

Aeropuertos¹

Proyecto de un aeropuerto.

Hemos visto las condiciones generales que debe cumplir un aeropuerto; es raro encontrar uno que las reúna todas y que sólo necesite colocar los edificios en el sitio más conveniente; de las condiciones que hemos visto eran precisas, las hay: *a)* no modificables artificialmente para un emplazamiento determinado, como son las climatológicas e influencia de la ciudad, y *b)* modificables por obras, como son la naturaleza del terreno, nivelación, ausencia de obstáculos, etc. Las primeras nos llevarán a establecer el aeropuerto en un terreno prácticamente fijo, el cual será muy difícil reúna las condiciones *b)* de naturaleza y calidad del terreno, nivelación y ausencia de obstáculos; la naturaleza del suelo la cambiaremos, si es preciso, por medio de un buen sistema de drenaje, se harán desaparecer los obstáculos y se construirán pistas artificiales, o bien un firme general de rodadura, para lograr la consistencia precisa. Tendremos, además, que dotar al aeropuerto de edificios para viajeros y mercancías, iluminación, señales, hangares, talleres y almacenes, de todos los servicios, en fin, que precisa un tráfico de la intensidad del que soportan los grandes aeropuertos, como Hamburgo, Berlín o Londres. Claro que el problema no es el mismo para un aeropuerto terminal del tipo de los que hemos citado, que en el caso de que se trate de un aeropuerto de interés local o de uno auxiliar; tendremos, por tanto, que determinar primeramente cuál es el servicio que ha de desempeñar el aeropuerto; éstos, en general, pueden ser:

1.º Aeropuertos internacionales, de servicio regular de grandes líneas aéreas, en los cuales es necesario existan aduanas, hotel, oficinas de turismo, correspondencia con ferrocarriles, hangares y talleres de importancia suficiente para el número y el tamaño de los aparatos a servir.

2.º Aeropuertos municipales, como existen para el servicio de gran número de ciudades americanas y alemanas; el tráfico que deben soportar es local y mucho menos importante, y ello permite suprimir varios servicios, como el de aduanas, por ejemplo, y reducir el tamaño de los demás por la menor intensidad del tráfico.

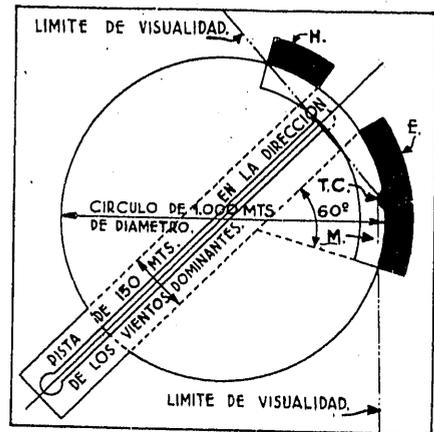
3.º Aeropuertos de ruta o aeropuertos intermedios en grandes recorridos, dedicados especialmente a surtir de gasolina a los aviones, en los cuales se puede prescindir de la mayoría de los servicios anejos, reduciendo a un mínimo hangares y talleres.

4.º Aeropuertos de socorro, que deben tener únicamente iluminación nocturna, indicadores de vientos y teléfono, para avisar en caso de una avería, y

5.º Aeropuertos privados, para la enseñanza o deporte, servicio de casas constructoras, etc.

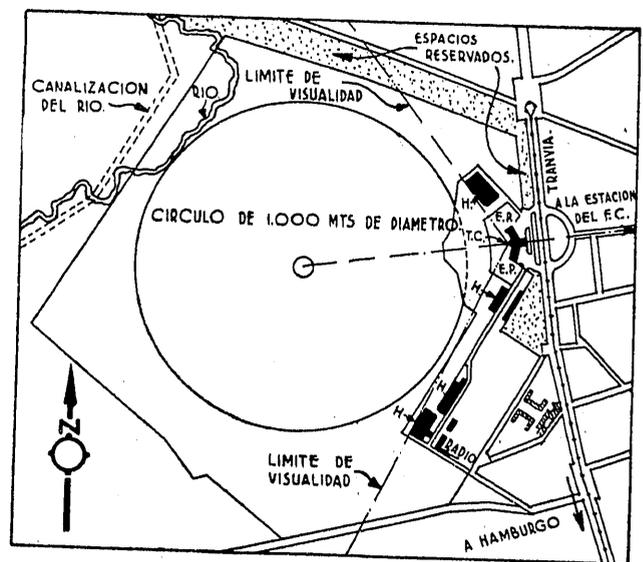
Para un tipo de aeropuerto es necesario fijar la densidad de tráfico, para el cual se han de proyectar, no sólo sus pistas, sino los servicios anejos de hangares, talleres, hotel, etc. . . ; determinar la cifra del

tráfico probable es, en todo caso, muy difícil, máxime en nuestro país donde la aviación comercial puede decirse está en sus comienzos; no es conveniente quedarse cortos en las hipótesis y, al mismo tiempo, no es posible, económicamente, construir aeropuertos de capacidad muy superior a la que corresponde al tráfico del momento. La solución está en proyectar el



- H. = HANGAR.
- M. = MUELLE.
- T.C. = TORRE DE CONTROL.
- E. = ESTACION.
- E.P. = ESPACIO RESERVADO AL PUBLICO.

