



El desarrollo y futuro de las directrices para aeropuertos de tráfico comercial

Por el Teniente coronel L. AZCÁRRAGA, Ingeniero aeronáutico.

Las ideas que a continuación se detallan representan casi exactamente la opinión de E. Warner, vicepresidente del Civil Aeronautics Board, tal como las presentó en la Boston Society of Civil Engineer en 22 de marzo de 1944. Por la indudable personalidad del autor, que aparte de su cargo habitual ha llevado recientemente a Inglaterra la voz de los organismos americanos para el transporte aéreo, estas ideas pueden tomarse como las directrices que los Estados Unidos prevén para los futuros aeropuertos en el tráfico aéreo comercial. Únicamente la transcripción no se ha hecho rigurosamente literaria, sino que se ha ordenado de manera que resulten más patentes las consecuencias que pueden interesar desde nuestro punto de vista nacional. Y a la vez, cuando ha parecido conveniente, se han incluido también consideraciones de otras fuentes, principalmente inglesas, tal como el reciente aeropuerto proyectado para Londres; o alemanas, tales como las que se deducen del Instituto de Tráfico Aéreo de Stuttgart.

La primera consecuencia es el enorme salto que ha sido preciso vencer en las mentalidades directoras respecto a la importancia económica de un aeropuerto, para pasar, por ejemplo, de los 35.000 dólares, que fué el costo del aeropuerto municipal de Boston en 1923, hasta los doce millones de dólares, que es la cifra en que actualmente se valora el aeropuerto que la misma ciudad necesitará en la postguerra.

Lo más significativo es que la primitiva política de aeropuertos municipales no puede mantenerse, y que, por tanto, es preciso tratar el problema con un nuevo concepto de la responsabilidad del Gobierno respecto al desarrollo de los aeropuertos, y especialmente en cuanto al presupuesto necesario y a la flexibi-

lidad que debe permitirse en la opinión de los expertos técnicos para definir lo que constituye un aeropuerto de primera clase.

Warner opina que se ha recorrido una larga distancia en los veinte años transcurridos, pero que el trabajo no puede darse por terminado, puesto que no pueden estimarse como definitivas y finales las convicciones alcanzadas. Esta es, por otra parte, también la opinión inglesa, si se juzga por el enorme desarrollo del último proyecto conocido para el aeropuerto londinense, el cual supera enormemente las cifras anteriores. Y ésta es también la conclusión alemana, si se mira, más que a las dimensiones del terreno, a las servidumbres que se introducen en orden a la protección del vuelo.

La segunda consecuencia es que no deben mirarse de ahora en adelante los aeropuertos ni por sus dimensiones ni por su capacidad de alojamiento o de servicios —digamos— estáticos. Lo que califica realmente a un aeropuerto parece ser su posibilidad de un movimiento de tráfico más o menos acelerado; comprendiendo en ello el movimiento en el suelo de los pasajeros, la carga y los aviones; pero también, y en primer lugar, el movimiento en el aire y la regulación del mismo, de manera que el aeropuerto pueda permitir la multiplicidad de maniobras de la misma naturaleza, sean salidas o llegadas, con direcciones muy diversas.

La tercera consecuencia es, finalmente, que no parecen aumentar las dimensiones de las pistas en forma tan grande como a primera vista pudiera parecer necesario. Salvo alguna opinión que puede calificarse de extrema, la tónica conduce a la limitación de las longitudes de pista por un acuerdo razonable entre los

aeródromos y los aviones. Y como resultado se limitan también las dimensiones totales, buscando especialmente no alejarse mucho de las zonas vivas para el tráfico en las ciudades. Parece conservarse, aunque con limitaciones, la tendencia de aumentar el número de aeropuertos antes que aumentar el tamaño de los mismos. Se perfila así la intención de separar los servicios aéreos en diversas categorías; por ejemplo, los intercontinentales, de los de dispersión continental, y los de viajeros, de los de mercancías. La unión entre diversos aeropuertos se proyecta a base de helicópteros, cuyas necesidades particulares se tienen en cuenta en el proyecto del aeropuerto principal.

A estos resultados nos conduce un examen detallado de los aeropuertos existentes y de las necesidades futuras.

LOS AEROPUERTOS MODELOS EXISTENTES

Las consideraciones que siguen se refieren concretamente a Estados Unidos; pero no es inútil su generalización.

Actualmente hay abiertos al público en los Estados Unidos alrededor de 1.800 aeropuertos municipales y comerciales; este total apenas ha cambiado en los últimos diez años. Resulta más o menos que el 24 por 100 del área de los Estados Unidos queda dentro de las 15 millas de radio desde esos aeropuertos permanentes, y el 70 por 100 de la población vivía en 1939 dentro del área así cubierta.

Warner ha tomado 15 millas de radio como cifra arbitraria, que representa el máximo de alejamiento para llegar al aeropuerto; más o menos, unos treinta minutos de recorrido. Las cifras europeas son ya de antiguo más exigentes. En 1935, el Instituto Alemán de Tráfico Aéreo valoraba este alejamiento en tiempo necesario para recorrerlo, y, por tanto, dependía en distancia de la mayor o menor facilidad de comunicaciones; la cifra tope era de quince minutos, o sea, de 10 a 12 kilómetros. Evidentemente, a medida que aumentan las velocidades comerciales del tráfico aéreo, tiene un mayor peso relativo el tiempo necesario para llegar hasta el aeródromo, y de aquí la tendencia a disminuirlo. Esta es una preocupación constante, y de rechazo se refleja en la necesidad de acelerar las operaciones administrativas en el aeropuerto, para evitar que los pasajeros deban llegar al mismo a veces una hora antes de la salida del avión.

Volviendo a Warner, siente esa misma preocupación y calcula que es deseable que el viajero típico se encuentre dentro de las cinco millas de radio de un aeropuerto. Para que el 90 por 100 de la población estuviera a menos de cinco millas de un aeropuerto, y el 99 por 100 a menos de 20 millas, Warner calcula que los Estados Unidos necesitan más o menos 30.000 aeropuertos. Esto en cuanto al número; aunque es de subrayar que no ha habido variación notable en los diez últimos años.

Pero, en cambio, más significativo que el aumento del número ha sido el progreso en la calidad. En los Estados Unidos, y a fines de 1938, solamente 231 aeropuertos tenían pistas de firme especial, y sólo 293

tenían luces de límite. Actualmente los números respectivos son 958 y 652; es decir, incrementos del 315 por 100 y del 122 por 100. Del mismo modo, hace cinco años sólo 214 campos tenían pistas superiores a 800 metros y elementos adecuados para los servicios; ahora son 327, con aumento del 53 por 100.

Es curioso que los tantos por ciento de incremento son muy diferentes, lo cual parece indicar una evolución algo irregular. Es indudable que en la forma y función del aeropuerto existen grandes variaciones: desde las necesidades para vuelos privados, hasta las del transporte aéreo intercontinental y en gran escala. Limitamos el problema a las necesidades particulares que pueden sentir las áreas metropolitanas cuando por su situación o importancia deben esperar frecuentes llegadas y salidas de aviones de transporte aéreo. Y aun para esto mismo se advierten fácilmente las dificultades, puesto que los organismos oficiales de los países con amplia experiencia son parcos en manifestaciones concluyentes.

