



Universidad Nacional Autónoma de México

FACULTAD DE INGENIERIA

AEROPUERTOS SECUNDARIOS

TESIS PROFESIONAL

QUE PARA OBTENER EL TITULO DE

INGENIERO CIVIL

P R E S E N T A

Luis Manuel Mora Medrano

MEXICO, D. F.

1986



Universidad Nacional
Autónoma de México



UNAM – Dirección General de Bibliotecas Tesis Digitales Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS © PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

Todo el material contenido en esta tesis está protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

AEROPUERTOS SECUNDARIOS

I INTRODUCCION.

II ESTUDIO SOCIO-ECONOMICO.

- A) Definición de la zona de influencia.
- B) Características de los usuarios.
- C) Tipo y motivo de los viajes.
- D) Origen y destino del flujo.
- E) Estudio de la oferta y la demanda.

III CARACTERISTICAS DEL AEROPUERTO.

- A) Pistas, calles de rodaje y plataformas.
- B) Edificio terminal.
- C) Camino de acceso.
- D) Almacenamiento y distribución de combustibles.
- E) Señalamiento y ayudas para la navegación.
- F) Mantenimiento.

IV PLAN MAESTRO DEL AEROPUERTO.

- A) Determinación del plan maestro.
- B) Desarrollo por etapas.

V LOCALIZACION.

- A) Estudios meteorológicos.
- B) Número y orientación de las pistas.
- C) Espacios aéreos.
- D) Determinación de los sitios probables de ubicación.

VI EVALUACION Y JUSTIFICACION DEL PLAN.

- A) Análisis de alternativas.
- B) Obtención de costos.

- C) Determinación de los beneficios.
- D) Índice de rentabilidad.
- E) Índice de productividad.
- F) Beneficio neto actualizado.

VII CONCLUSIONES.

C A P Í T U L O I

INTRODUCCION

Las vías de comunicación logran la integración de las comunidades, constituyendo la parte más importante para el desarrollo de cualquier región del país.

Se requiere una comunicación rápida, fácil y a bajo costo, -- que relacione a los hombres, sus ideas y productos, ya que existen miles de comunidades aisladas, por incorporarse al desarrollo del país y aumentar su actividad socioeconómica.

Las características topográficas del territorio nacional, presentan serias dificultades para lograr rápidamente la integración de una red de comunicaciones terrestres eficiente, teniendo en gran número de casos, -- proyectos lentos en su ejecución, con sus correspondientes elevadas inversiones, debido a sus limitaciones. Esto genera un círculo vicioso: nivel económico deficiente por escasez de comunicaciones, escasez de comunicaciones debido a un bajo nivel económico. Ante este problema, se presenta en forma difícil su solución, sin embargo, lo más viable pudiera ser el aeropuerto, ya que es un elemento de comunicación rápida, que bien proyectada su localización y construcción, puede resultar seguro, eficiente y económico.

El Aeropuerto secundario tiene dos objetivos: primero el ser una obra de función social, ya que tiene la finalidad de servir a cierto núcleo de población; y segundo, permitir la penetración económica, esto es, generar producción en zonas de potencial económico rico; ambos casos se presentan frecuentemente en nuestro país, en el nivel de zonas inexploradas y de regiones de concentración demográfica con padecimientos de aislamiento social. Tales situaciones hacen pensar en el problema de la localización del aeropuerto en función de la accesibilidad como parámetro de primera importan

cia en la ubicación del campo aéreo en proyecto; debe entonces, concebirse - el aeropuerto secundario como una pequeña o mediana terminal que genere localidades de consumo y de producción, mejorando cualitativamente las condiciones de vida de los habitantes del lugar y acelerando la producción, de manera que logren reducirse fundamentalmente los costos de transporte y los de producción de materia prima, en la medida que se incremente el volumen, logrando además reducir el incremento de pérdida de dicha materia prima, sobre todo cuando se trata de la perecedera.

La accesibilidad, los espacios de protección, la naturaleza - del suelo y del drenaje, son difíciles de resolver en aeropuertos secundarios, ya que generalmente se cuenta con capacidad económica reducida y se trata de evitar sacrificios por resolver estos factores. Fundamentalmente se presenta la siguiente alternativa: construir aeropuertos que resuelvan como se pretende el problema de comunicación, integrando regiones a la vida nacional, con limitaciones en la seguridad de las operaciones aeronáuticas, o dejar zonas aisladas y hombres improductivos. Dichos aeropuertos representarían un medio esencial para el transporte de pasajeros y mercancías en zonas que no permiten el uso económico de otros medios de transportación. No se debe arriesgar la vida humana pero tampoco se pueden dejar desapercibidos a núcleos aislados de mexicanos. Es difícil por supuesto, tomar decisiones definitivas, por lo que habrá que justificar la construcción del aeropuerto, tomando en cuenta que : no existirá competencia con otros medios de transporte y que realmente se requiere la comunicación por la vía aérea.

Básicamente sería un medio complementario ya que con la utilización de aeronaves ligeras, de corto radio de acción, o bien, aeronaves medianas con mayor radio de acción, se conduciría a los usuarios entre puntos alejados de las grandes terminales de aviación, de autobuses y de ferrocarriles, cubriendo necesidades dentro de áreas no cubiertas por las rutas regulares.

Habrá que asegurar el buen funcionamiento y afinidad entre la comunidad y el transporte aéreo, ya que el último objetivo sería la construcción del aeropuerto.

Es indudable que al aumentar la actividad económica se logra un incremento en los niveles de ingreso regionales, reflejándose así mismo en otros factores, como son: el incremento en la productibilidad agrícola, en niveles ocupacionales, en mejoramiento educacional y sanitario, etc. Dicha actividad económica se veía aunada además con el desarrollo de la --- afluencia y distribución de corrientes turísticas, trasladadas en aeronaves ligeras.

Por lo tanto, el presente trabajo está encaminado a ayudar en la solución de los problemas antes mencionados, mediante la planificación de los aeropuertos secundarios, combinando las necesidades de seguridad con el abatimiento en los costos de las obras y con la firme esperanza de que sean el lazo que una más rápidamente todos los rincones de nuestra patria.

C A P I T U L O I I

ESTUDIO SOCIO-ECONOMICO

En círculos crecientes de opinión en los diversos países poco desarrollados se ha llegado al convencimiento de que el desarrollo económico no se debe dejar abandonado al juego espontáneo de las fuerzas de la economía, sino que, por el contrario, requiere de un esfuerzo deliberado, orientado de modo específico a obtener un ritmo más activo de crecimiento por habitante.

El objetivo del estudio socio-económico en un proyecto aeroportuario, consiste en estimar la cuantía de los bienes o servicios provenientes de esta nueva unidad de producción, que la comunidad estaría dispuesta a adquirir bajo ciertas condiciones y a determinados precios.

Los antecedentes que es necesario recopilar para el estudio socio-económico, se refieren tanto a la información estadística pertinente - así como a las características del mercado en cuanto a comercialización, normas legales, tipificación, racionamiento, controles de precio u otros elementos de incidencia significativa sobre la cuantía de la demanda y los costos del aeropuerto en estudio. Esta diferenciación entre antecedentes estadísticos y no estadísticos es por cierto convencional, y se adopta sólo para facilitar la exposición.

Los datos de tipo estadístico permitirán computar algunos coeficientes empleados en el análisis de la demanda, la elasticidad de la demanda al ingreso y a los precios. Los demás antecedentes ayudarán a calificar estas estimaciones y a establecer hipótesis razonables sobre las condiciones de comercialización, racionamientos, controles de precios y similares, que podrán regir en el futuro. Quedando a criterio del investigador determinar donde será necesario ir más a fondo, en que casos se deberá recurrir a la --

ayuda técnica especializada para recoger mayores informaciones y en que otros se podrá prescindir de un estudio detallado, por ser suficiente una estimación más o menos aproximada. También queda a criterio del investigador el grado en que se deban extender históricamente las investigaciones. En la mayoría de los casos será preferible que una parte importante de las informaciones, cubra un período relativamente largo. En general, 10 ó 15 años pueden bastar para que las curvas de regresión o de tendencia sean utilizables en el análisis, pese a los posibles trastornos económicos que puedan haber ocurrido durante el período: lo que se persigue es eliminar estimaciones influidas por situaciones anormales que afecten a períodos relativamente cortos.

El conocimiento adecuado del mercado puede requerir un análisis separado de las influencias relativas de factores como el racionamiento de divisas, los tipos de cambio, las fijaciones de tarifas, los subsidios -- o impuestos y otros que tienen su origen en decisiones de naturaleza política. Las informaciones recogidas al respecto serán útiles para hacer apreciaciones respecto a la influencia que tendría sobre el proyecto el mantenimiento o la variación de la política económica, en determinado sentido. Estas -- apreciaciones ayudarán a establecer una hipótesis plausible al respecto con miras a la proyección de la demanda o a la estimación de la demanda actual -- en potencia.

Para obtener antecedentes como los que se acaban de mencionar se han desarrollado técnicas de distinto grado de complejidad, de las que se da una información general ya que es importante conocer lo que se puede lograr, así como sus limitantes. Este conocimiento permitirá concretar objetivos, además de intervenir y juzgar los resultados de la investigación.