1. PLANO TEORICO PARA UN AEROPUERTO UTILIZABLE EN TODAS DIRECCIONES.- LOS EDIFICIOS VAN SITUADOS ALREDEDOR DEL CIRCULO DE ATERRIZAJE.



APLICACION DE LA DISTRIBUCION N.º 1 AL AEROPUERTO DE HAMBURGO.

Figura 13.

¹ Véase el número anterior, pág. 145.

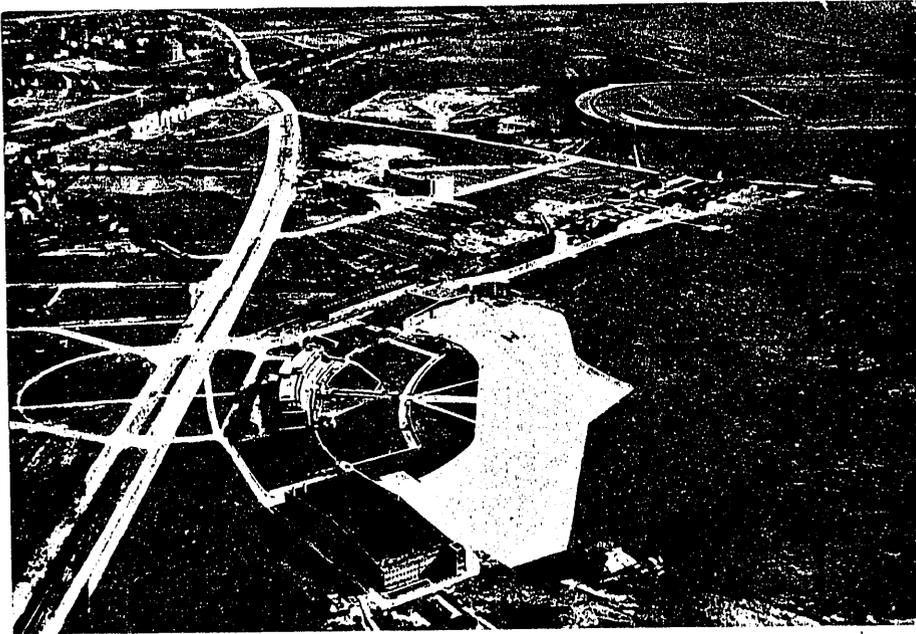


Fig. 14. — Aeropuerto de Hamburgo. Vista general.

se desarrolla la política de adquisición de terrenos para parques, especialmente en los Estados Unidos e Inglaterra.

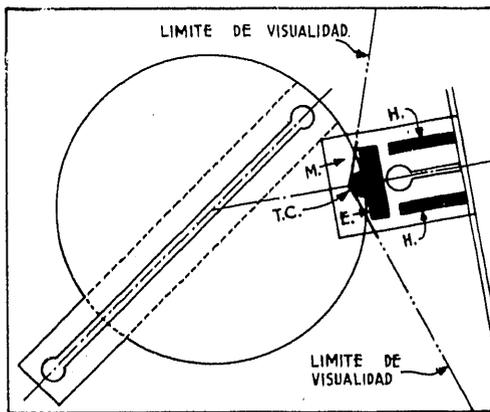
Naturaleza y preparación del terreno.

La naturaleza del terreno tiene importancia muy grande en las operaciones de despegue y aterrizaje; la disminución de velocidad que produce un terreno desigual y húmedo obliga a una mayor longitud de rodadura del aparato antes de alcanzar la velocidad necesaria para el despegue e incluso puede impedir que, so pena de forzar la potencia, llegue a alcanzarse; por otra parte, una superficie excesivamente lisa puede hacer, en tiempo húmedo, difícil el manejo del aparato.

aeropuerto con toda amplitud, con las hipótesis más ambiciosas y construir de momento sólo aquello que sea preciso, pero dejando todo dispuesto para que las ampliaciones se vayan haciendo sin trastorno, ni gasto suplementario; para esto es necesario, no sólo el plan de conjunto de los servicios, sino también disponer del terreno preciso para las sucesivas ampliaciones; esto puede lograrse haciendo la adquisición de la totalidad del terreno y arrendando lo que inmediatamente no se utilice, para usos que no resulte costoso desaparezcan en el momento en que sea preciso utilizarlo; también puede ser una solución la adquisición de opciones para el terreno que no se compre inmediatamente, en forma análoga a como

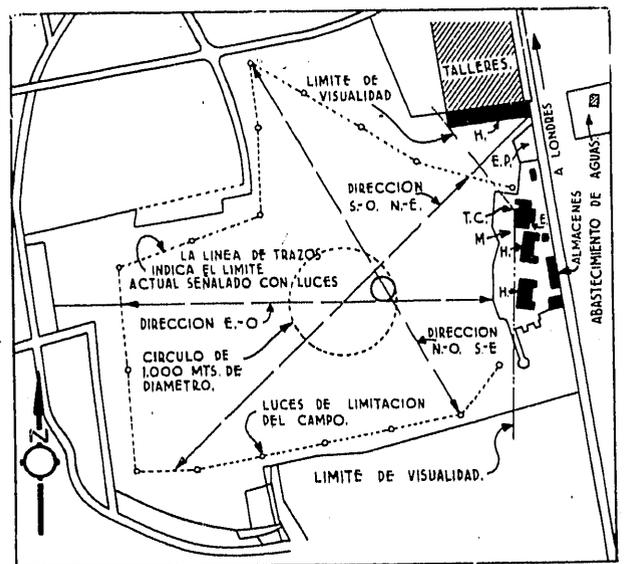
Si 100 es la eficacia de un tarmacadán, un firme de césped seco y con hierba bien cortada será 60 y la misma superficie mojada 40; estas cifras quieren decir que un aeroplano, en idénticas condiciones, necesitará longitudes de despegue inversamente proporcionales a ellas; las cifras anteriores demuestran de un modo experimental la influencia de la naturaleza del terreno en la superficie necesaria para el aeropuerto.