Las mismas de Warner, aunque importantes por la categoría y prestigio personal del autor, no revelan el total criterio oficial. El Civil Aeronautics Board, del cual es Warner uno de los cinco miembros, tiene a su cargo las prescripciones generales del tráfico, concesiones de líneas, fijación de tarifas, seguros. Pero es la Civil Aeronautics Administration quien es directamente responsable del desarrollo de los aeropuertos en Estados Unidos. El primer organismo tiene carácter económico; el segundo tiene carácter técnico. Mas es indudable que la buena economía del transporte es una consecuencia de la buena resolución técnica de los problemas del transporte. Por eso Warner incluye en sus ideas razonamientos del organismo técnico, y textualmente expresa que "pueden ser de decisivo beneficio adecuados aeropuertos, atractivos y cómodos para el pasajero, eficientes para la expedición del tráfico, con limpias zonas de aproximación en varias direcciones, bien colocados y capaces de operaciones económicas en gran escala".

AEROPUERTOS DE LINEAS COMERCIALES PARA AREAS METROPOLITANAS

Limitando ya el problema a las líneas comerciales y a las áreas metropolitanas, la dificultad mayor en el planteamiento de un aeropuerto es que su vida debe ser mucho mayor que la de un avión. Toda la historia de la navegación aérea, en cualquier país, está llena de errores cometidos por esta enorme dificultad.

Warner estima que los proyectos de una Comisión de Aeropuertos deben tener presente las características de los aviones que aparecerán en un plazo mínimo de quince años; y las exigencias y dimensiones, así como las estimaciones del tráfico, deben preverse para la evolución de quince a veinte años. Estas previsiones son verdaderamente difíciles; y puede resultar la alternativa en la construcción del aeropuerto, de un envejecimiento desconcertante y rápido, o unos gastos excesivos para primer establecimiento. Aunque el proyecto del aeropuerto busque el resumen de la evolución aeronáutica, en la suma de datos de los proyectistas de aviones, directores de líneas aéreas, per-

sonal navegante y entidades económicas afectas por el tráfico, es imposible que encuentre una respuesta totalmente satisfactoria. Pero es también imposible retardar el planteamiento de la cuestión.

Aunque la estimación resultante no merezca definitiva confianza, hay que tenerla en cuenta, pues sin un cierto anticipo es imposible tomar decisiones. La consecuencia, no sólo de Warner, sino unánime, es que el aeropuerto debe proyectarse con sentido liberal. Es verdad que si resulta demasiado grande, una parte del capital ha sido desperdiciada. Pero si es demasiado pequeño, es muy fácil que se haya perdido la casi totalidad del capital, puesto que será necesario partir de nuevo en condiciones difíciles. Así, el objeto no es predecir la categoría más probable, sino más bien la mayor de las que pueden ocurrir razonablemente. Esta consideración es, sin duda, la que en ciertos países ha provocado un aumento desmesurado en los aeropuertos; pero un análisis más detenido permitirá indicar ciertas limitaciones.

TAMAÑO DE LOS AVIONES Y CARGAS SOBRE LAS PISTAS

Este es, sin duda, el punto de partida, pues aunque la pista es un elemento relativamente simple y estrictamente del ingeniero, determina con frecuencia al resto del aeropuerto, incluso a aquellos elementos del mismo que pertenecen a la administración. Las pistas dependen directamente de las cargas y de las características de los aviones a los que deben soportar.

Volviendo a los datos americanos, resulta que hace cinco años había en Estados Unidos sólo dos tipos de avión con peso mayor de 8.000 kilogramos. Hoy existen miles de aviones con un peso por rueda próximo a 15.000 kilogramos; y por lo menos, un tipo que excede de los 30.000 kilogramos.

Ciertas consideraciones militares impiden conocer de todos los países datos para estudiar la evolución del tonelaje de los grandes aviones. Pero Warner se aventura a discutir las probabilidades de la postguerra en el avión terrestre. No es el único que lo ha hecho; la Dirección General de Aviación Civil de Inglaterra enunció ciertas condiciones a modo de orientación para la evolución del avión de transporte. Y aunque de una manera más limitada, también lo han hecho voces autorizadas de la United Air Lines, la Eastern Air Lines y la Douglas Co. El resumen comparativo de estas diversas apreciaciones ha permitido analizar el camino por recorrer, reflejándolo en un gráfico donde se han llevado los programas junto a las realidades actuales, tomando como bases la carga total y la carga alar. (Véase REVISTA AERONAUTICA núm. 44 (96).

El aumento de tamaño conduce a ventajas aerodinámicas y a mayor amplitud en las operaciones del tráfico. Los inconvenientes son estructurales. Aunque el progresivo robo del peso de la estructura respecto a la carga total a que conduce el aumento de envergadura puede combatirse perfeccionando la distribución de carga y reduciendo el factor de carga, hay un límite en este proceso. Las cargas provocadas por la turbulencia del aire son independientes del tamaño, y para

muchos aviones son precisamente las cargas críticas. Resulta en total que el incremento de tamaño no puede continuar indefinidamente, y que se está ya a punto de que pierdan efectividad las actuales soluciones contra el aumento de proporción entre el peso de la estructura y el peso total.

Warner indica, sin embargo, que no hay razón inmediata para suponer que sea alcanzado el techo. Un constructor americano estudia seriamente un avión para 400 pasajeros; y lord Beaverbrook, hablando por el Gobierno inglés, ha indicado un transporte con peso superior a 100.000 kilogramos. Por esto Warner da como opinión personal la cifra de 150.000 kilogramos para los aviones que de aquí a quince años deberán tener en cuenta los proyectos de aeropuerto; indica asimismo que probablemente no se irá más allá de los 200.000 kilogramos. Sin embargo, estos grandes aviones no son económicos sino para grandes recorridos, con etapas del orden de 2.500 kilómetros, o también para un limitado número de rutas con tráfico excepcionalmente cargado. Su uso, pues, se limitará a un pequeño número de aeródromos. Separando las necesidades militares, Warner estima en 25 los aeropuertos de tráfico civil que para esos aviones necesitan los Estados Unidos.

El peso total no es, naturalmente, el único determinante de la carga para calcular la pista. Para aumentar el tamaño se hace posible tomar un mayor número de puntos de apoyo bien separados en el tren de aterrizaje. Para estos grandes aviones se estima un mínimo de cuatro unidades de aterrizaje, completamente independientes, a lo largo de la envergadura.

Aun así resulta que para cada rueda—o para cada grupo de ruedas asociadas—queda una carga alrededor de 50.000 kilogramos. Entre los 6.000 kilogramos del actual avión "DC-3" y los hipotéticos 50.000 del futuro hay una enorme cantidad de problemas que atañen a las pistas, a los drenajes y a las cimentaciones. Hay un amplio camino de estudios sobre el tipo de carga que un avión de gran peso impone sobre las superficies de despegue o aterrizaje, en el rodaje y en las pistas de estacionamiento afectadas por las hélices.