La técnica de compilación de informaciones se puede resumir en cuatro puntos: a) investigación preliminar; b) planteamiento de la investigación final; c) recolección de datos; y d) muestreo estadístico.

- a) Investigación y análisis preliminar. Lo primero que se requiere

es definir claramente las informaciones que se desean obtener. Esto no siempre se consigue en el trabajo de gabinete y muchas veces es útil realizar investigaciones previas de carácter no sistemático. Una encuesta informal en diversas fuentes de información puede suministrar una idea general del problema del mercado para el aeropuerto en estudio y permitir el reconocimiento de puntos clave que han de examinarse en las diversas fuentes de información puede suministrar una idea general del problema del mercado para el aeropuerto en estudio y permitir el reconocimiento de puntos clave que han de examinarse en las diversas publicaciones especializadas y en fuentes directas. Este sondeo inicial tiene por objeto establecer algunas hipótesis de trabajo para la investigación sistemática y fijar los puntos que necesitan o merecen un conocimiento más a fondo. No siempre se justificará agotar la investigación en cada uno de los puntos. Los sondeos preliminares y el criterio del proyectista deberán indicar en cada caso la orientación de la investigación, los puntos que conviene precisar y los recursos que se justifica destinar a esta parte del estudio. ((i))

- b) Planteamiento de la investigación final. Definidos claramente los propósitos de la investigación, se debe organizar el trabajo de recolección. Habrá que esquematizar los tipos y fuentes de datos requeridos en el estudio; preparar los formularios que han de utilizarse, definir el muestreo con que se va a trabajar, organizar los equipos de trabajo y determinar los costos del estudio y los requisitos de personal. Dentro del esquema anterior lo más importante es sin duda la determinación de los tipos y fuentes de los datos que se van a emplear y del sistema de muestreo.
- c) Recolección de datos. Las fuentes de los datos pueden ser primarias o secundarias. Las primarias son los usuarios; los ---

((i)) La inclusión de numerosas estadísticas nacionales e internacionales con el sólo objeto de aumentar el volumen del estudio es totalmente injustificable. Sin embargo, se suelen encontrar proyectos con recopilación de datos indiscriminada que pretenda replazar un verdadero análisis.

prestadores de servicios, tanto de particulares como del gobierno; los archivos de las empresas (cuando estas son antiguas en el ramo); y otras, y se pueden aprovechar mediante trabajos de encuesta, observación o experimentación. Las fuentes secundarias son las publicaciones especializadas, las estadísticas oficiales, los estudios de institutos privados o gubernamentales y otras similares.

El método de observación consiste en la recolección de informaciones mediante el examen visual y la anotación de fenómeno que se estudia. Este método tiene la ventaja de reducir la influencia que ejercen las inclinaciones subjetivas del que recoge los datos y del informante, pero no siempre es aplicable.

El método experimental consiste en realizar pruebas para comprobar las reacciones del mercado frente a las variables investigadas. Se procede en forma similar a la de laboratorio, es decir, experimentando en una zona restringida que sea representativa de toda el área de servicio. Lo que para el caso de aeropuertos es ineficaz elaborarlo en la forma antes descrita, la manera de aplicar este método de experimentación es mediante la comparación de proyectos ejecutados en zonas similares a la que está en estudio y la experiencia obtenida se puede tomar como base de decisión.

Las encuestas constituyen el procedimiento más difundido en la obtención de datos. Se suele clasificarlas en encuestas de hechos, de opinión y de interpretación. En las primeras se registran hechos concretos, en las encuestas de opinión se trata de conocer los puntos de vista del sujeto respecto a un punto específico, las encuestas de interpretación, son en las que se indaga el por qué de la preferencia hacia este servicio, estas últimas son utilizadas con gran frecuencia pero se pone en duda las ventajas que presentan.

La preparación de formularios para la obtención de datos de fuentes primarias supone abordar cuestiones tales como las ventajas que puede tener hacer las preguntas por escrito, a través de correo, por teléfono o por visita personal, así como los formatos y tamaños que haya que adoptar y a la ordenación de las preguntas de los formularios y su longitud y forma de redacción, y en fin, la consideración del pro y del contra de todos los aspectos formales que pueden influir en el éxito de la investigación.

- d) Muestreo estadístico. El principio de este muestreo es el siguiente: "si se considera un conjunto de casos (llamado universo) del cual se desea conocer determinadas características, se acepta que, tomando un número adecuado de los casos como muestra y eligiendo los componentes de esta muestra de determinada manera, sus características reflejarán las del universo. Sin embargo, este método presenta limitaciones como el elegir erróneamente algunas muestras que no sean afines al proyecto aeroportuario, que el número de muestras tomadas no sea el suficiente para considerarse como significativo, que el tipo de información recolectada sea deficiente, o por el contrario sea excesiva que conduzca a errores. En consecuencia, son tareas básicas de un buen muestreo la determinación del número mínimo adecuado para que la muestra sea significativa y la adopción del criterio más adecuado para seleccionar los elementos que van a componer la muestra a fin de que sea representativa. Ambos problemas deberán ser objeto de abundantes estudios.

A) DEFINICION DE LA ZONA DE INFLUENCIA.

Es indispensable abordar el proyecto desde el punto de vista geográfico o territorial. Conocidos los objetivos de producción en cada sector económico y la localización de los recursos naturales básicos, será posible formar complejos de proyectos sobre una base regional.

Se podrán cotejar en seguida estos complejos deducidos del análisis territorial y del análisis técnico, para formar finalmente una lista de proyectos concretos de estudio.

El conocimiento de como se distribuyen los usuarios en un área geográfica dada, influirá tanto en la cuantía de la demanda como en la localización del aeropuerto, teniendo muy presente los efectos que ocasionará el aeropuerto en la distribución de asentamientos humanos, debido al incremento de fuentes de trabajo que existirán tanto en el aeropuerto como en sus zonas aledañas. Siendo notorio que la zona de influencia de un aeropuerto dependerá en gran medida de la accesibilidad que brinde el proyecto al usuario. Una buena localización de este puede contribuir a su vez a bajar los precios y a ampliar la demanda.

En general, los proyectos se delimitan geográficamente, y los estudios de mercado se refieren a determinadas porciones del territorio. Estos estudios son muy útiles como auxiliares o términos de comparación en nuestro problema final de calcular el volumen de carga ((i)) que se manejará en el aeropuerto, el tipo de aeropuerto ((ii)) y el papel que representa el aeropuerto con respecto a otros aeropuertos.

Después de hacer el análisis de los sectores extractivos de producción y de servicios de la región, habrá que: determinar los centros productores y consumidores; determinar las distancias, los tiempos y los costos entre los centros de producción y consumo con el aeropuerto. Ya con todo lo anterior se obtiene como resultado, la definición de los límites de la zona de influencia a partir de minimizar los costos de distribución y la preferencia que presente la comunidad en transportarse por uno o por otro medio.

B) CARACTERÍSTICAS DE LOS USUARIOS.

El conocimiento de los servicios, que un aeropuerto, en un momento dado es capaz de brindar debe complementarse con informaciones relati--

((i)) Pasajeros y/o mercancías.

((ii)) El tipo de aeropuerto puede cambiar en el futuro en función de la demanda y así también variar su zona de influencia. El tipo de aeropuerto se deduce en el inciso "C" de este capítulo.

vas a las características de los usuarios. En primer término es importante - distinguir si los usuarios del servicio son productores, consumidores, o intermedios (*), de bienes o servicios. Una característica muy importante es - su distribución por ingreso. Las gentes de altos ingresos tienen hábitos de consumo diferentes a las de ingresos bajos y es también conocido que aquellos artículos que comparten el carácter de marginalidad, cuando se trata de usuarios pobres, tienen también el carácter de inestabilidad cuando hay fluctuaciones económicas violentas. En cambio los bienes o servicios que constituyen la mayor parte de los gastos de los usuarios experimentan menores fluctuaciones frente a dichos trastornos. (ver cuadro No. 1)

Todas estas características podrían tener una influencia notable en la estabilidad del transporte aéreo y como consecuencia en el aeropuerto to que se quiera establecer y habrá que tenerlas presentes.

Otros aspectos importantes en este estudio pueden ser las reacciones de los habitantes frente a la presentación del aeropuerto; la relación que guarda con otros sistemas de transporte (**); y conviene averiguar la capacidad de producción de la zona de aquellos productos que serán enviados por vía aérea.

Para obtener este tipo de informaciones casi siempre es necesario hacer uso de encuestas y métodos similares.

C) TIPO Y MOTIVO DE LOS VIAJES.