La desigualdad del terreno no solamente es causa de un aumento de resistencia, que se traduce en la necesidad de un mayor esfuerzo de tracción, según acabamos de ver, sino que, además, un terreno desigual es desagradable para los viajeros; hay que tener en



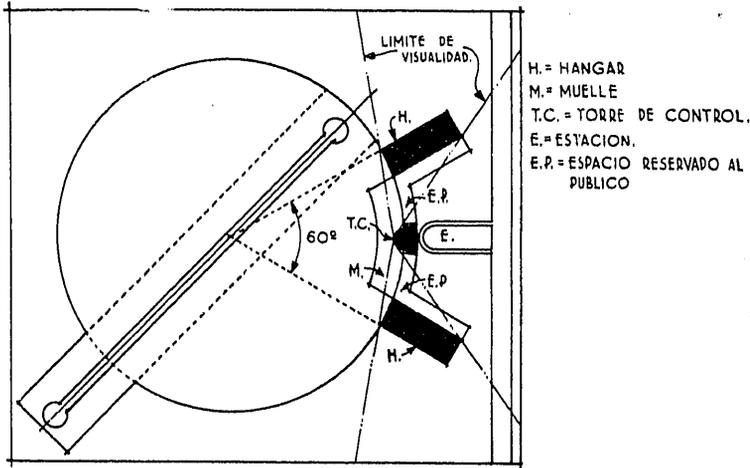
H. = HANGAR.
M. = MUELLE.
T.C. = TORRE DE CONTROL
E. = ESTACION
E.P. = ESPACIO RESERVADO AL PUBLICO

2-TIPO TEORICO DE AEROPUERTO UTILIZABLE EN TODAS DIRECCIONES. — LOS EDIFICIOS FORMAN UN BLOQUE CON PEQUEÑO FRENTE AL AREA DE ATERRIZAJE.

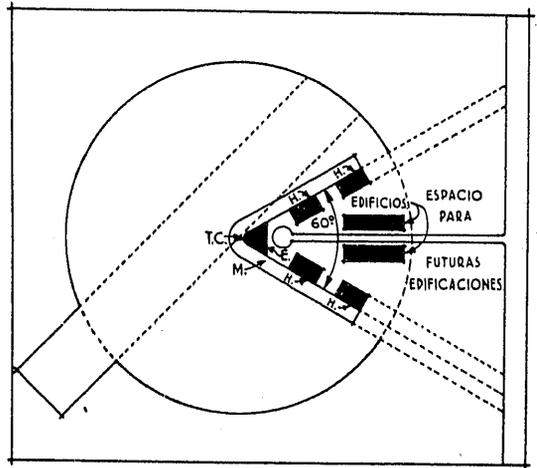


APLICACION DE LA DISTRIBUCION Nº2. AL AEROPUERTO DE CROYDON (LONDRES). — CONVIENE FIJARSE EN LA FORMA IRREGULAR.

Figura 15.



3.-DISPOSICION TEORICA DE AEROPUERTO UTILIZABLE EN TODAS DIRECCIONES.- LOS EDIFICIOS SE SITUAN EN FORMA ANGULAR FUERA DEL CAMPO DE ATERRIZAJE.



4.-EJEMPLO TEORICO DE LA DISPOSICION DUVAL. LOS EDIFICIOS SE DISPONEN DENTRO DE UN ANGULO DE 60° CON VERTICE EN EL CENTRO DEL CIRCULO DE ATERRIZAJE.- SU EMPLAZAMIENTO RESPETANDO LA DIRECCION DE LOS VIENTOS DOMINANTES.

Figura 16.

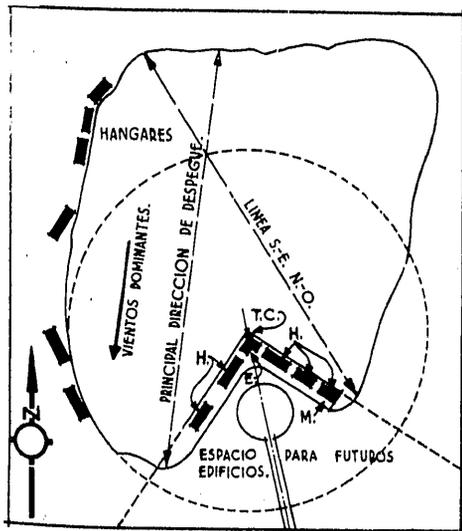
cuenta que los aeroplanos tienen que rodar a grandes velocidades, tanto en el despegue como en el aterrizaje y que las desigualdades del firme causan una vibración molesta del aparato; un ensayo experimental, de igualdad del terreno a utilizar, consiste en hacer rodar sobre él, un pequeño automóvil a una velocidad de unos 60 km. por hora; el terreno será aceptable, si esto puede hacerse sin molestia grande.