Pero no es esta la única, ni acaso la más importante dificultad para una buena previsión del aeropuerto. La capacidad del mismo y, por consiguiente, la calidad, dependerá sobre todo de la facilidad de las operaciones del transporte, tanto en el suelo como en el aire. Esto envuelve tres cuestiones principales, que en cierto modo exigen una predicción para el futuro:

- 1.^a Cuánto es el tráfico que el aeropuerto debe esperar en el futuro.
- 2.^a Si conviene que para cada aérea metropolitana todo el transporte se concentre en un aeropuerto o que se reparta en varios.
- 3.^a Cuánta es la longitud de pista para un aeropuerto metropolitano.

PREDICCIÓN DEL TRAFICO

En este aspecto difícil es problemático encontrar una mejor fuente de información que la que aquí se cita, teniendo en cuenta no sólo la experiencia pasada,

sino el actual tráfico militar. Warner opina que con la suma de datos que ha reunido y por consideraciones ajenas tanto como propias, debe esperarse que el volumen del tráfico aéreo a los cuatro o cinco años de acabada la guerra se elevará a tres o cuatro veces el más alto nivel de la anteguerra. Cree también que tal cifra debe doblarse antes de los ocho años siguientes.

La significación de esto se aprecia relacionándolo con el tráfico existente. Significa, por ejemplo, que el máximo nivel que se debe tener en cuenta al proyectar un aeropuerto para el viaje por aire entre Boston y Nueva York en doce años después de la guerra, será el tráfico total entre esas dos ciudades por tren en 1935. Para el mismo viaje entre Boston y la costa del Pacífico resulta dos veces y media el volumen por tren en 1935.

En septiembre de 1940 los pasajeros que llegaron o salieron de Boston por el aire fué, por término medio, de 798 diarios; el promedio de despegues y aterrizajes fué de 84 diarios. (Es de notar que Warner parte del año 1940 y, por tanto, no incluye la evolución sufrida durante la guerra.) Suponiendo que doce años después de la guerra el tráfico fuera diez veces el de 1940, y que los aviones pudieran transportar cada uno 80 pasajeros como promedio, resultarían 450 despegues y aterrizajes. Pero la densidad a lo largo del día no es uniforme. Más o menos, el 15 por 100 de los despegues debe esperarse que se concentren en la hora de la tarde, que coincide con el final de la tarea comercial; es decir, que la expansión del tráfico en Boston debe permitir alrededor de 35 despegues entre las 5,30 y las 6,30 de la tarde, y aproximadamente la mitad de aterrizajes en el mismo tiempo. Este número sólo cuenta las rutas actuales; si se incluyen futuras operaciones en rutas locales para áreas metropolitanas hoy no servidas, el número debe aumentarse en un 50 por 100. Es decir, que en una hora el total de despegues y aterrizajes debe cifrarse más o menos en 100. Claro que en los primeros cinco años después de la guerra no excederán de 50; pero aun así, tal cifra representa el doble del valor más alto alcanzado por cualquier aeropuerto mundial antes de 1940, y las exigencias para un servicio eficiente en tierra y en el aire resultan correspondientemente fuertes.

No es, naturalmente, el de Boston un caso frecuente, pero tampoco excepcional. El flujo total de pasajeros hacia y desde Nueva York en 1940 fué cuatro veces las cifras anteriores. Otras seis ciudades en Estados Unidos exceden también el flujo de Boston. Y hay otras 15, haciendo así un total de 23, que tienen un movimiento superior a la mitad del de Boston.

El problema, pues, lo mismo para Estados Unidos que para otros países, se reduce a número limitado de áreas metropolitanas; serán en cierto modo excepción aquellas cuyo promedio de transporte sea un despegue cada dos minutos, o un aterrizaje cada tres, en la hora más cargada del día. Agregamos por nuestra cuenta que no son tan difíciles de asegurar los frecuentes despegues como los aterrizajes, y el problema es repartir estos últimos. Pero no hay duda que debe estudiarse para esas estaciones excepcionales.

LA CAPACIDAD FISICA DE UN AEROPUERTO

El problema de proyectar para la máxima capacidad consiste en equilibrar las exigencias del suelo y las del aire. La capacidad del suelo se incrementa casi indefinidamente por simple multiplicación del número de pistas paralelas. La dificultad reside en la capacidad del espacio aéreo, que no es simple función de los medios materiales y exige para cada caso un estudio técnico diferente; aun partiendo—como es indispensable—de cierta unificación entre los procedimientos en tierra y a bordo, para protección del vuelo, para que cada avión pueda utilizar indistintamente el aeródromo de cualquier país.

Warner asegura a este respecto que en el futuro la capacidad de un aeropuerto estará determinada fundamentalmente, según la velocidad y el ritmo con que los aviones puedan separarse o hacer la arribada con seguridad, en situación atmosférica que exija el vuelo con instrumentos.

Hay concordancia general en esto; se estima que los movimientos inmediatos al campo se realizan, como se han planeado, sólo en condiciones virtualmente ideales, pero sufren enormes retrasos cuando existen nubes bajas. Podríamos añadir que no sólo son enormes, sino sorprendentes, los retrasos; y que en dichas ocasiones es general la tendencia del piloto a obrar por su cuenta, denotando desconfianza natural si ha quedado al azar el menor detalle. Si del aeropuerto pasamos a la ruta, particularmente en grandes recorridos y sobre espacios de mediano balizamiento, como son los mares y las montañas, entonces el problema para el transporte es aún más complicado, puesto que en definitiva es económica la determinante del transporte, y la economía del vuelo reside en un perfecto conocimiento y en una buena utilización de las condiciones de la ruta y de la valoración y protección de los accidentes, normales y extraordinarios, que en ella se encuentran.

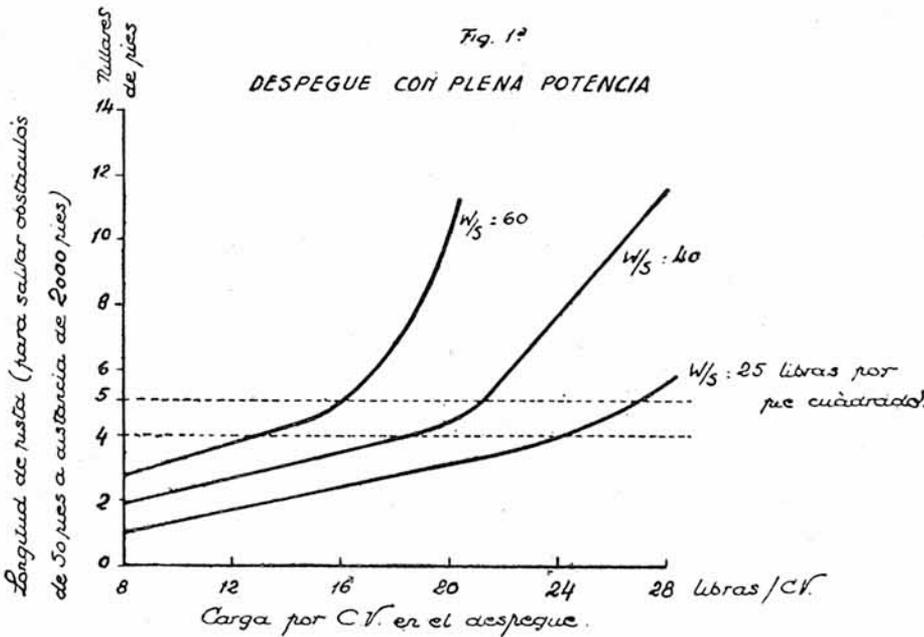
Según datos generales, la actual capacidad de los aeropuertos en vuelo sin visibilidad, es demasiado baja para tomarla como limitación general; después de la guerra es de esperar que los progresos en los métodos de navegación y en los sistemas de protección del vuelo permitirán que los aviones vuelen más próximos unos de otros. En el presente, un aeropuerto con cuatro pistas paralelas puede admitir 180 despegues y 120 aterrizajes en una hora; es decir, 300 movimientos con buen tiempo atmosférico. Pero con los métodos actuales, lo mejor que ese aeropuerto puede esperar de la protección del vuelo con mal tiempo, es asegurar 20 despegues y 15 aterrizajes en una hora. No son datos nuestros, sino de Warner.