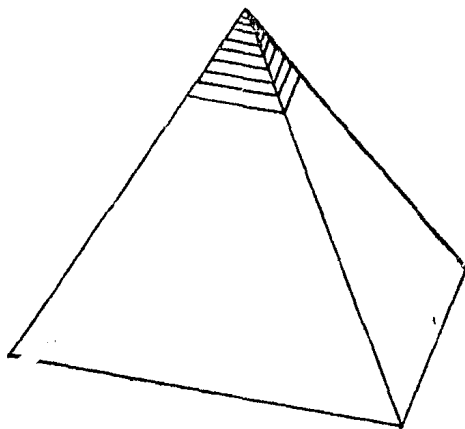
Este aspecto de la investigación tiene por objeto precisar las especificaciones o características que definan con exactitud al aeropuerto en estudio y conocer los fines precisos a que se destina. O sea, que se averiguará cuál es la finalidad del usuario y porque hace el viaje por vía aérea. --- Otros datos necesarios que serán requeridos son: frecuencia con que se viaja, destinos y procedencias de los usuarios (ver inciso D). Los motivos de los viajes pueden ser: por rapidez, por seguridad, comodidad, ser el medio de --- transporte más accesible que otros en la región, etc. Así pues, con esta in--

(*) Aquel que recibe de los productores un bien o servicio, y lo transforma para después ponerlo a disposición de los consumidores.

(**) Habrá que considerar que otros medios de transporte son necesarios para trasladar mercancía y pasaje, de cierto lugar hacia el aeropuerto y viceversa.

formación se puede definir el tipo de aeropuerto según sea el caso: turístico, de negocios (industrial o agropecuario), de penetración (integración socio - económica).

CUADRO No. 1 .- AFINIDAD ECONOMICA Y SOCIAL DE UNA POBLACION CON EL TRANSPORTE AEREO.



La distribución de la riqueza tiene un comportamiento de tipo piramidal y la parte superior de la pirámide es el volumen de habitantes -- que tiene mayor acceso al transporte aéreo. Pero esto no significa -- que la gente de escasos recursos no utilice el transporte aéreo. Existen zonas en las que la transportación por avión es de gran importancia para todos los habitantes de la comunidad; como es el caso de selvas, lugares montañosos, algunas islas, etc. En el caso de los aeropuertos turísticos, generalmente no son utilizados por los habitantes de la comunidad, pero les brindará una mayor actividad por la afluencia del turismo.

D) ORIGEN Y DESTINO DEL FLUJO.

En este inciso se localizarán los puntos que por la actividad económica o social que realizan, enviarán o recibirán carga pagada al aeropuerto en cuestión; teniendo en cuenta que el aeropuerto de origen, será --- aquel aeropuerto del cual sale la carga pagada con destino al aeropuerto que se está proyectando, y que el aeropuerto de destino, será aquel aeropuerto - al cual arriba la carga pagada con procedencia del aeropuerto en estudio. Y sin olvidar que la transportación de la carga pagada no ha terminado al llegar a los aeropuertos, sino que tendrá que salir o llegar de estos por algún otro medio de transporte, incluso el mismo transporte aéreo, si se tratase - de carga pagada de tránsito o de transbordo. Por lo que será indispensable - saber cuales son las actuales y futuras (posibles) fuentes proveedoras y/o - consumidoras tanto de la zona de influencia del aeropuerto en estudio, como de las zonas de influencia de los aeropuertos de origen y destino, ya que dichos puntos generarán una demanda determinada, por consiguiente también será indispensable saber con que frecuencia será utilizado el aeropuerto y qué volumen de carga envía y recibe su zona de influencia.

El método más utilizado para el muestreo es el conocido como "origen y destino". Consiste en llevar un registro, por medio de tarjetas, - de aquellas aeronaves que entran o salen de la estación de aforo, en este caso será la comunidad más cercana al aeropuerto en estudio. Una de las finalidades de este método es la determinación de las líneas de viaje deseables, o ideales, dichas líneas se trazan sobre un plano de conjunto con líneas de espesor proporcional a la cantidad de los usuarios que las requieren. En esta forma se tiene una representación gráfica objetiva de la necesidad de nuevas rutas o de mejorar las existentes, que proporcionen al tránsito aéreo mayor facilidad para su desplazamiento, menor tiempo de viaje (*), operación más - barata y en muchos casos menor riesgo de accidentes. También nos puede indicar la necesidad de construir un nuevo aeropuerto o cambiar la ubicación de donde se pensaba pudiera construirse éste.

(*) Este tiempo de viaje incluye las transportaciones de los productos o los pasajeros, por otros medios de transporte hacia el aeropuerto.

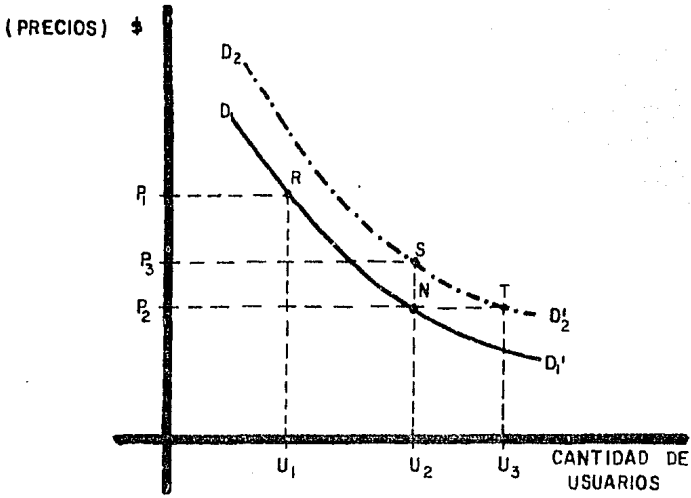
E) ESTUDIO DE LA OFERTA Y LA DEMANDA.

Es bien sabido que la oferta y la demanda determinan el precio de un bien o servicio cualquiera.

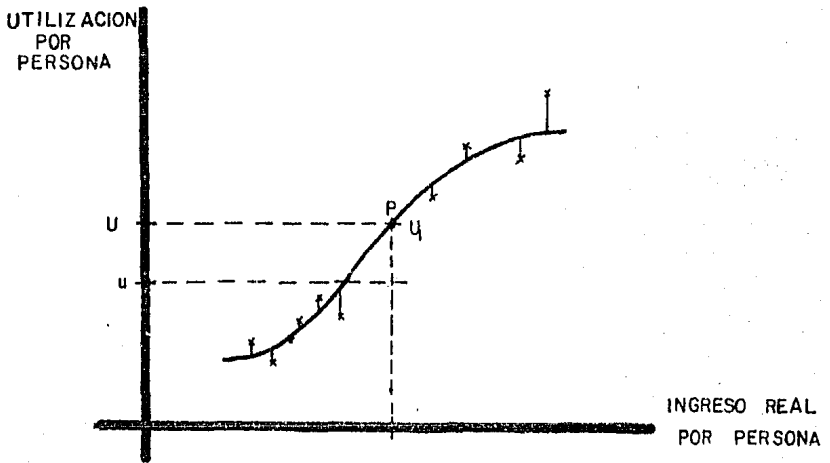
Es muy usual representar en forma gráfica a la demanda, llevando a las abscisas las cantidades utilizadas y a las ordenadas los precios. A medida que son más altos los precios de un servicio, la demanda de éste disminuye, y la curva que relaciona las cantidades con los precios tiene por eso una inclinación descendente de izquierda a derecha (como se ilustra en la gráfica I). De esta manera habrá regiones en las que resulte más barata la transportación aérea de ciertos productos, o bien de personas que en cualquier otro medio de transporte, lo que incrementará la demanda del mismo. En muchas ocasiones el usuario estará dispuesto a pagar un poco más que en otro medio de transporte, debido a un ahorro con respecto al tiempo y a la comodidad durante la transportación, lo que incrementará la demanda por vía aérea.

Al considerar la función demanda $D_1D'_1$ (gráfica I), se observa que en el punto R se tiene una utilización U_1 unidades a un precio P_1 , si el precio cambia y baja por ejemplo a P_2 , la cantidad demandada será U_2 , que es mayor que U_1 . La combinación (P_2U_2) corresponde al punto N, que pertenece a la misma función que demanda el punto R. Pero si al mismo precio P_2 se tiene una demanda U_3 , la combinación (P_2U_3) corresponderá al punto T, situado en una distinta curva de demanda ($D_2D'_2$); también ha habido un cambio de demanda si la misma cantidad U_2 es utilizada a un precio P_3 (correspondiente al punto S en la función demanda $D_2D'_2$), en vez de un precio P_2 (punto N de $D_1D'_1$).

Desplazamientos como el del punto R al punto N en la misma línea de demanda ($D_1D'_1$) no representa cambios en la demanda, sino cambios en la oferta. Si se va de R a N, quiere decir que los precios han disminuido de P_1 a P_2 en virtud de una mayor oferta; por el contrario, si se va de N a R, quiere decir que los precios han aumentado por una disminución de oferta. En cambio, desplazamiento de un punto tal como N a un punto S, indican que, a una -



G R A F I C A I .- PRECIOS - CANTIDAD DE USUARIOS. (función demanda).



G R A F I C A I I .- CAMBIOS DE DEMANDAS CON EL INGRESO.

misma oferta U_2 , los usuarios están dispuestos a pagar más. En este caso ha habido un cambio de demanda desde D_1D_1' a D_2D_2' . Los cambios de demanda significan, que para una misma cantidad ofrecida en el mercado, los usuarios están dispuestos a pagar más o menos que antes, según sea el sentido del desplazamiento. Si lo que varía es la cantidad ofrecida, ello implica que es un cambio en relación con los precios y cantidad de usuarios, dentro de la misma curva de demanda. Los factores que hacen que la curva de demanda se desplace "hacia arriba" o "hacia abajo", desde una posición dada, se relacionan con el nivel y la distribución de los ingresos.