Otro factor importante con relación a la naturaleza del terreno es su resistencia; los grandes aparatos de viajeros llegan a pesar, cargados, hasta 15 toneladas, y este peso, transmitido prácticamente por las dos ruedas delanteras al terreno y teniendo en cuenta la acción del impacto, llega a originar cargas por centímetro cuadrado de 2 a 3 kg.; es necesario que el terreno soporte estas cargas, sin deformación apreciable y con un exceso de resistencia, que nos ponga a

cubierto de los aumentos que, en un porvenir próximo, tal vez puedan originarse por el incremento de peso de los aparatos. Los ingleses efectúan un ensayo experimental, consistente en hacer rodar lentamente por el terreno un camión cargado de 4 toneladas, que no debe tener tendencia a hundirse, si aquél es capaz de soportar, en condiciones de seguridad, las cargas de los grandes aparatos actuales.

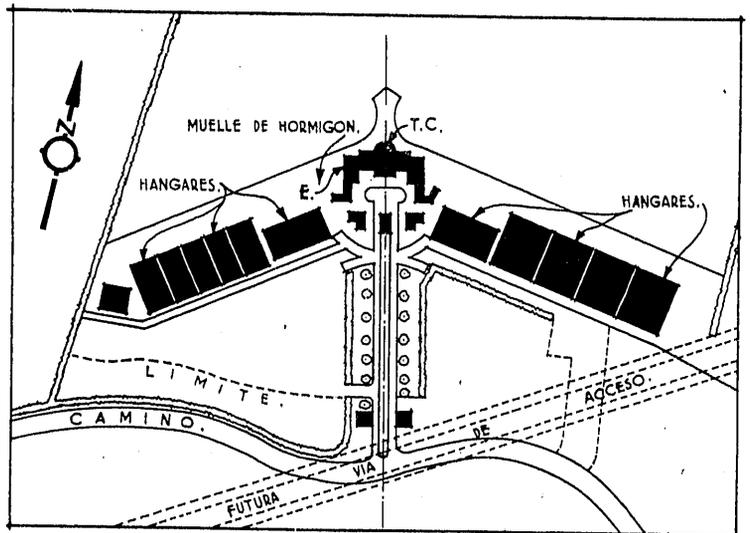
El terreno no debe estar formado por materiales sueltos, como arena, tierra suelta, etc., que puedan producir polvo, pues las hélices de los aparatos lo levantarán en gran cantidad, y esto es, no sólo una molestia para los viajeros, sino que puede llegar a ser un peligro para los motores, en los cuales puede introducirse, causando un desgaste excesivo en sus piezas móviles y cojinetes.

En este aspecto de la resistencia y condiciones del



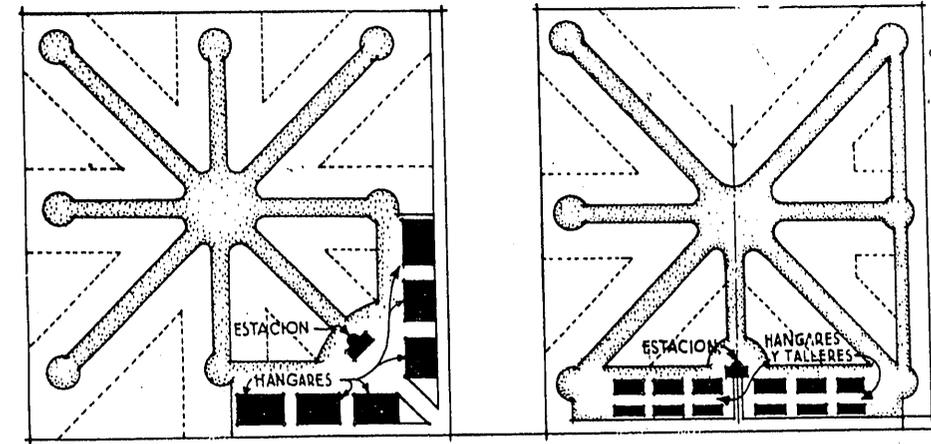
APLICACION DE LA DISPOSICION "DUVAL" AL AEROPUERTO DE LYON.

H. = HANGAR.
M. = MUELLE.
T.C. = TORRE DE CONTROL.
E. = ESTACION.
E.P. = ESPACIO RESERVADO AL PUBLICO.



DISPOSICION DE LOS EDIFICIOS DEL AEROPUERTO DE HESTON (LONDRES) CON ARREGLO AL PRINCIPIO "DUVAL".

Figura 17.



A.- EDIFICIOS AGRUPADOS EN LOS DOS LADOS DEL ANGULO OPUESTO A LA PISTA DIAGONAL PRINCIPAL. B.- LOS EDIFICIOS EN UNO SOLO DE LOS LADOS.- LAS PISTAS DIAGONALES SON MAS EFICACES.

OCHO PISTAS DISPUESTAS EN "UNION JACK".