Los desarrollos con que la guerra ha forzado a la técnica radioeléctrica permiten esperar mayor rendimiento; de hecho conocemos métodos que ya lo consiguen, por ejemplo, cierta utilización de los radiotelémetros. Y según parece, el personal de tráfico aéreo, que trabaja ya con los nuevos métodos del reciente aeropuerto de Idlewild (Nueva York), ha conseguido tales adelantos, que se espera que aun con mal tiempo se conserve la capacidad de 300 movimientos por hora.

LA ECONOMIA DEL TRANSPORTE AEREO Y LA LONGITUD DE PISTAS

Este es el último de los problemas técnicos que en este tema se plantean. Warner estima que en el orden económico la correcta longitud de las pistas es acaso el problema más grave y desde luego el más aparente. Desde hace veinte años ha sido incésante el requerimiento de las autoridades gubernamentales para fijar nuevas especificaciones en la longitud deseable de las pistas y evitar que se construyan aeropuertos que al poco tiempo se demuestran insuficientes. El desarrollo correspondió principalmente a los cambios en las características de utilización de los aviones.

El factor de primordial influencia es la tendencia general a incrementar la carga alar, buscando mayor eficiencia aerodinámica. El aumento de tamaño en sí no



tiene efecto directo sobre la longitud de pista. Supuesta una relación constante entre el peso, la potencia y la superficie alar, apenas influye el aumento de peso en el aterrizaje y el despegue. El asunto admite análisis y resulta relativamente complejo.

Se puede determinar la longitud de pista necesaria para operar con un avión determinado en un peso también determinado. O se puede estudiar, en términos generales, con relación a familias de hipotéticos aviones con diferentes diseños de una a otra familia; se llegará así a conclusiones en cierto modo generales. Los estudios de este último caso, sin embargo, demuestran rasgos generales y también la naturaleza y magnitud de los efectos por un cambio de características, tanto en el avión como en el aeropuerto; pero desde luego no dan resultados estrictamente aplicables a cualquier avión individual.

Se presentan aquí unas figuras que toman como punto de partida los requerimientos actuales de las Civil Air Regulations. Warner advierte que ha omitido ciertas ordenanzas, acaso anticuadas, que limitarían el alcance del estudio.

Los obstáculos críticos a salvar después del despegue son: 50 pies de altura a 2.000 pies del final de la pista, y 200 pies de alto a 11.000 de distancia. Se impone, además, que la ocultación del tren de aterrizaje sea completa doce segundos después del despegue; y en el caso de fallo de un motor se supone que la hélice queda en pasivo treinta segundos después de la avería. En cuanto a las características de utilización, no se ha tomado la mejor eficiencia posible, sino las condiciones normales admitidas por la práctica; es decir, partiendo de condiciones atmosféricas normales y contando con un estado mecánico de avión y motor y con un pilotaje también normales, se ha supuesto un aumento de 20 por 100 en la longitud de despegue, una reducción de 1/50 en la pendiente de vuelo y una disminución de 180 a 300 pies por minuto en la velocidad de subida; todo ello en relación con los resultados de las pruebas del avión para el certificado de navegabilidad. El total de estos supuestos no es excepcionalmente más ni menos que las actuales condiciones en otros países.

Entre las figuras que aquí se incluyen, las tres primeras muestran las longitudes de pista que se requieren para el despegue en las condiciones supuestas. En cada diagrama hay varias curvas correspondiendo a diferentes cargas alares, y muestran cómo la longitud de la pista aumenta con la carga por unidad de potencia motora. Las curvas establecen, pues, la relación entre la longitud de pista y la carga por unidad de potencia. El primer diagrama se refiere a plena potencia en el despegue; tiene interés militar, donde el accidente de avería de un motor puede aceptarse como azar normal. Las otras dos curvas se refieren, en cambio, a tráfico comercial, puesto que prevén las consecuencias de avería brusca de un motor en momento crítico tal que el piloto no puede interrumpir el despegue dentro de los límites de la pista; consideran, respectivamente, el caso de avión de cuatro y de dos motores. Su análisis correspondió a Warner.

El gancho que aparece en cierto número de curvas corresponde al punto en el cual es crítica la presencia de un obstáculo de 50 pies de alto a distancia de 2.000 pies del final de la pista. La parte de la curva de menor pendiente, a la izquierda del gancho, representa la variación de longitud de pista respecto a la carga por unidad de potencia para un avión hipotético que tuviera un ángulo tan fuerte de subida, aun con un motor parado, para rebasar los 50 pies de altura en menos de 2.000 pies de recorrido. Las partes más escarpadas, a la derecha del gancho, representan condiciones en las cuales los 50 pies de altura exigirían más de 2.000 de recorrido.

Un rasgo notable de las curvas es la extrema verticalidad de sus porciones superiores, lo que indica una rápida disminución en los coeficientes para incrementos adicionales de la longitud de pista. Así, para

Quizá el más importante de los problemas que actualmente tiene la aviación en general—y no digamos la de transporte—es el estudio y adaptación de tales nuevos métodos de trabajo que conduzcan a una seguridad tan extraordinaria.

De confirmarse, resultaría que la capacidad física de un solo aeropuerto puede bastar a todo el tráfico, aun de los mayores centros metropolitanos, en el curso de los próximos diez años. Sin embargo, los resultados que se anuncian en Nueva York son por lo menos sorprendentes; superan mucho a los demás que se conocen, y no puede juzgarse de ellos por los pocos datos hasta ahora dados.

EL NUMERO DE AEROPUERTOS POR CADA CENTRO

La conclusión anterior respecto a la posible capacidad de un aeropuerto, tomando como base el de Idlewild, apenas data de primeros de 1944. Hace dos años era creencia general que los grandes centros metropolitanos debieran tener un cierto número—variable—de aeropuertos terminales; ahora comienza la tendencia a concentrarlos en un solo lugar. El reciente optimismo respecto a la capacidad para proteger el vuelo sin visibilidad es la causa que ha permitido creer físicamente posible un solo aeropuerto central, aun para las mayores áreas metropolitanas.

En el orden económico las ventajas son enormes. Se favorece así la concentración de todos los recursos útiles en un solo lugar desarrollado con la mayor fuerza posible. A la vez se elimina la multiplicación de organizaciones y se evitan empalmes para vuelos de poca monta.