Con respecto al cambio en el nivel de ingreso la premisa general es que los consumidores estarán dispuestos a pagar mayor precio cuando su nivel de ingresos se eleva, y viceversa; si además de un cambio en el nivel de ingresos hay también cambios en su distribución, puede haber no sólo un desplazamiento, sino un cambio de forma en la curva de demanda.

Los cambios en la demanda pueden ocurrir también por alteraciones en la distribución geográfica de la población (por ejemplo, procesos de urbanización, o sea, concentración en las ciudades), por cambios en los gustos o preferencias de los usuarios, por innovaciones técnicas que introducen bienes o servicios sustitutos y por otros factores. En rigor todo análisis de demanda debiera considerar estas influencias posibles, pero es fácil apreciar que para hacerlo existen graves limitaciones teóricas y prácticas. En todo caso conviene tener presente el posible margen de error que se comete al no considerarlas cuantitativamente, y las informaciones que se obtengan sobre ellas permitirán por lo menos una apreciación general acerca de su influencia.

En resumen, funciones demanda como las D_1D_1' y D_2D_2' representan las relaciones entre las cantidades demandadas y los precios, en el supuesto de que se mantengan constantes las demás fuerzas que actúan sobre la demanda, siendo las principales las que están relacionadas con el ingreso. Esta observación es importante cuando se opera con series de valores históricos, ya que dichas series reflejarán también la influencia que otros facto--

res ejercen simultáneamente sobre la cuantía de la demanda. Si las series -- históricas se representan gráficamente, no se obtendrán realmente curvas del tipo D_1D_1' ó D_2D_2' , sino curvas que acusarán la influencia de todos los factores que actuaron sobre la demanda en el período histórico considerado.

Es posible también representar gráficamente las relaciones entre las cantidades utilizadas y los distintos niveles de ingreso. Si se lleva a las abscisas la serie de ingresos por persona, se obtiene una curva que indica las cantidades que los usuarios demandarán a distintos niveles de ingreso. La curva demanda-ingreso es ascendente de izquierda a derecha y tiene una forma semejante a la de la gráfica II. Con esto podemos observar, por -- ejemplo, si un productor utiliza al avión como medio de transporte para así agilizar el movimiento de sus productos en el mercado, podrá incrementar su nivel de ingreso.

Respecto a la curva demanda-ingreso cabe hacer la misma observación en cuanto a las demás variables que afectan a la demanda. Los gráficos obtenidos con series históricas de cantidades demandadas e ingresos revelarán no sólo la influencia del nivel de ingresos, sino la de los precios y demás variables que actuaron en el período histórico considerado.

E.1) Análisis de la demanda actual.

La aplicación de las premisas teóricas a los antecedentes empíricos, tiene por objetivo mostrar las reacciones que una variación de precios o ingresos produce en la demanda del aeropuerto en cuestión. En análisis de los antecedentes permitirá estimar la cuantía real de la demanda en un momento dado, que puede diferir del volumen de transacciones si no han actuado libremente las variables en la demanda. En otras palabras, tal análisis puede ayudar a comprobar una demanda actual insatisfecha y a estimular su magnitud.

Los principales objetivos del análisis de la demanda actual en un proyecto dado podrían sintetizarse en : a) averiguar cuál es la capacidad del aeropuerto a que se refiere el proyecto y que los usuarios están dispues-

tos a utilizar; y b) determinar, con ayuda de los antecedentes, si se justifica la instalación de mayor capacidad en un aeropuerto que ya exista.

Se ha visto, que muchas veces, no hay necesidad de hacer un estudio muy detallado para deducir que una cierta demanda está insatisfecha; basta hablar con alguna (s) compañía (s) que preste (n) el servicio aéreo o con algunos usuarios habituales. El análisis se orientará, entonces, directamente a estimar la cuantía de tal demanda. Cuando la situación del mercado no sea tan clara, la comparación de utilidades, precios, cantidad de usuarios y volumen de las órdenes de los intermediarios en el momento del estudio, con las cifras correspondientes a los años pasados, puede contribuir a una apreciación bastante aproximada del estado actual del aeropuerto. Habrá ocasiones en las que se pueda calcular la demanda insatisfecha por medio de solicitudes no atendidas por los prestadores del servicio. En la recopilación de antecedentes, se debe apreciar, si la demanda insatisfecha se debe a causas que se puedan considerar transitorias o a la falta de capacidad en el sistema.

E.2) Proyección de la demanda.

Es fácil comprender la conveniencia que para el proyecto tiene estimar la demanda futura, tanto en lo que se refiere a capacidad como a precios del transporte aéreo en estudio. Si se decide construir un aeropuerto sin hacer la proyección, se corre el riesgo de no satisfacer la demanda futura, o bien, excederse de capacidad; esto último nos llevaría a no recuperar la inversión en el plazo esperado y a que parte del equipo o instalaciones se vuelvan obsoletas sin haber llegado a ser utilizadas. Esto nos demuestra que no es justificable ignorar la proyección de la demanda a futuro, aunque ésta sea tarea complicada y aún cuando los métodos disponibles para hacerlas sean deficientes y no permitan llegar a una estimación que signifique certidumbre o seguridad matemática. No se puede insistir demasiado en que los juicios o conclusiones que se obtengan en las proyecciones constituyen lo que se podría llamar una estimación ilustrada, a la que se llega por medio de las herramientas de que dispone el análisis económico y de los datos

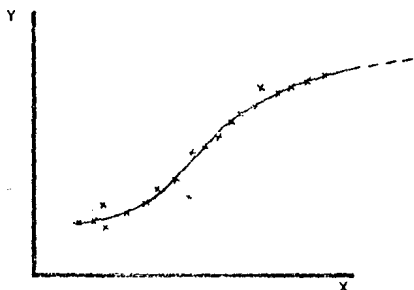
que es posible recopilar para este efecto. En ningún caso se podrá tener la pretensión de determinar exactamente cuales serán las capacidades que hayan que tener y los precios que regirán. La proyección de la cuantía de la demanda y de los precios es uno de los problemas en que la ecuación personal del proyectista deberá suplir la ausencia de otras ecuaciones que pudieran reducir el trabajo a operaciones rutinarias. La teoría de los precios y la teoría económica, en general, no permiten deducir secuencias operacionales tan claras para poder abordar prácticamente el tema. No existen normas definitivas para estimar la demanda futura y sus precios, y los métodos de proyección que se utilizan en la práctica revelan por ello distintos grados de complejidad, que van desde extrapolaciones de tendencias históricas hasta elaborados métodos de correlación. El grado de precisión que se escoja dependerá de la naturaleza del problema, de los datos asequibles y de la disponibilidad de expertos para llevar a cabo este tipo de trabajos. El impulso de actuar con optimismo en los períodos de prosperidad (o a la inversa; la tendencia de no crear nuevas obras por efecto del pesimismo que acompaña a las depresiones), no será el mejor consejero, y las posibilidades se deberán cotear conforme al estudio objetivo y sereno de los antecedentes.

E.2.1) Extrapolación de la tendencia histórica.

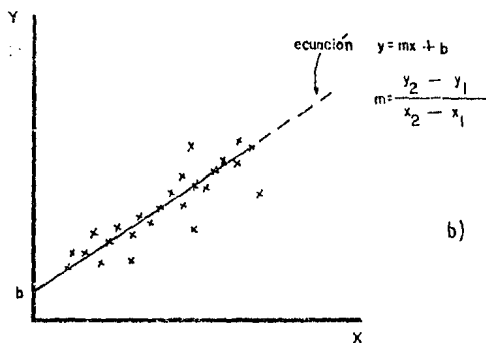
Este es un método gráfico que consiste en establecer una línea de ajuste entre las cantidades utilizadas a lo largo de un cierto número de años, estimando la futura demanda de acuerdo con la tendencia de esta línea de ajuste. En trabajos cuidadosos se opera con la utilización por habitante, en proyecciones burdas se toman sencillamente los usuarios totales. Las series deben ser lo suficientemente largas para que la línea de tendencia no esté afectada en forma exagerada por las alteraciones a corto plazo. (ver gráfica III a).

Desde un punto de vista teórico habría dos modos generales de justificar esta forma de proyectar la demanda. Uno de ellos consiste en aceptar que cada actividad económica sigue una ley de crecimiento que se representa mediante una curva asintótica con el tiempo. Según esta tesis, el examen -

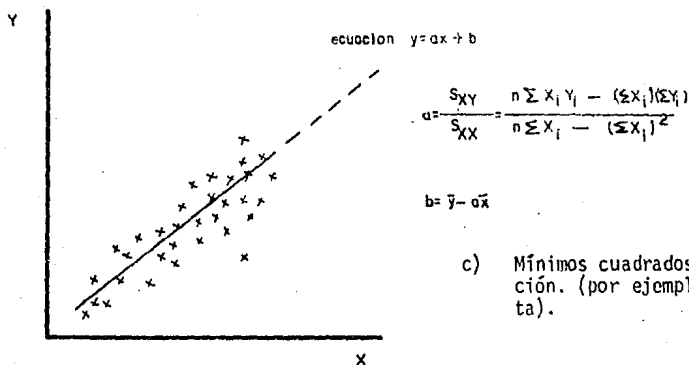
G R A F I C A I I I .- EXTRAPOLACION DE LA DEMANDA EN FUNCION DE LA (S)
ACTIVIDAD (ES) ECONOMICA (S) DE LA ZONA.



a) Extrapolación de la tendencia histórica. (método gráfico).



b) Método libre de ajuste de -- curvas. (por ejemplo línea - recta).



c) Mínimos cuadrados y correlación. (por ejemplo línea recta).