Figura 18.

terreno, hay que tener en cuenta el tamaño del aeropuerto y la intensidad del tráfico que ha de soportar; el terreno tendrá que ser más consistente según sea más intenso el tráfico, pues la intensidad influye de un modo decisivo en la elección del firme recomendable; cuando el tráfico no es muy intenso y el clima es adecuado, un firme de césped da excelente resultado, disponiendo el drenaje preciso para que un grado de humedad excesivo no pueda ser perjudicial para la resistencia; cuando ha de resistir un tráfico de gran intensidad, las pistas de muelle de llegada, estacionamiento de aparatos, despegue y aterrizaje en las direcciones principales, se construyen de firmes de mayor resistencia, tarmacadán, hormigón, etc...; se refuerza así, aquella zona que ha de tener una mayor intensidad de tráfico, ante la imposibilidad económica de construir un firme de alta resistencia para la totalidad del campo; estas pistas son del ancho suficiente para permitir la maniobra de uno a más aparatos en la dirección de los vientos dominantes; el trazado de estas pistas tiene una gran importancia técnica y económica.

Al principio, la consideración de los vientos dominantes servía de guía única para su trazado, que se desarrollaban en una forma irregular, con complicadas intersecciones en el centro. Posteriormente, un estudio más científico de la cuestión, especialmente en los Estados Unidos, ha llevado a soluciones más perfectas, desde el punto de vista práctico y económico. El problema que se plantea consiste en determinar qué superficie es preciso pavimentar para obtener la máxima eficacia, con el menor coste de establecimiento y conservación; la solución depende de las condiciones meteorológicas y topográficas que antes hemos estudiado. Evidentemente, la solución ideal sería un círculo de la mínima dimensión, con firme utilizable en todas direcciones y que tuviera, en la de los vientos dominantes, una pista debidamente acondicionada; un ejemplo de

esta disposición es la adoptada en el aeropuerto de Capetow (Australia).

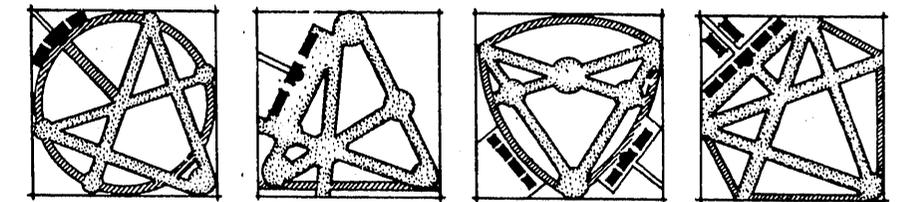
Disposición de los edificios propios del aeropuerto.

En la dirección de las pistas no deben existir obstáculos, puesto que lo son de máxima utilización. Hemos visto que, además de la zona utilizable por los aviones, es preciso, en una concéntrica con ella, tener una ordenanza de edificación, que evite se levanten edificaciones u otras estructuras que puedan ser un obstáculo para las operaciones de aterrizaje o despegue. Cuantos edificios se levanten dentro de estas zonas, deben ajustarse a las restricciones

de altura, que por su distancia a la zona de aterrizaje les corresponda, y su emplazamiento debe estar coordinado con el trazado que tengan las pistas.

La solución más corriente es colocar los edificios en la periferia de la zona de aterrizaje, ocupando un sector del círculo teórico, según puede verse en la figura 13; en esta disposición teórica se han colocado los edificios principales en un sector de 60° a uno de los lados de la pista, dispuesta en la dirección de los vientos dominantes, que tiene un ancho de 150 metros; al otro lado de la pista puede disponerse también algún edificio, siempre que quede libre entre ellos el ancho correspondiente, como se ha hecho en la figura 13; la obstrucción que los edificios representan, está colocada en un sector de mínima utilización; ejemplo de esta disposición es el aeropuerto de Hamburgo, cuyo plano puede verse en la figura 13 y una vista del mismo en la fotografía (fig. 14).

Otra disposición consiste en agrupar, concentrándolos, los edificios del aeropuerto en una zona exterior al círculo del mismo, en forma similar a la figura 15; tiene esta disposición la ventaja de que se obstruye una mínima longitud del segmento de círculo; tiene el inconveniente de que los aparatos deben necesariamente de rodar un trecho importante para ir a los hangares, y además, y este es el inconveniente más importante, la torre de mando está mal colocada,



C.- RECOMENDABLE PARA UN CAMPO CIRCULAR. D.- BUENOS ACCESOS Y ESPACIOS PARA EDIFICIOS. E.- BUENOS ACCESOS. F.- BUENOS ACCESOS; POCO ESPACIO PARA EDIFICIOS.

CAMPOS DE 8 PISTAS CORRIENTEMENTE EMPLEADAS EN E.E. UU.- LAS PARTES PUNTEADAS CORRESPONDEN A LAS PISTAS DE AVIONES Y LAS RAYADAS A LOS CAMINOS PARA AUTOMOVILES.- EL COSTO DE AFIRMADO DE PISTAS SE REDUCE POR LAS PARTES COMUNES.

Figura 19.

pues si bien domina todo el campo, según puede verse en la figura 15, no ocurre lo mismo con los hangares, y el oficial encargado de la dirección del aeropuerto no puede inspeccionar debidamente el movimiento de los aparatos que salen de éstos y que pueden interferir, entrando inopinadamente al campo, alguna de las operaciones de vuelo.

Para evitar este inconveniente, se pueden llevar los hangares dentro de la línea de inspección de la torre, disponiéndolos según los radios del círculo de aterrizaje, dando lugar esta disposición a la figura 16.