Pero el problema no es tan sencillo; la respuesta depende de las condiciones locales. Warner opina que los méritos comparados de un aeropuerto central o de la solución múltiple se juzgan por los efectos sobre la conveniencia de los patronos del transporte aéreo. Y arguye con el siguiente ejemplo: Supuesta una ciudad que potencialmente es punto terminal para vuelos transoceánicos sin etapa y que a la vez tiene un gran intercambio con otra ciudad relativamente próxima, por ejemplo, 400 kilómetros, es muy posible que las posibilidades de emplazamiento no sean las mismas para servicios de tonelajes tan diferentes que necesitan 3.000 metros y 1.500, respectivamente, como longitudes de pista. Si, por ejemplo, hay que alejarse 30 kilómetros para el emplazamiento del terminal transoceánico, habrá una constante e inútil pérdida de tiempo para muchos pasajeros del servicio local.

Lo cierto es que la distancia del aeropuerto al núcleo urbano puede tener en ocasiones una gran importancia, y se la dan los organismos económicos del tráfico. Como el tiempo de recorrido por tierra interviene sobre la velocidad resultante, es natural que hay que escatimar aquél cuando se trata de vuelos de corto recorrido. En cambio, aunque siempre es el ideal que el aeropuerto esté lo más cerca posible, pueden tolerarse recorridos hasta de una hora si se trata de vuelos transoceánicos. Y naturalmente, es el tiempo y no la distancia lo que importa; la relación entre uno y otra depende de las condiciones locales. De aquí la impor-

tancia de la orientación del aeropuerto respecto al núcleo urbano.

La primera regla es colocar el aeropuerto tan cerca como sea posible, compatible con la previsión de ampliaciones. La segunda es reconocer que es indispensable un buen sistema de comunicaciones en superficie—y a veces subterráneas—, que deben incluirse en el proyecto del propio aeropuerto para unirlo con los puntos estratégicos del área urbana. Pero reconociendo como forzoso, en la mayor parte de las ocasiones, un cierto alejamiento del centro urbano, la tercera regla es orientar el aeropuerto hacia donde exista la mayor actividad que favorezca el tráfico aéreo; de otro modo resulta pérdida de tiempo y aumento de costo en el viaje.

Así, resulta un peligro real de que la exageración de los grandes aeropuertos conduzca a emplazamientos cada vez más alejados, con grave pérdida resultante. En este caso podría estar justificada la solución múltiple. Pero el fundamento nace de la proporción de viajes que encontrarían beneficio; es decir, teniendo en cuenta si el potencial que el segundo aeropuerto representa para un nuevo tráfico justifica el nuevo gasto y la mayor complicación en la organización de líneas.

Sin embargo, para una investigación verdad de la distribución del tráfico entre las diversas zonas de un área urbana, se requiere un criterio objetivo extremadamente ponderado. Según Warner, sorprende la gran frecuencia con que sucede: que la información se basa en una experiencia inadecuada. Las fórmulas generales son peligrosas en problema tan complejo; pero él estima que el segundo aeropuerto sólo se justifica si ahorra como término medio veinte minutos de tiempo por lo menos a la tercera parte como mínimo del total de viajeros sobre una determinada ruta. Y aun entonces incluye la limitación de que la ruta tenga por lo menos 20 movimientos diarios en cada dirección.

La intervención de los helicópteros para empalmes y servicios privados o como taxis, se estima—particularmente en Estados Unidos—que puede hacer variar las consecuencias. Pero de momento no se justifican dos aeropuertos separados menos de treinta minutos de recorrido terrestre, ó 30 kilómetros de distancia aérea. Y se estima difícil la justificación de dos aeropuertos si su separación representa menos de una hora de camino, a no ser que estén equilibrados en cuanto a atracción de pasaje y carga; en general será inestable la situación, y la mejor posición geográfica irá de acuerdo con la mayor frecuencia.

Resulta, pues, que es excepcional la aglomeración urbana, que para su área geográfica justifica el uso de dos aeropuertos terminales; al menos para posible tráfico en los próximos diez años.

Está además la cuestión de los empalmes, que se oponen a la duplicidad de aeropuertos. La estadística actual no da a esto excesiva importancia; parece que de 23.000 pasajeros mensuales de Boston sólo el 4 por 100 empalmaron con otro avión, y en Nueva York resultó el 8 por 100 de los viajeros que empalmaron. Pero no es aventurado suponer que en el futuro próximo las mayores facilidades de tráfico estimularán los empalmes.

un avión de dos motores con una carga alar de 25 libras por pie cuadrado, o sea casi exactamente la carga del "Douglas DC-3", un aumento de longitud de pista desde 4 a 6.000 pies haría posible, salvo otras consideraciones, el reducir la potencia total en más o menos el 14 por 100. La adición de otro incremento similar desde 8.000 pies de longitud de pista, hasta los 10.000 pies, permitiría reducir la potencia sólo en un 7 por 100.

Naturalmente, la reducción de potencia tiene otros efectos, además del incremento de la longitud de pista que se necesita. Permaneciendo iguales otros factores, supone la reducción de la velocidad del avión y de la velocidad de subida y el incremento de la carga de pago, puesto que reduce el peso necesario para los motores. El último efecto es favorable; los dos primeros no lo son. Para ver el efecto conjunto de estos cambios, se han hecho computaciones para un cierto número de hipotéticos aviones, que varían en la carga alar y en la longitud de pista necesaria para el despegue, pero proyectados todos para la misma carga de pago sobre 500 millas de distancia. Se ha incluido en tablas el peso total del avión para tal carga de pago, su correspondiente potencia motriz en el despegue, su velocidad de crucero en alturas de 10.000 pies y su velocidad de subida con un motor parado. Las dos tablas se refieren, respectivamente, a un grupo de aviones de cuatro motores para 20.000 libras de carga de pago a 500 millas de distancia y un grupo de aviones de dos motores para 10.000 libras de carga de pago.