NOTA : Las cruces son los datos obtenidos en el muestreo.

de los datos estadísticos de una serie suficientemente larga permitiría precisar en que parte de esta curva se encuentra la demanda del servicio en el momento que se analiza. Conocidas las características de la curva que describe el crecimiento de esa actividad desde su origen hasta su madurez y la parte ya recorrida de esta trayectoria, sería posible saber si en el período de proyección se mantendrá la tendencia o habrá un punto de inflexión de dicha curva. Si el tramo por recorrer hasta el período en que se supone que la curva cambia de forma es suficientemente largo, se justificará la extrapolación de la tendencia histórica.

Según la otra tesis, los hechos que en el pasado determina--ron el ritmo de crecimiento histórico del servicio o de la utilización, continuarán actuando en el futuro previsible y tendrán un efecto sobre el crecimiento del aeropuerto estudiado, que en promedio será el mismo que se ---observó en el pasado. Esta tesis que se podría llamar de "efectos compensados", hace compatibles los posibles factores que afectan a la demanda, con la premisa de que se compensará su influencia, conjunta o promedio, de modo que el resultado sea igual que en el pasado.

Tanto la tesis de los "efectos compensados" como la del "crecimiento asintótico" son muy vulnerables. Pero aunque el método de la proyección de las tendencias ofrece dudas en el nivel académico, sigue utilizándose en proyectos individuales. Este método es útil en aquellos casos en que se carece de instrumentos para proceder de otro modo y en los que hay algunos elementos de juicio que permitan aceptar la premisa de que las condiciones que se presentaron en el pasado, podrán continuar actuando en el futuro durante algún tiempo.

E.2.2) Método libre de ajuste de curvas.

El juicio de cada uno puede servir de base para aproximar --gráficamente una curva a un conjunto de datos. Pero a diferencia del método gráfico de extrapolación de la tendencia histórica, en el que se continúa -

la tendencia de la curva sobre gráficas, en este se utiliza la ecuación de la curva según sea su tipo (*) y se obtiene el valor de las constantes de la ecuación en los puntos que delinear la curva. (ver gráfica III b).

E.2.3) Mínimos cuadrados y correlación.

Para evitar el juicio individual en la construcción de curvas, en su ajuste a colecciones de datos obtenidos en el muestreo, es necesario obtener la curva de mayor ajuste. (ver gráfica III c).

(*) Sólo en aquellos casos en que sea posible determinar la ecuación de la curva.

CAPITULO III

CARACTERISTICAS DEL AEROPUERTO.

En este capítulo se hace referencia a las dimensiones y disposiciones, reglamentarias para nuestro país, de los elementos que constituyen un aeropuerto secundario y que corresponden a la gran cantidad de necesidades funcionales que este debe satisfacer.

A) PISTAS, CALLES DE RODAJE Y PLATAFORMAS.

Debido a las grandes extensiones de terreno que requieren y a su relación con los grandes espacios aéreos necesarios para las operaciones de las aeronaves, las pistas, las calles de rodaje y las plataformas son el punto de partida para considerar el trazado del aeropuerto. Sin embargo, tiene que proyectarse en relación con los demás elementos del sistema aeropuertario con el objeto de mantener todas las partes del sistema equilibradas. - Este es un proceso que requiere continuas revisiones y ajustes, dado que las pistas y las calles de rodaje son los elementos menos flexibles de un aeropuerto; por consiguiente habrá que considerarlos en primer lugar.

A.1) Pista.

Es el área rectangular de un aeropuerto, que está preparada - para soportar el peso de aquellas aeronaves que efectúen maniobras de recorrido, en el sentido longitudinal de la misma, y de esta manera conseguir -- despegues y aterrizajes.

Las pistas se identifican normalmente mediante los siguientes elementos principales :

- a) El pavimento estructural que soporta el peso del avión;
- b) Los márgenes adyacentes al pavimento estructural, para alojar la circulación de vehículos y equipo terrestre, tales como: - de vigilancia, mantenimiento y extinción de incendios. Así como para resistir la erosión eólica-caliente, debida al chorro de los reactores (para el caso de aquellos aeropuertos en los que estén operando aviones de turbina). Esta área deberá estar pavimentada o bien cubierta de pasto.
- c) La franja de pista, que deberá soportar el peso de los equipos contra incendio, de salvamento y remoción de nieve en condiciones normales, así como también debe ser capaz de soportar el peso de las aeronaves en caso de salirse del pavimento.
- d) La zona de parada, es una longitud adicional de terreno preparado a continuación del extremo de la pista. La zona de parada debe tener la resistencia suficiente para soportar ocasionalmente el peso de las aeronaves. La longitud de la zona de parada no se incluye en la longitud publicada de la pista; -- sin embargo, la administración del aeropuerto puede especificar que los explotadores de aeronaves, pueden utilizar la zona de parada con el fin de determinar el peso autorizado de despegue de una aeronave. La longitud adicional del pavimento de despegue permitirá a los explotadores de aeronaves aumentar el peso de despegue de las mismas, utilizando así la longitud de pista normal más la zona de parada para calcular la longitud de pavimento disponible en el caso de tener un despegue frustrado.
- g) La zona libre de obstáculos, es una zona pavimentada situada más allá del extremo de la pista, controlada y mantenida por el explotador del aeropuerto. El explotador de la aeronave -- puede aumentar el peso de despegue autorizado, dado que la ve

locidad de ascenso inicial del avión puede reducirse, debido a que al explotador se le ha asegurado que no existen obstáculos en dicha zona.

Es de gran importancia, determinar aquí, las necesidades particulares de los transportistas aéreos, lo que nos proporcionará las características del avión de diseño que en el aeropuerto estará operando. (ver - tablas III. 1).

Antes de examinar la relación entre los parámetros de las características de los aviones y los requisitos para obtener la longitud de pista, será necesario explicar algunos conceptos operacionales:

Etapas de velocidad en el recorrido de despegue. Estas etapas son: V_0 , velocidad inicial cero, el avión se encuentra parado en la cabecera de la pista; $V.M.C.$, velocidad mínima de control, a partir de ésta el avión empieza a responder a los controles aerodinámicos; V_1 , velocidad crítica, - al llegar a esta velocidad el piloto que comanda la aeronave toma la decisión de proseguir con el despegue o bien "abortarlo", en el caso de presentarse la falla de algún motor. Y se toma como regla que al fallar antes de V_1 , se optará por "abortar" el despegue y si falla después, proseguir el -- despegue; V_R , velocidad de rotación (para el caso de aviones de turbina), -- el tren de nariz es girado por el piloto y con esto logra levantar la nariz del avión, incrementándose el ángulo de ataque y aumentándose la sustentación; V_L , lift off, al llegar a esta velocidad ya se puede efectuar el despegue teórico; V_2 , velocidad mínima de ascenso seguro, esta velocidad se puede alcanzar en tierra, o bien, en el aire inmediatamente después de dejar - el contacto con la tierra; cuando la aeronave alcanza una altura h de 13.5- mts. para aviones de turbina, o de 15 mts. para aviones de hélice, finaliza su longitud de despegue. Ver fig. III.1.

Pista balanceada. Las disposiciones en cuanto al peso y las características de fabricación de una aeronave, exigen que un aeropuerto --

T A B L A I I I . 1 . a

Características de las principales aeronaves de transporte que operarán en aeropuertos secundarios.
(Posible Avión de Diseño)

Aeronave	Fabricante	Envergadura (m) (4)	Longitud (m) (4)	Peso estructural máximo de despegue (ton.)	Peso máximo de aterrizaje (ton.)	No. y tipo de motor (1)	Carga útil (2)
DC-9-32	Douglas	28.45	36.37	48.989	44.906	2TF	115-127
DC-9-50	Douglas	28.45	40.23	54.432	49.896	2TF ₁	130
DC-8-61	Douglas	45.24	57.12	147.42	108.864	4TF	196-259
DC-8-62	Douglas	45.24	46.18	158.76	108.864	4TF	189
DC-8-63	Douglas	45.24	57.12	161.028	117.029	4TF	196-259
737-200	Boeing	28.35	30.48	45.587	44.453	2TF	86-125
727-200	Boeing	32.92	46.69	76.658	68.04	2TF	134-163
707-120B	Boeing	39.88	44.22	116.729	86.184	4TF	137-174
707-320B	Boeing	43.41	46.61	151.321	67.133	4TF	141-189
Caravelle B	Aerospatiale	34.29	32.99	56.00	49.501	2TF	86-104
Trident 2E	Hawker Siddeley	29.87	34.98	65.092	51.257	3TF	82-115
BAC 111-200	BAC (3)	26.97	28.19	35.834	31.298	2TF	65-79
A-300	Airbus Industrie	44.83	53.62	136.987	127.462	2TF	225-345

- 1) TF significa turbofán.
- 2) Número aproximado de pasajeros; depende de la configuración de los asientos y de la situación de las cocinas de a bordo.
- 3) British Aircraft Corporation.
- 4) Dimensiones al centímetro más próxima.

