar una rasante única. No importa que posea pendiente del 1 y hasta del 2

por 100 en lugares montañosos, pues todo se reduce a un aumento de dimensiones admisibles. Lo esencial es la forma plana, pues todo cambio de rasante más o menos brusco repercute en efectos muy des-

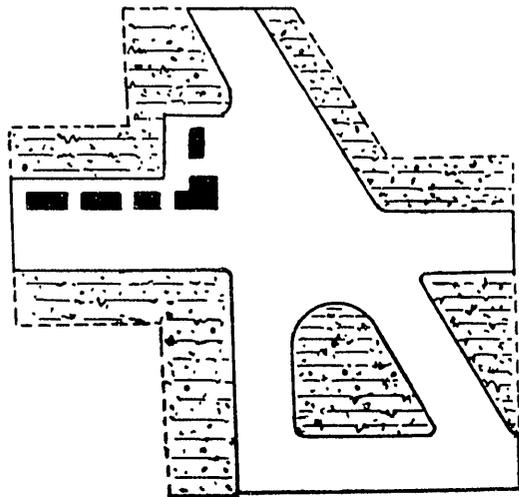


Fig. 8. Tipo Boeing de aeropuerto

favorables para la estructura del avión. Respecto a la naturaleza del campo, se requieren ciertas condiciones de resistencia para que los aviones cargados puedan rodar fácilmente, y de elasticidad pa-

ra amortiguar el primer choque en los aterrizajes.

Donde el clima lo permite, resulta muy económico el campo recubierto por una espesa capa de hierba.

Sin embargo, a causa de las cargas crecientes que se adoptan en los tipos de aviones comerciales modernos hace falta recurrir a una consolidación especial del terreno. Ordinariamente se dispone un firme adecuado a lo largo de las fajas de despegue y aterrizaje antes citadas. La anchura del revestimiento necesario para ambas operaciones oscila entre 60 y 100 m. Si sólo se utiliza en los despegues, el ancho suele ser de 20 a 40 m. En ambos casos no debe olvidarse que durante la última fase de los despegues y en la primera de los aterrizajes se produce un empuje vertical ascendente que contrarresta casi por completo el peso del avión y hace superfluo el efecto del revestimiento.

Para construir estas plataformas se han empleado la inmensa mayoría de los firmes especiales conocidos en la actualidad: macadam con riego asfáltico, hormigón sobre cimienta de piedra cilindrada, pavimento asfáltico sobre una capa de hormigón, etc.

Como si se tratara de amplias autopistas, se dispone un bombeo transversal con drenajes laterales para recoger las aguas.

Los resultados obtenidos hasta la fecha no permiten establecer conclusiones definitivas sobre la elección del pavimento que conviene utilizar.

FEDERICO ALICART
Ingeniero de Caminos

Las carreteras modernas

El servicio de las carreteras nacionales tiene hoy tanta importancia como el de ferrocarriles, y presenta la dificultad, en nuestros días, de haber progresado enormemente el material móvil de carreteras y exigir condiciones técnicas en éstas que nadie pudo prever al construirlas, en el siglo XIX, para la circulación de carros y coches con la velocidad máxima de 10 km/h.

Hace treinta y cinco años las órdenes que recibían nuestros ingenieros eran terminantes. Los proyectos de carreteras debían estudiarse con el criterio de reducir su presupuesto a un mínimo de gastos, pues la demanda de vías de comunicación era muy grande y los recursos disponibles reducidísimos. Se exigían minuciosos tanteos del trazado en terreno quebrado para justificar el proyecto; se admitían, y casi se imponían, curvas de 20 metros de radio, y el ingeniero tenía que trabajar mucho para cerrar los presupuestos de ejecución de la carretera con un coste kilométrico de 14 000 pesetas, que era lo clásico, como coste medio.

A principios del siglo XX empezaron a circular por las carreteras de España los primeros automóviles; pero no se tomaron en serio: eran pocos, y su velocidad no llegaba a 30 km/h, con los motores corrientes. No se varió, por lo tanto, el formulario para redactar los proyectos de carreteras económicas, y seguimos los ingenieros trabajando de sol a sol, por los riscos de España, ahorrando recursos al Tesoro y trazando curvas de 20 metros de radio en las carreteras españolas.

En la segunda decena del siglo XX empezaron a circular por nuestras carreteras potentes motores de 40 caballos con "autos" de turismo que, si no se les alteraban *los nervios* (como decían en Galicia), o no daban la vuelta de campana, podían alcanzar velocidades de 60 km/h. Y así llegamos a nuestros días, en que, modestos "autos" de 7 000 pesetas de coste, circulan por las buenas carreteras a 60 km de velocidad media, y a 75 la máxima, ofreciendo tantas garantías de tráfico normal como la locomotora más perfecta.

A un progreso tan evidente en el material móvil de las carreteras, España ha agregado el esfuerzo máximo que sus limitados medios económicos le han permitido para mejorar las líneas. Ese esfuerzo español creó el Circuito de Firmes Especiales; ese esfuerzo español ha hecho que las modestas Jefaturas de provincia, secundando órdenes de la Dirección y sin recursos extraordinarios, hayan señalado, en la extensa red española, todos los puntos peligrosos para el tráfico; hayan mejorado curvas, suprimido badenes, y consiguiendo, todos, que las carreteras de España fueran envidiadas por los extranjeros en 1929.

Pero no basta lo hecho; allí donde una señal indica un peligro para el tránsito y un retraso para el recorrido, es preciso hacer desaparecer el peligro, es preciso mejorar la curva económica que se estableció en la construcción y aumentar su radio doblando la velocidad del recorrido. La labor afecta a casi toda la red antigua y a toda España; pero en