Cualquiera de las columnas de la tabla puede to-

Fig. 2ª

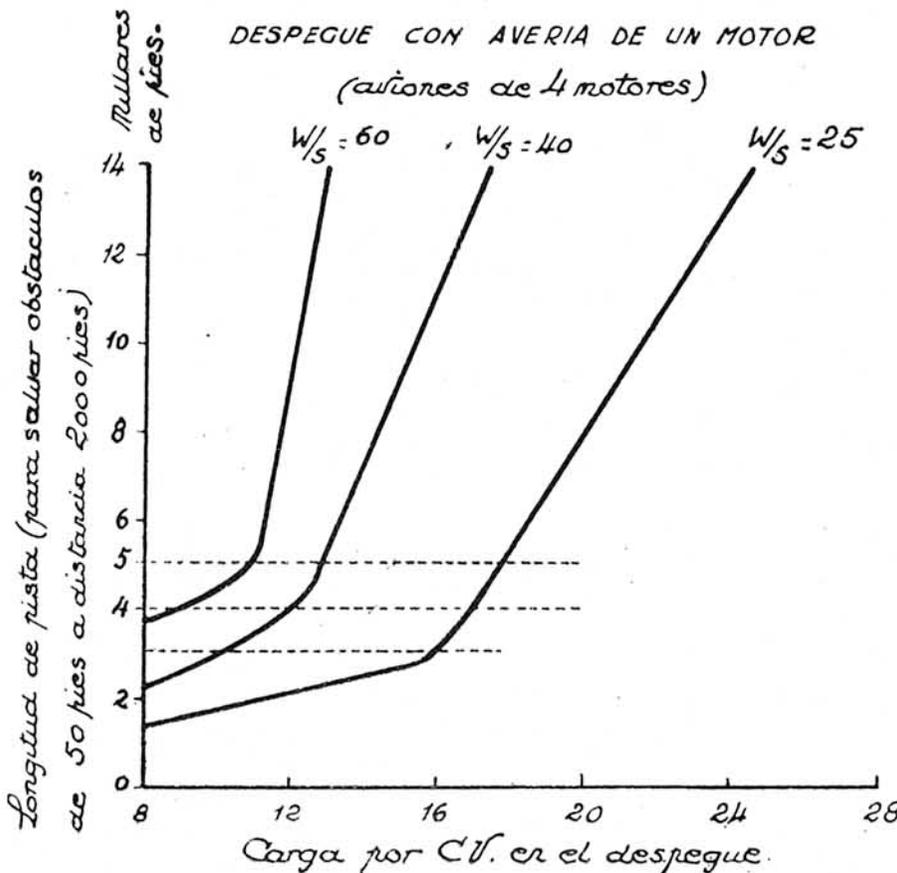
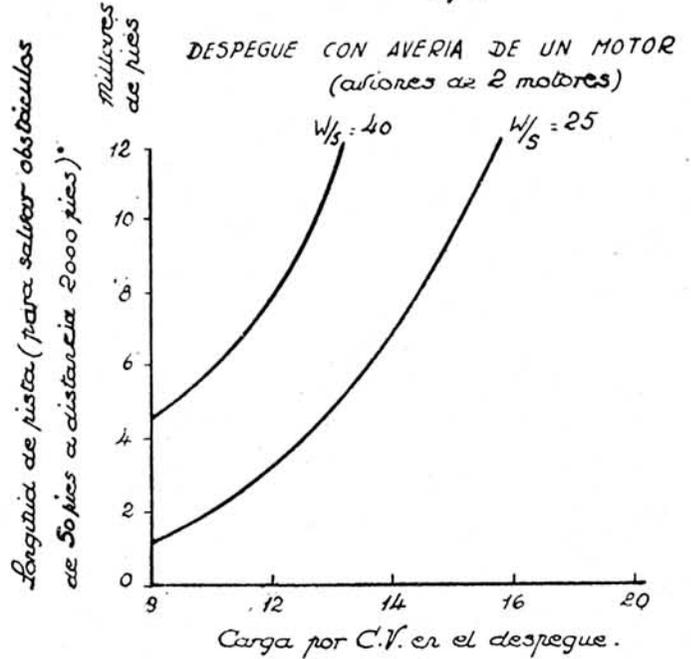


Fig 3ª



marse como básica para comparaciones entre varios casos alternativos. Por ejemplo, la velocidad de subida puede tomarse como factor básico. Creo que puede establecerse como regla general que para un avión de cuatro motores que se use en operaciones de transporte de pasajeros a cortas distancias, con aterrizajes y despegues relativamente frecuentes, debe contarse con potencia bastante para que con un motor parado tenga una velocidad de subida como mínimo de 300 pies por minuto para una carga alar de 25 libras por pie cuadrado, 400 pies/minuto para carga de 40 libras y 500 pies/minuto para 60 libras. Es evidente por las tablas que las longitudes de pista necesarias son, respectiva y aproximadamente, 6.000, 7.200 y 8.000 pies. Un avión de cuatro motores con carga alar de 40 libras, que necesita más de 7.200 pies de pista, no tendría bastante subida para estar realmente seguro sin lanzar el combustible cuando un motor se para después que está el avión en el aire.

Si se toma la velocidad como criterio, pueden compararse tres casos que muestran casi exactamente la misma velocidad, aquellos para un avión de cuatro motores con cargas alares y longitudes de pista, respectivamente, de 25 libras por pie cuadrado para 3.000 pies, 40 libras para 6.000 pies y 60 libras para 10.000 pies. El efecto de aumentar la carga alar de 25 a 40 libras conservando la misma velocidad, sería doblar la longitud de pista y reducir el peso total del avión en un 13 por 100 y la potencia total en un 40 por 100; pero también al precio de perder aproximadamente 140 pies por mi-

Características de diferentes aviones de cuatro motores, designados todos por una carga de pago de 20.000 libras sobre 500 millas de distancia.

Longitud de pista (pies)	Carga por potencia	Peso total	Potencia total	Velocidad de crucero a 10.000 pies (millas/hora)	Velocidad de subida (pies/minuto) con un motor parado y tren oculto
<i>Carga alar, 25 libras/pie cuadrado.</i>					
3.000	15,3	69,000	4,500	173	600
4.000	17,8	63,200	3,550	159	440
6.000	20,6	59,300	2,880	143	300
8.000	22,4	57,200	2,550	133	240
10.000	23,7	56,200	2,370	126	200
12.000	24,5	55,600	2,270	121	170
<i>Carga alar, 40 libras/pie cuadrado.</i>					
3.000	10,2	78,000	7,650	218	1.000
4.000	13,0	65,100	5,000	190	630
6.000	14,9	60,000	4,030	172	460
8.000	16,2	58,000	3,580	161	370
10.000	17,2	56,900	3,310	152	300
12.000	17,9	56,300	3,150	145	270
<i>Carga alar, 60 libras/pie/cuadrado.</i>					
3.000	6,9	94,000	13,600	260	1.600
4.000	9,0	79,000	8,800	233	1.020
6.000	11,5	69,000	6,000	196	610
8.000	12,4	66,700	5,380	184	500
10.000	13,1	65,000	4,960	174	420
12.000	13,7	63,600	4,640	166	370

Características de diferentes aviones de dos motores, designados todos por una carga de pago de 20.000 libras sobre 500 millas de distancia.

Longitud de pista (pies)	Carga por potencia	Peso total	Potencia total	Velocidad de crucero a 10.000 pies (millas/hora)	Velocidad de subida (pies/minuto) con un motor parado y tren oculto
<i>Carga alar, 25 libras/pie cuadrado.</i>					
2.000	8,7	63,000	7,200	219	670
3.000	10,7	48,000	4,500	203	440
4.000	11,9	43,000	3,600	195	330
6.000	13,9	37,400	2,620	182	190
8.000	15,3	34,700	2,270	173	110
10.000	16,3	33,300	2,040	167	60
<i>Carga alar, 40 libras/pie cuadrado.</i>					
2.000	3,7	"	"	"	"
3.000	5,5	95,000	17,000	275	1.200
4.000	7,1	58,000	8,200	204	790
6.000	9,5	41,600	4,400	222	390
8.000	10,9	37,200	3,400	208	230
10.000	11,9	34,600	2,890	201	140

nuto en la velocidad de subida (desde 600 a 460). Un posterior incremento de la carga alar hasta 60 libras por pie cuadrado, conservando más o menos la misma velocidad, aumentaría el peso total del avión en un 8 por 100, y la potencia motriz total en casi un 20 por 100, mientras que serían necesarios otros 4.000 pies más de pista y la pérdida de otros

40 pies por minuto en la velocidad de subida. Entre estas alternativas, se ve que el paso de 25 a 40 libras en la carga alar permitiría una mejora sustancial en la economía de la operación; pero el posterior aumento de carga alar, además de exigir mayores pistas, sería mal negocio en todos los puntos de vista, tanto para las operaciones de transporte aéreo como para el proyectista de aeródromo. Por esta serie particular de condiciones es probable que la mayor pista que actualmente se justifica por las características económicas del avión con que se puede operar, sea más o menos de 6.000 pies.