T A B L A I I I . I . B

Características de algunas aeronaves pequeñas que operarán,
con mayor frecuencia, en aeropuertos secundarios

Aeronave	Envergadura (m)	Longitud del fuselaje (m)	Peso máximo de despegue (ton)	No. máximo(1) de asientos	No. y tipo (2) de motor	Longitud de pista (3) (m)
Beech 23-Musketeer(s)	9.98	7.62	0.998	4	1P	421
Beech V35-Bonanza	10.19	8.03	1.542	6	1P	402
Beech 58-Baron	11.53	9.07	3.073	6	2P	725 (4)
Beech B80-Queen Air	15.32	10.82	3.992	11	2P	549
Bellanca 260C	10.41	6.99	1.361	4	1P	305
Cessna 150	9.96	7.01	0.726	2	1P	422
Cessna 172 Skyhawk	10.90	8.20	1.043	4	1P	465
Cessna 182 Skylane	10.92	8.53	1.338	4	1P	411
Cessna T310	11.25	8.99	2.495	6	2P	546
Piper PA-23-250 Aztec	11.33	9.22	2.359	6	2P	381
Piper PA-28-180E Cherokee	9.14	7.16	1.089	4	1P	
Piper PA-28-200R Arrow	9.14	7.37	1.179	4	1P	
Piper Twon Comanche C	10.97	7.67	1.633	6	2P	570
Gulfstream II	20.98	24.36	26.082	22	2TF	1,240
Lear Jet 25	10.85	14.50	6.804	8	2T	1,581
North American Sabreliner-60	13.54	14.73	9.072	12	2T	1,486
Lockheed Jet Star	16.59	18.41	19.051	12	4T	1,487
Dessault-Jet Falcon 20T	16.54	18.29	13.200	28	2TF	1,350

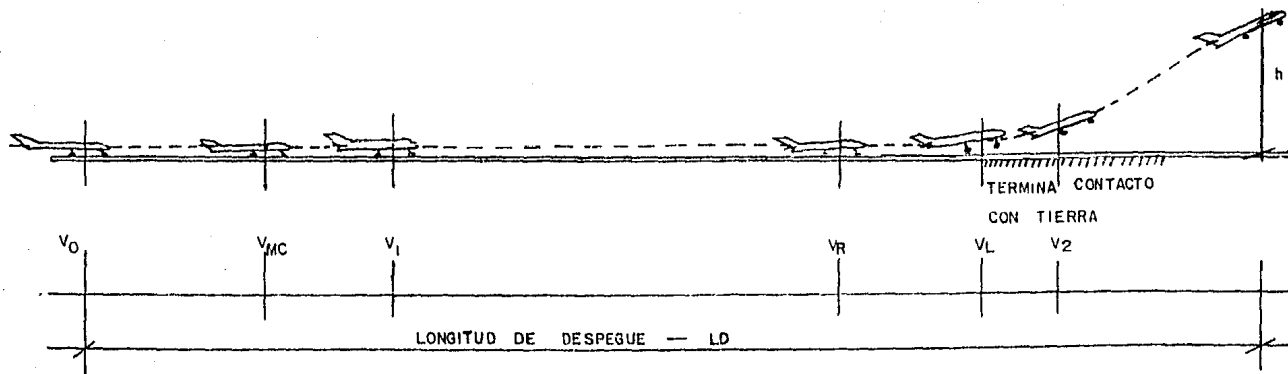
(1) El número de asientos incluye el del piloto.

(2) P=motor de émbolo; T=turborreactor; TF=turbofán.

(3) Distancia máxima para alcanzar la altura de 15m para el despegue o para aterrizar desde una altura de 15m.

(4) La longitud de aterrizaje rige en este caso.

FIGURA - III-1



$h = 13.5 \text{ m (35')} \text{ de turbina}$

$h = 15 \text{ m (50')} \text{ de hélice}$

tenga franja de pista lo suficientemente grande como para asegurar que el -- avión, después de iniciar su carrera de despegue, pueda detenerse por completo al tener que efectuar el aborto del despegue, es decir que cuente con la suficiente distancia de aceleración parada (DAP), y que pueda proseguir el - despegue con seguridad al presentarse alguna falla en el avión, es decir, -- que tenga la suficiente longitud del despegue LD. Como antes se mencionó la decisión de abortar, o de proseguir el despegue, está en función de la velocidad crítica, que no es una velocidad fija para el avión y el piloto podrá elegirla dentro de los límites compatibles a los valores utilizables de la - distancia de aceleración parada disponible, el peso de despegue del avión, - las características de la pista y las condiciones atmosféricas reinantes en el aeropuerto. Normalmente se elige una velocidad de decisión más alta a medida que aumenta la distancia disponible de aceleración parada. Para cada -- despegue existe una velocidad crítica V_1 y a partir de esta es fácil apre--- ciar que : se necesitaría un recorrido y una distancia de despegue muy grandes para lograr completar el despegue, cuando fallase un motor antes de al-- canzar la velocidad crítica (debido a la existencia de una menor potencia - disponible), pero no habría ninguna dificultad para detener la aeronave en - la distancia disponible siempre y cuando se actuase inmediatamente. En estas condiciones la forma de proceder sería, obviamente, abortando el despegue. - Por otro lado, si un motor falla en las fases últimas de despegue, o bien, - después de haber alcanzado durante el recorrido la velocidad crítica, el --- avión tendrá la suficiente velocidad como para completar el despegue con seguridad en la distancia disponible; pero no contará con la suficiente distancia para abortar el despegue debido a su gran velocidad. Por eso cuando la - falla se presente después de haber alcanzado la velocidad crítica (V_1), lo - correcto será proseguir el despegue.

De lo anterior se concluye que pueden obtenerse diversas combinaciones de la distancia de aceleración parada requerida y de distancia de despegue requerida que se acomoden a un determinado avión, en función de las características de la pista y las condiciones atmosféricas reinantes. Cada - combinación requiere su correspondiente longitud de recorrido de despegue y

una distancia de aceleración parada (ver figuras III.2). El caso en el que la velocidad crítica (velocidad de decisión) es tal que la distancia de aceleración parada (DAP) requerida es igual a la longitud de despegue requerida (LD), se le conoce como longitud de pista balanceada o longitud de campo compensado (ver fig. III.2).

Avión de diseño. El avión de diseño será designado por la combinación entre el avión más grande que se requerirá y la frecuencia con la que éste se presentará. Es decir, que habrán aeropuertos en los que el avión de diseño no será el avión de mayor capacidad, sino una aeronave más pequeña, esto es debido a la frecuencia con la que se presentan en el aeropuerto. Entonces, las opciones que tendrán los explotadores del servicio aéreo que tengan una aeronave mayor que la de diseño, serán: solicitar el aumento de las dimensiones de la pista; dejar de operar con esa aeronave; o bien, cambiar las maniobras con las que opera normalmente dicha aeronave. Generalmente ocurre la tercera opción.

Obtención del peso del avión. La obtención del peso del avión es fundamental tanto para el cálculo del espesor de los pavimentos, como para las operaciones de diversas aeronaves, al aumentar o al disminuir dicho peso. De esta manera, al tratarse de aeronaves mayores que la de diseño, se logra que la velocidad crítica se obtenga antes de la zona que se estipula para pista balanceada; y al tratarse de aeronaves menores que la de diseño se aproveche un poco más la capacidad del avión y la longitud de la pista, en este caso la velocidad crítica se obtendrá después de la zona establecida para pista balanceada. Siempre se tendrán en cuenta las restricciones de peso de la aeronave, que están en función de la altitud y de la temperatura del aeropuerto; también se preverá una posible falla en la aeronave durante el segundo segmento de ascenso, en el que la aeronave podrá alcanzar la altitud requerida con el peso asignado.

El peso de la aeronave presenta diferentes etapas y la resistencia del pavimento será para la más crítica, es decir, cuando la aeronave

circule a baja velocidad, o se estacione por las diferentes áreas de movimiento a su mayor capacidad.