Con esta disposición hay un sector de terreno desaprovechado para los efectos de vuelo que se trata de utilizar en la disposición "Duval", en la forma que en la figura se indica;

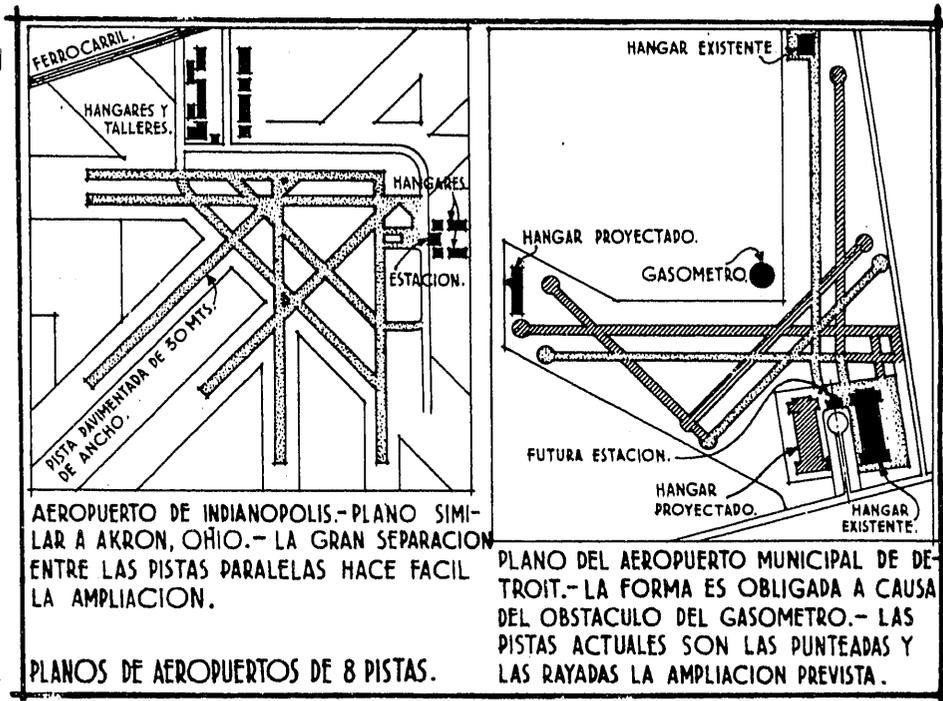


Figura 20.

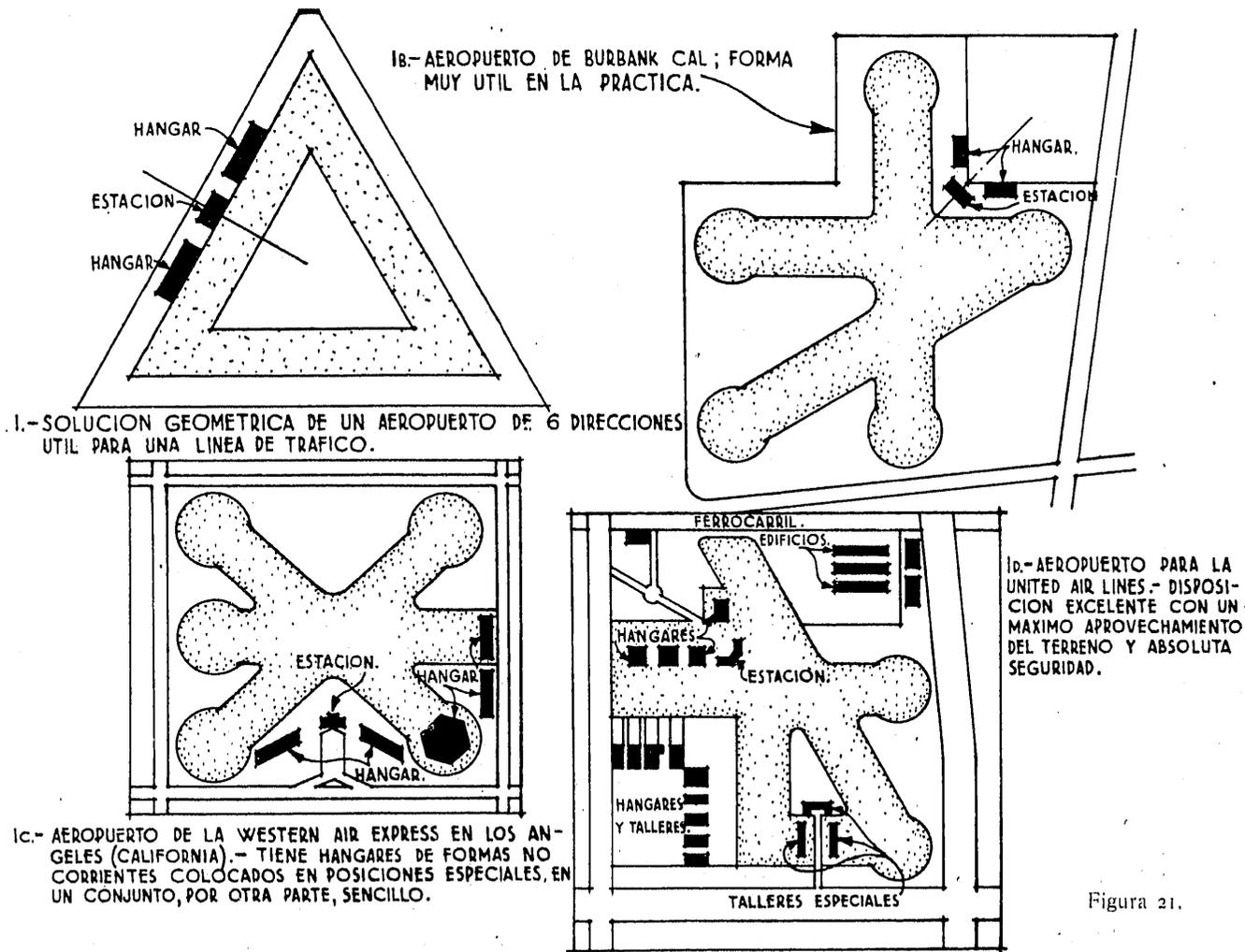
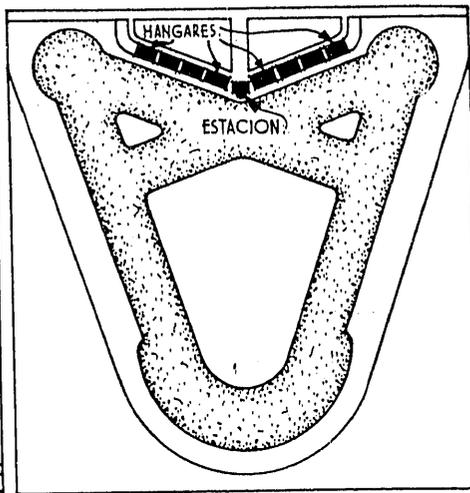
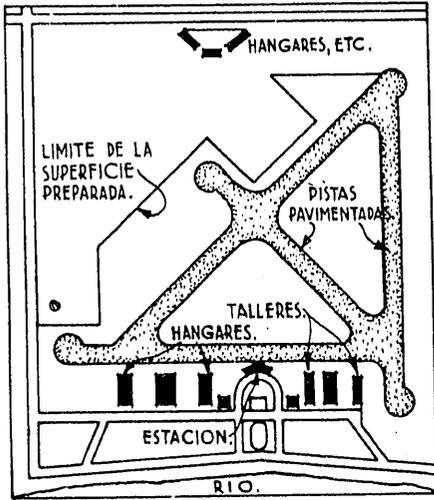