Se ha hecho la comparación para una supuesta velocidad de crucero alrededor de 170 millas por hora, lo cual es, desde luego, muy inferior a la práctica normal de transporte; se ha tomado así por comodidad en la tabla, ya que era la velocidad que más aproximadamente figuraba en las tres cargas alares estudiadas. Si se toma como especificación fundamental una velocidad de crucero de 200 millas por hora, en vuelo a 10.000 pies, prácticamente cualquier avión de cuatro motores de eficiencia general y características de propulsión, tal como se han supuesto, no requeriría más de 5.000 pies de pista en las condiciones que se han tomado, salvo si su carga alar en el despegue excediera de 50 libras por pie cuadrado. Aun si la carga alar aumentara a 60 libras, solamente se necesitarían pistas de 6.000 pies para aviones de cuatro motores con velocidades de crucero de 200 millas por hora.

Aparece así, en resumen, que hay pequeña ventaja en emplear para cortas distancias aviones de cuatro motores que requirieran más de 6.000 pies de pista de despegue.

Una comparación similar para aviones de dos motores demuestra que si se toma la velocidad de 200 pies por minuto con carga alar de 25 libras y 300 pies para 400 libras, como velocidades de subida mínimas permitidas con un motor parado y el otro a plena potencia, con el tren de aterrizaje escamoteado y libre la hélice averiada, las mayores longitudes de pista que necesita el avión son 6.000 y 7.000 pies, respectivamente, a las cargas alares citadas.

De nuevo, como en el caso de aviones de cuatro motores, parece ganarse poco proyectando aviones de transporte medio que necesiten más de 6.000 pies de pista para el despegue, incluyendo la garantía de avería del motor; y prácticamente no se gana nada proyectando para más de 7.000 pies.

Los resultados del presente análisis de las figuras dadas por Warner prueban que los supuestos son sustancialmente más conservadores que las prescripciones reguladoras antiguas. Al menos, así resulta para el avión "DC-3", pues anteriormente se exigía 4.000 pies para su despegue a plena carga; y, en cambio, si ponemos las especificaciones de acuerdo con el margen de seguridad para el caso de avería en un motor en el momento del despegue, resulta la longitud de 4.600 pies. Justamente dicho avión ha servido como base para una serie de pruebas muy completas, que ha realizado la Civil Aeronautics Administration. La distancia de 4.600 pies de pista se ha calculado para un peso de 25.200 libras, resultando para la potencia de des-

pegue 10 ½ libras por cv.; la carga alar resulta de 25,6 libras por pie cuadrado. Según las pruebas antes citadas, a 10.000 pies de altura la velocidad de crucero es de 185 millas por hora; y la velocidad de subida con un motor parado, el tren de aterrizaje oculto y la hélice muerta, es aproximadamente de 260 pies por minuto.

Si partimos de la tabla general que antes se ha indicado para aviones de dos motores, resulta lo siguiente, siempre conservando para mejor comparación con el análisis de Warner las unidades inglesas, ya que su paso a las métricas es sumamente sencillo. Para una pista de 4.600 pies corresponde una carga por unidad de potencia de 12,5 libras/cv., una velocidad de crucero de 191 millas/hora y una velocidad de subida de 280 pies/minuto. Demuestra así el presente estudio que los progresos en los diez años transcurridos desde que se proyectó el avión "DC-3" permiten asegurar características de despegue iguales, con la misma carga alar, pero con el 16 por 100 menos de potencia. Las diferencias entre las tablas y los valores reales del "DC-3", correspondientes a las velocidades de crucero y de subida, no son muy grandes.

El resultado de la comparación anterior admite estos dos caminos:

1.º Que un avión de dos motores proyectado ahora, con la misma carga alar y la misma velocidad de crucero, necesitaría 5.500 pies de pista en lugar de 4.600.

2.º Proyectado para la misma velocidad de subida que el "DC-3", con la misma carga alar, requeriría alargar la pista hasta 5.000 pies.

La comparación es, pues, una ilustración del resultado, en cierto modo sorprendente, de que al aumentar la eficiencia del avión se requiere una mayor pista de despegue que la necesaria para un avión menos eficiente, pero que tenga la misma velocidad de crucero o la misma velocidad de subida.

Warner hace, además, otro análisis para el caso de operaciones aéreas a larga distancia. Compara varios aviones en relación con la carga de pago que pueden trasladar sobre distancias de 2 a 3.000 millas. Aunque Warner no incluye la correspondiente tabla, se advierte que el efecto general será aumentar la importancia de la columna de pesos totales en las tablas anteriormente dadas.

Las variaciones en la proporción de la carga de pago, respecto al peso total, pueden tener una importancia económicamente pequeña para las distancias cortas, pero en cambio, adquirir importancia crítica en los vuelos transatlánticos. Se observa en las tablas la tendencia general de que el peso total necesario para una cierta carga de pago decrece constantemente—aunque cada vez más despacio—a medida que aumenta la longitud de pista necesaria. En números redondos, parece que el efecto de aumentar la longitud de pista desde 4 a 6.000 pies es aumentar en un 30 por 100 el total de carga de pago que podría trasladarse en vuelo directo transatlántico con un avión de cuatro motores y de un determinado peso total. En cambio, posteriores aumentos de la longitud de la pis-

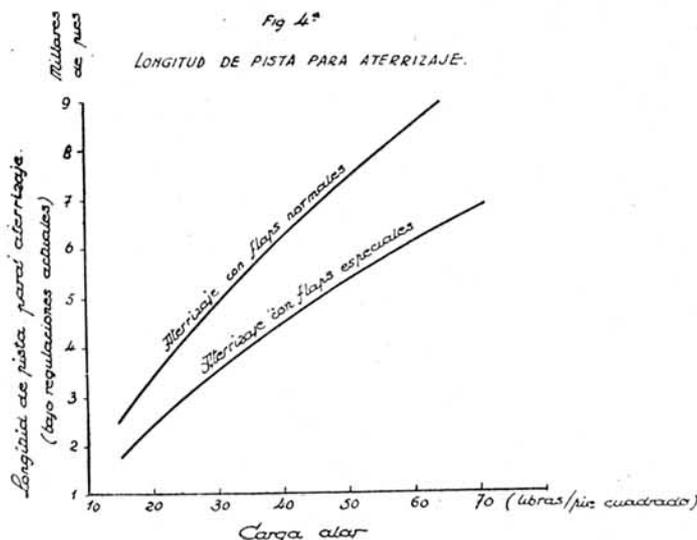
ta para la que se proyecte el avión, desde 6 a 8.000 pies, sólo variarían la carga de pago en un 10 por 100; de 8 a 10.000 pies, en un 5 por 100, y de 10 a 12.000 pies, en un 2,5 por 100. Se desprende así que la ley de disminución es más o menos que cada incremento de 2.000 pies supone un aumento de carga de pago de la mitad el escalón anterior.