El mayor peso que una aeronave puede tener es el peso en plataforma (peso estructural), y es aquel que nos marca el diseñador del avión como límite máximo que puede soportar el tren de aterrizaje en condiciones normales de trabajo. Al restarle a este peso, el peso total de combustible se obtiene el peso cero combustible y para poder llegar a este peso se debieron pasar las siguientes fases: peso de despegue, es el peso del avión cuando ha efectuado el rodaje desde la plataforma a la cabecera de la pista; peso de aterrizaje, es el peso del avión cuando se elimina el peso del combustible que fue utilizado durante el vuelo, es decir, desde el aeropuerto de destino; y el peso del combustible de reserva. Al peso cero combustible cuando se le resta el peso de la carga pagada (pasajeros, correo, equipajes, carga), se obtiene el peso de operación seco y si a este peso se le agrega el peso de combustible se obtiene el peso de operación. El peso básico se logra al quitar del peso de operación seco el peso del comisariato, tripulación y equipo de cocina. El peso básico sin el peso del equipo (equipo de rescate, de navegación y el de vuelo), y el peso del aceite de los motores, nos da como resultado el peso del avión vacío. Del peso vacío se puede llegar a cero al ir eliminando el peso de los fluidos (excepto aceite de motores y combustibles), el del fuselaje, el de las alas, el del tren de aterrizaje y el de los asientos. Como se observa a continuación

Peso en Plataforma	Peso de Despegue	Peso de Aterrizaje	Peso cero	Peso de Operación Seco	Peso básico	Peso vacío	Cero
(1) Peso del combustible en vuelo.	Peso del combustible de reserva.	Peso de: pasajeros, correo, equipaje, y carga general.	Peso de: comisariato, tripulación, equipo de cocina.	Peso de: equipo rescate, equipo navegación, equipo cobina de vuelo, aceite de motores.	Peso de: fluidos (excepto aceite de motores y combustible), motores, fuselaje, alas, tren de aterrizaje, asientos.		0
Peso total combustible			Carga pagada				

(1) Peso combustible en rodaje.

Es importante hacer resaltar que el peso de la aeronave en plataforma, se puede obtener con la suma del peso de operación y el peso de la carga pagada. Al observar como se determina el peso de un avión en sus diferentes etapas, es notorio que el operador, para lograr un cambio en las maniobras de una aeronave, cuenta con el peso de la carga pagada y con el peso del combustible que los podrá manejar según las necesidades del vuelo. Sin embargo se debe preveer que el avión pueda lograr el ascenso de segundo segmento al presentarse la falla de un motor y que existirá restricción en el peso en función de las condiciones locales que afectan a las aeronaves (altitud y temperatura).

Atmósfera tipo o standard. Debido a que la eficiencia de los motores varía en función de la altitud y de la temperatura (*), la OACI ha desarrollado la atmósfera tipo o standard, y es aquella en la que se considera una temperatura $t=15^{\circ}\text{C}=59^{\circ}\text{F}$; una presión atmosférica de $P_0=1013.25$ milibares = 1.01325 Newton/m²; una densidad de $\rho_0=1.225$ Kg/m³; y que el gradiente de temperatura es $\Delta t = 0.0065^{\circ}\text{C}/\text{m}$ desde el nivel del mar hasta el nivel en el que la temperatura ambiente es de 56°C , desde ese nivel hasta 20,000 mts $\Delta t = 0$ y desde 20,000 m. hasta 32,000 m $\Delta t = + 0.0010^{\circ}\text{C}/\text{m}$.

A.1.1) Cálculo de la longitud de pista.

La OACI con el objeto de determinar las normas relativas a los diversos tamaños de aeropuertos y a las funciones a que se destinan, ha ideado claves de referencia, con la finalidad de proporcionar un método simple que permita interrelacionar las numerosas especificaciones relativas a las características del proyecto, de modo que sea posible lograr una serie de instalaciones aeroportuarias idóneas para los aviones que han de utilizar la pista. De esta manera es como obtenemos de la tabla III.2 la clave de referencia del aeropuerto, compuesta por dos elementos (un número y una letra) que están en función con las características y dimensiones del avión. El elemento "1" es un número basado en la longitud -

(*) A mayor altitud existe menos oxígeno en el aire y lo vuelve menos denso, lo que provoca una mala combustión en los motores que implica una pérdida en la potencia disponible del avión; también, al ser menos denso el aire disminuirá la sustentación. Y a mayor temperatura es el mismo fenómeno.

T A B L A I I I . 2

CLAVE DE REFERENCIA DEL AEROPUERTO.

Elemento 1 de la clave		Elemento 2 de la clave		
No. de clave	Longitud de campo de referencia del avión	Letra de clave	Envergadura	Anchura exterior entre ruedas del tren de aterrizaje principal (a)
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)
1	Menos de 800 m	A	Hasta 15m (exclusive)	Hasta 4.5m (exclusive)
2	Desde 800m hasta 1200 m (exclusive)	B	Desde 15m hasta 24m (exclusive)	Desde 4.5m hasta 6m - (exclusive)
3	Desde 1200m hasta 1800m (exclusive)	C	Desde 24m hasta 36m (exclusive)	Desde 6m hasta 9m --- (exclusive)
4	Desde 1800m en adelante	D	Desde 36m hasta 52m (exclusive)	Desde 9m hasta 14m -- (exclusive)
		E	Desde 52m hasta 60m (exclusive)	Desde 9m hasta 14m -- (exclusive)

(a) Distancia entre los bordes exteriores de las ruedas del tren de aterrizaje principal.

de campo de referencia del avión (longitud básica de la pista) y el elemento "2" es una letra basada en la envergadura del avión y en la anchura exterior entre las ruedas del tren de aterrizaje principal.

Así por ejemplo, tenemos :

El cessna 185 requiere una longitud de campo de 367 m y tiene una envergadura de 10.9 m, su clave será 1A.

El DC-3 requiere una longitud de campo de 1204m, tiene una envergadura de 28.8 m y la anchura exterior entre ruedas es de 5.8 m, lo que nos da una clave de referencia 3C.

El Boeing 707-400 requiere una longitud de campo de 3277 m, tiene una envergadura de 44.4 m, la anchura exterior entre ruedas es de 7.9 m y su clave de referencia será 4D.

De acuerdo con la información disponible, para efectuar el cálculo de las longitudes de pista se tienen dos métodos que son: el método de la longitud básica, establecido por la OACI, que es aplicable cuando se desconocen las características operacionales de los aviones que dan o darán servicio al aeropuerto; y el método de los manuales de operación que requiere de una información más completa, siendo por esto un método más confiable que el anterior, ya que el anterior emplea correcciones aproximadas.

A.1.1.1) Longitud básica de pista o de referencia.

Para cada pista debiera ser la longitud que se requiere para un emplazamiento horizontal al nivel del mar, en condiciones atmosféricas - tipo y viento en calma.

Es importante hacer notar que la longitud verdadera de la -- pista no deberá ser menor que su longitud básica escogida y habrá que corre gir a ésta para tomar en consideración los diferentes factores locales que pueden influir en el comportamiento de los aviones.

La primera corrección que se hace es la "corrección por alti tud". En la que se dará un aumento a la longitud básica de la pista, del 7% por cada 300 m. (100 pies) de elevación sobre el nivel medio del mar.

La segunda corrección es la "corrección por temperatura". La longitud de pista obtenida con la primera corrección, debe de ser aumentada a su vez a razón del 1 por ciento por cada grado centigrado que la temperatu ra de referencia del aeropuerto exceda a la temperatura de atmósfera tipo - correspondiente a esa elevación. Sin embargo, si la corrección total por -- elevación y temperatura es superior al 35 por ciento, las correcciones necesarias deberán obtenerse mediante un estudio al efecto. La temperatura de - referencia del aeropuerto será la media mensual de las temperaturas máximas diarias correspondiente al mes más caluroso del año (siendo el mes más calu roso aquel que tiene la temperatura media mensual más alta). Esta temperatu ra deberá ser el promedio de observaciones efectuadas durante varios años.

La tercera corrección será la "corrección por pendiente". La longitud de pista obtenida con la corrección por temperatura para el despe- gue cuando la letra de clave sea A, B o C, deberá a su vez aumentarse a razón de un 10 por ciento por cada uno porcientode pendiente de pista determi nada como el cociente de la diferencia de la cota más alta menos la cota -- más baja entre la longitud.

A.1.1.2) Cálculo de la longitud de pista por manuales de vuelo.

Cuanto mayor sea el viento de frente que sopla a una pista, más corta será la longitud de pista que requerirá un avión para despegar o aterrizar y, a la inversa, un viento de cola aumenta la longitud de pista requerida. Cuanto más elevada sea la temperatura, mayor longitud habrá de tener la pista requerida, por lo ya expuesto anteriormente, de que altas temperaturas se traducen en densidades menores del aire, factor que reduce el empuje producido, - así como la sustentación. Es evidente que un avión que despegue o aterrice en una pendiente en subida requiere una mayor longitud de pista, que si se encontrase a nivel o tuviese una pendiente de bajada. En condiciones equivalente, - cuanto mayor sea la elevación del aeropuerto (con una presión barométrica menor), mayor longitud habrá de tener la pista requerida.

Por todo lo antes mencionado, los fabricantes de las aeronaves, nos brindan gráficas en las que podemos obtener la longitud de pista requerida, contando con los siguientes datos: temperatura de referencia, altitud del aeropuerto (densimétrica o debida a la presión atmosférica del lugar), con los datos anteriores se obtiene la limitación de peso por ascenso con que puede operar la aeronave; otros datos necesarios son la velocidad y la dirección del -- viento con la especificación de ser de frente o de cola, y la pendiente en por ciento señalando si es ascendente o bien, descendente.

A.1.2) Zonas de parada y zonas libres de obstáculos.