Figura 21.

TIPOS DE AEROPUERTOS AMERICANOS UTILIZABLES EN 6 DIRECCIONES.



ESQUEMA DEL AEROPUERTO DE NEBRASKAN.

ESQUEMA DEL AEROPUERTO DE NUEVA ORLEANS.

Figura 22.

ejemplo de estas disposiciones son los aeropuertos de Lyon-Bron y Londres-Heston (fig. 17).

En el caso de aeropuertos rectangulares, los edificios pueden disponerse en la forma que se indica en la figura 18, dejando libres las pistas correspondientes a las direcciones de los vientos dominantes.

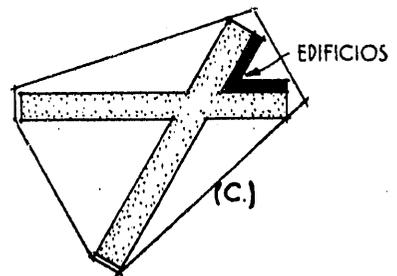
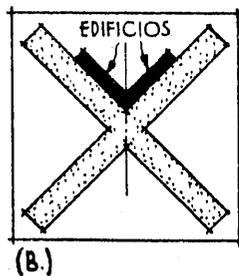
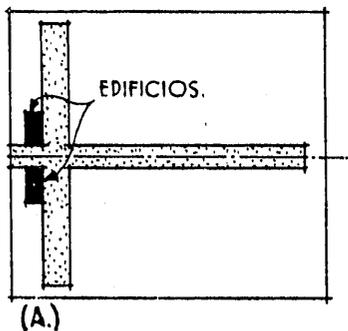
Como resumen de todo lo expuesto, se deduce que los edificios propios del aeropuerto deben disponerse en forma tal, que no obstruyan las direcciones de vientos dominantes. Una alineación continua de edificios constituye un obstáculo continuo al vuelo; cuando las condiciones locales nos obliguen a colocar los edificios en línea, debemos separarlos de trecho en trecho, dejando espacios libres en puntos convenientes, teniendo en cuenta la dirección de los vientos dominantes, espacios que los ingleses denominan *flight ways* o *flying gaps* de 200 a 300 m. de ancho, que permitan, en caso necesario, utilizar direcciones del campo que corten a la línea de edificación.

Es preciso, al proyectar la distribución de espacios de un aeropuerto, reservar una zona para el público, que suele acudir en gran número los días de fiestas aéreas; las zonas reservadas al público deben estar colocadas en forma tal, que tengan la mayor visualidad posible sobre el campo, procurando no

estén orientadas en la dirección de los vientos principales y que no sea preciso ver el vuelo de los aparatos contra el sol; en general, el lado Este del aeropuerto es uno de los más indicados, pues el público puede ver los aparatos de frente al sol de Poniente. En los grandes aeropuertos es preciso reservar zonas próximas para el establecimiento de industrias, teniendo en este caso cuidado de que, aunque colocadas fuera de la zona del campo, no puedan ser un obstáculo que caiga, según ya hemos dicho, dentro de los ángulos de despegue.