Resumiendo nuevamente, Warner enuncia el resultado siguiente: "Por sólo las exigencias del despegue hay pronunciada ventaja para la economía y características del transporte en incrementar la longitud de pista hasta 6.000 pies para servicios medios y hasta 8.000 pies para servicios largos. Hay todavía ganancia, pero francamente en disminución, para posteriores aumentos hasta 7.000, o bien 10.000 pies, respectivamente."

Es de notar en todo este análisis que no se hace mención de procedimientos especiales para el despegue ni de ayudas mecánicas, buscando acelerar el avión más rápidamente hasta la velocidad de vuelo y producir su despegue en una distancia más pequeña. Warner mismo lo hace notar: considera que en el estado actual de tales ayudas es posible emplear pistas de 6.000 pies para aviones que normalmente necesitarían 10.000 pies; pero deja esa posibilidad para el futuro y cubre las contingencias actuales, contando sólo con el uso rutinario en los vuelos de transporte, dejando, pues, las pistas sin reducción. De todos modos, y en contradicción con ello, deben tenerse en cuenta los indudables adelantos logrados en la actual guerra, tanto por sistemas de catapulta como por los motores de reacción, con los cuales no cuenta Warner por el momento. Su empleo ya se ve que puede provocar una verdadera revolución al disminuir las pistas necesarias para el despegue.

PRESCRIPCION PARA PISTAS DE ATERRIZAJE

En ellas, el factor determinante casi exclusivo es la carga alar, suponiendo que se empleen todos los recursos para la eficacia del frenado. Los resultados se han representado aproximadamente en la figura 4, la cual parte de la actual regulación de transporte,



obligando a una longitud de pista 67 por 100 mayor que la distancia que resultó en la prueba de aterrizaje, hasta quedar el avión en reposo; suponen también que el avión pasa por la vertical del extremo de la pista a una altura de 50 pies y con una velocidad de planeo 30 por 100 mayor que la de pérdida de sustentación.

El dibujo de las curvas parte de la condición de que el aire está en calma y que la velocidad de descenso se ha conservado constante y por encima de 600 pies por minuto, incluso con empleo de potencia motriz. Se juzga esta velocidad como conservadoramente representativa de la práctica normal; pero es una pendiente de descenso mayor que la usada en aterrizaje con instrumentos; es decir, con deficientes condiciones atmosféricas. Para aterrizaje a ciegas—contando con el sistema Bake, universalmente empleado—, la longitud de pista que se deduce de las curvas debe incrementarse en otros 1.000 pies. Citamos el sistema Bake porque su fundamento es también empleado en Estados Unidos. Teniendo en cuenta las regulaciones que limitan la velocidad de desplome en el avión de transporte, Warner da como máxima carga alar permitida en el aterrizaje los valores de: 38 libras por pie cuadrado con flaps normales y 48 libras con flaps especiales de superficie variable. Resultan para el aterrizaje longitudes de pista alrededor de 5.100 pies; y contando con el aterrizaje a ciegas, resultan 6.000 pies.

Se ha partido de una velocidad de desplome actual; pero no puede pensarse que dicha regulación no varíe en el tiempo de vida de los aeropuertos actualmente en proyecto. Las mejoras, tanto en las características de los aviones como en los métodos de protección de vuelo, permiten esperar que se podrá arribar al aeródromo y aterrizar con la misma seguridad que ahora, pero con velocidades mayores. Warner no se atreve a señalar el límite de posibilidades en el futuro próximo, ya que ello depende de una evolución tan compleja como es la de los sistemas radioeléctricos. Pero estima razonable anticipar que, como mínimo, la velocidad de desplome se puede aumentar en un 20 por 100 en los próximos diez o quince años. Aceptándolo, resultará como longitud de pista necesaria para el aterrizaje 7.000 pies en vuelo directo y 8.000 pies en vuelo a ciegas o con instrumentos.

Tampoco Warner incluye, como en el caso de despegue, el empleo posible de sistemas especiales para el frenado, tales como las hélices reversibles. Con ellos se compensaría en parte el aumento de pista que provoca la mayor velocidad de desplome permitida como límite.

En definitiva, la consecuencia final, que dada por Warner parece representar casi la opinión oficial en los Estados Unidos, es la siguiente: "No debe forzarse la importancia de estas pistas muy largas: 7.000 pies para servicios moderados y 10.000 pies para largas distancias, presentan claras ventajas allá donde el terreno permita encontrarlas con economía. No hay duda que dentro de los próximos diez años habrá aviones que puedan hacer buen uso de tales pistas e incluso mayores. Es de suponer que los aeropuertos termina-

les típicos estarán dotados de tales pistas; y que la ciudad que no pueda contar como mínimo con 6.000 pies de longitud de pista, estará en desventaja para ocupar un lugar en las rutas aéreas principales, aquellas donde se usen aviones de altas características. Pero tampoco hay duda que en los diez años después de la guerra habrá muchos aviones en uso normal de transporte que puedan operar con seguridad y con buenas cargas de pago sobre pistas de 4.500 pies de largas y aun menores." El final se refiere a líneas secundarias.

UN AEROPUERTO FUTURO: EL DE LONDRES

Para contrastar, al menos en parte, las directrices que se han ido relatando, convendría compararlas con los aeropuertos mundiales más importantes construidos recientemente o que actualmente están en proyecto. Faltan datos para esta labor; pero puede mencionarse algo como ejemplo de uno de los aeropuertos que, pronto será de los más importantes del futuro: el proyecto de Mr. F. G. Miles para Londres.

En el caso de Londres se cree que serán necesarios varios aeródromos para el tráfico local, aparte de uno especial para las comunicaciones transoceánicas y los grandes empalmes continentales; es a este último al que se refieren los siguientes datos:

Su emplazamiento se halla a cuarenta millas en la orilla meridional del estuario del Támesis. Con servicios especialmente creados por carretera y ferrocarril, treinta minutos de recorrido bastarán para enlazar con la ciudad; se cuenta incluso con un túnel bajo el río para enlazar con la orilla Norte.

Las dimensiones totales son ocho millas de largo y cinco de ancho, con una disposición de terreno rodeado por el río en dos de sus lados, de modo tal que permite una disposición simétrica tomando como eje la dirección de los vientos dominantes.

Las pistas son seis de dos millas y media de largo por 600 yardas de ancho, fácilmente ampliables. Como se ve, el tamaño de las pistas rebasa lo asignado por Warner.

Cuenta además con la posibilidad de un lago de seis millas de largo por cuatro de ancho. El proyecto piensa así en la posibilidad de utilización de los hidroaviones, al menos para carga.

La capacidad del aeropuerto es de un movimiento, salida o llegada, cada cinco minutos, y el total del tráfico se calcula en ocho millones de viajeros al año.

El movimiento de viajeros y mercancías en tierra se ha hecho con una distribución en sentido vertical. Los viajeros llegan al edificio administrativo por un nivel diferente que las mercancías; y para unos y otras, pasajeros y carga, los accesos por carretera y por ferrocarril son a su vez en niveles diferentes. Con ello se ha buscado economía constructiva, concentración de servicios y facilidad de movimientos.

Desgraciadamente, se consideran aún reservadas las disposiciones que el aeropuerto debe tener para protección del vuelo; y nada se puede concretar en este aspecto tan interesante.