Pistas.

Si el firme del campo es capaz de soportar el tráfico al que ha de estar sometido, tendremos un aeropuerto utilizable en cualquier momento en todas direcciones, pero si esto no sucede y tenemos que construir un firme, no podremos, económicamente, establecerle en todo el campo, y habremos de construir las pistas artificiales solamente en aquellas direcciones de máxima utilización o si queremos que el aeropuerto sea utilizable en todas direcciones, buscando, para reducir el coste, el máximo ángulo posible entre las direcciones de los vientos dominantes y el despegue; este máximo ángulo es de $22 \frac{1}{2}$ grados; si queremos construir un aeropuerto utilizable en todas direcciones, deberíamos construir las pistas formando ángulos de 45 grados, dando lugar a lo que se denomina "Unión Jack" (fig. 18); en los aeropuertos de este tipo, de planta cuadrada, con las pistas trazadas según las diagonales y medianas, los edificios tienen que disponerse en uno o dos de los lados del cuadrado, según puede verse en la figura 18 tienen el inconveniente de que los aparatos desde el extremo de una pista, que no termina en los edificios, deben hacer un excesivo recorrido para ir hasta los muelles de llegada; para evitar este inconveniente, se disponen las ocho pistas en formas distintas, como puede verse en las figuras 19 y 20, lográndose campos de condiciones



TIPOS DE AEROPUERTOS DE 4 DIRECCIONES.

(D)-ESTE TIPO SE USA CORRIENTEMENTE EN LOS ESTADOS UNIDOS PARA CAMPOS DE SOCORRO.

Figura 23.

más económicas que la "Unión Jack"; en muchas ocasiones, no es preciso disponer las pistas en ocho direcciones y se construyen aeropuertos de 2, 4 y 6 pistas, siendo corrientes en estos casos las disposiciones que se indican en las figuras 21, 22 y 23; el examen de éstas, más que nada, puede dar idea de sus ventajas e inconvenientes; el tanto por ciento de la frecuencia de los vientos en las direcciones dominantes y la naturaleza del terreno, determinarán la necesidad lógica del número de pistas, al considerar la posibilidad de utilizar en los días en que no reinen los vientos dominantes, el terreno natural del aeropuerto.

Aparte de las pistas de despegue y aterrizaje, es necesario proyectar las pistas de estacionamiento de aparatos y los muelles de viajeros y mercancías; unas y otros deben estar unidos con los hangares, las pistas de despegue y aterrizaje, puesto que el aparato debe ir del hangar a la pista de estacionamiento, de ésta al muelle de viajeros y de aquí a la pista de despegue; las dimensiones de estas pistas dependen



Fig. 24. — Aeropuerto de Hamburgo. Muelles de llegada.

del número de aparatos que deban servir; las pistas y muelle de viajeros pueden estar unidas con los edificios destinados al servicio de éstos por pasos cubiertos, como sucede, por ejemplo, en el aeropuerto de Berlín (Tempelhoff).

José Luis Escario,
Ingeniero de Caminos.

Comparación de distintas disposiciones para tomas de agua de pantanos

En este trabajo comparamos, desde varios puntos de vista, tres disposiciones para tomas de agua, análogas a la fijada para el Pantano de la Fuensanta.

Suponemos obligado el tipo de cierre (doble válvula de compuerta de 70 cm. de diámetro en cada conducto) y su distribución en cuatro grupos, a distintas alturas.

Suponemos también que el primer grupo, de dos conductos de 70 cm. de diámetro, se coloca a la cota 29,50, y el segundo grupo, de cuatro conductos, a la cota 44,50.

Claro es que también se podría hacer variar la situación y número de estos tubos, así como los tipos de cierre; pero, a fin de concretar más, partiremos de esos supuestos, ya que nuestra finalidad es hacer ver las variaciones de coste y rendimiento que prácticamente pueden obtenerse, aun con los mismos elementos, disponiéndolos de una u otra manera.

La figura 1.^a A es una sección de la presa del Pantano de la Fuensanta, sobre la cual se han dibujado distintas disposiciones, cuya comparación vamos a hacer, para mejor comprensión.

La cota del labio del aliviadero de superficie es 95,34, y la del nivel de aguas ordinarias del río, en el lugar de la presa, 22,34. Estas cotas son con respecto a un plano de comparación elegido para esta

obra cuando se hizo el proyecto. La cota de coronación con respecto al nivel del mar es 600.

Las tres disposiciones que vamos a comparar están definidas en el siguiente cuadro:

Cuadro núm. 1.

Número de tubos.	Cotas a que se colocan.	Situación de los cierres.	Nombre que damos a cada disposición.
2	29,50	Exterior Exterior Exterior Exterior	Exterior.
4	44,50		
3	61,00		
3	78,00		
2	29,50	Interior Interior Interior Interior	Interior.
4	44,50		
3	61,00		
3	78,00		
2	29,50	Interior Exterior Exterior Exterior	Proyecto.
4	44,34		
4	59,00		
4	73,84		

Las dos primeras disposiciones no se diferencian más que en la situación de las válvulas: en la prime-