Los aeropuertos siempre se construyen para el caso de pista balanceada del avión de diseño; pero siempre que se pueda, se prevee la operación de desbalanceo en la que intervienen la zona de parada (stopway) y la zona libre de obstáculos (clearway). Ya que esta condición es importante para la operación de alguna aeronave que desee dar servicio en el aeropuerto con una - capacidad diferente a la del avión de diseño.

Cuando se desbalancean las pistas pueden tenerse dos casos: en

el primero se incrementa la velocidad de decisión de V_1 a V_1' , con lo que se alcanza una altura "h" (10.5 m aviones de turbina y 15m de pistón) en una distancia de despegue de pista balanceada. Cuando se presenta el caso de falla de motor en el despegue; si el piloto decide continuar el despegue el avión requerirá menor longitud de pista que la pista balanceada; pero, si decide -- suspender el despegue el avión no frenará ya que la DAP (distancia de aceleración parada), será mayor que para el caso balanceado. Entonces para disminuir costos de prolongación de la longitud de pista se solicitará una zona de parada como continuación de la pista. (ver fig. III.2).

La zona de parada deberá tener una superficie adecuada para soportar el peso de la aeronave sin que se presenten daños en la estructura de la misma, en el caso de que se revase el área pavimentada y tendrá el mismo ancho que la pista.

El segundo caso se presenta cuando se disminuye la velocidad de decisión V_1 a V_1'' , y para el caso de falla de motor la DAP será menor que la de pista balanceada; sin embargo, la longitud de despegue será mayor por lo que se requerirá de una zona libre de obstáculos (ver fig. III.2).

La longitud de la zona libre de obstáculos podrá ser la mitad de la diferencia entre el 1.15 de distancia al punto de despegue y la distancia de despegue.

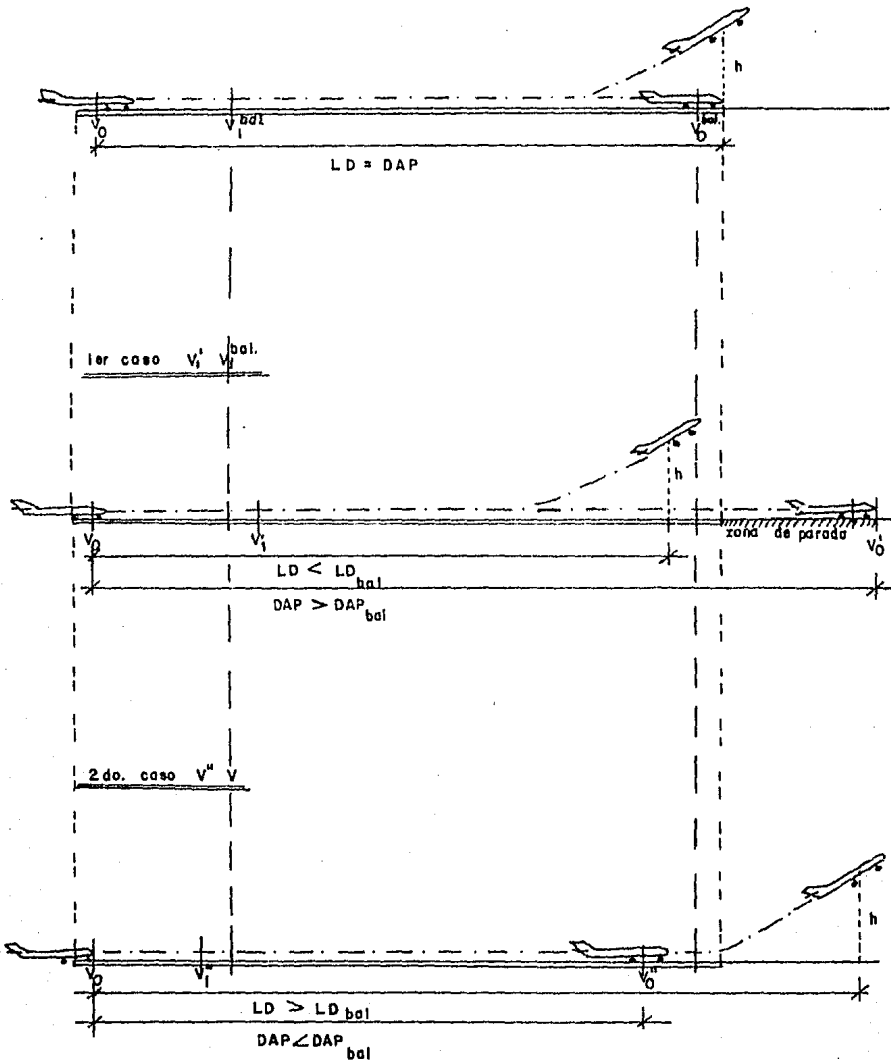
Los aviones con motores de pistón necesitan que esté pavimentada la totalidad de la longitud de despegue, en el caso de los aviones de turbina deberá pavimentarse la carrera de despegue y dejar preparada la zona de parada.

A.1.3) Requisitos de distancia para el aterrizaje del avión.

Aunque normalmente las distancias de aterrizaje no son críticas, deberán consultarse los diagramas de comportamiento de los aviones en el aterrizaje para comprobar que los requisitos de longitud de pista para el

FIGURA III-2

PISTA BALANCEADA



despegue garantizan una longitud adecuada para el aterrizaje. Por lo general, la distancia para el aterrizaje se determina de modo que el avión pueda aterrizar después de haber salvado, con un margen de seguridad, todos los obstáculos situados en la trayectoria de aproximación, esto es pasando a una altura de 15m (50 pies) del umbral de la pista y que podrá detenerse con seguridad sobrándole aproximadamente el 40% de la longitud de pista (ver fig. III.3).

A.1.4) Anchura de pistas.

La anchura de pistas no deberá ser menor de la dimensión apropiada en la siguiente tabla:

Número de Clave	L e t r a d e C l a v e				
	<u>A</u>	<u>B</u>	<u>C</u>	<u>D</u>	<u>E</u>
1	18m	18m	23m	-	-
2	23m	23m	30m	-	-
3	30m	30m	30m	45m	-
4	-	-	45m	45m	45m

A.1.5) Separación de pistas paralelas.

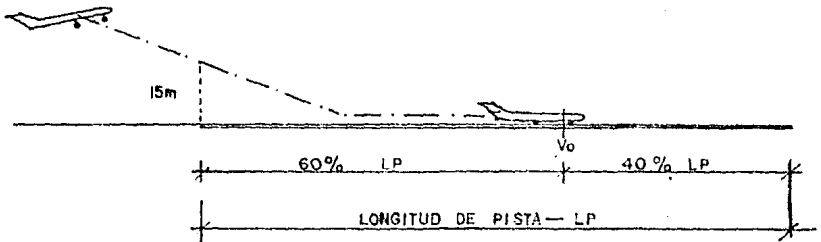
Se recomienda que en donde se disponga de pistas paralelas para uso simultáneo con VFR, es decir, con condiciones para vuelo visual, la distancia mínima entre sus respectivos ejes deberá ser: 210 m. (700 pies), cuando el número de la clave de la pista más alta sea 3 ó 4; 150m. (500 pies), cuando el número de clave de la pista más alto sea 2; y 120 m. (400 pies), cuando el número de clave de la pista más alto sea 1.

Por el hecho de ser un aeropuerto secundario, la capacidad de

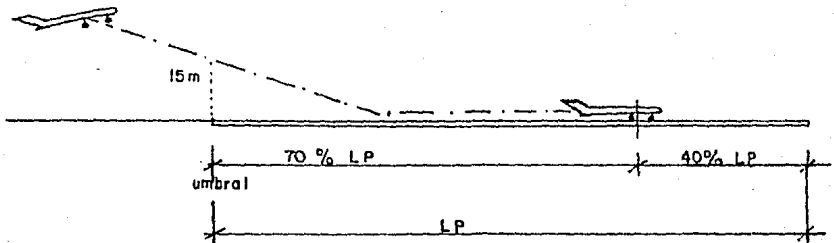
FIGURA III-3

LONGITUD DE PISTA DE ATERRIZAJE

AEROPUERTO DE DESTINO



AEROPUERTO ALTERNO



La pista generalmente puede ser satisfecha con una sola pista (como se indica en el siguiente capítulo), pero puede darse el caso en que el aeropuerto tenga tal demanda que necesite de una pista paralela a la existente, debido a que este aeropuerto da o dará servicio, y además, es o será servido por -- aeropuertos primarios (o sea, aeropuertos principales dentro del conjunto de aeropuertos que operan en el país) y aeropuertos pequeños (en algunos de estos prácticamente sólo funciona la pista).

A.1.6) Pendientes de la Pista.

A.1.6.1) Pendientes longitudinales.

La pendiente obtenida al dividir la diferencia entre la elevación máxima y la mínima a lo largo del eje de la pista por la longitud de esta, no deberá exceder del :

1%, cuando el número de la clave de la pista sea 3 ó 4;

2%, cuando el número de la clave de pista sea 1 ó 2.

En ninguna parte de la pista la pendiente longitudinal deberá exceder del : 1.25% cuando el número de clave sea 4, excepto en el primero y el último cuarto de la longitud de la pista, en los cuales la pendiente no deberá exceder del 0.8%; 1.5% cuando el número de clave sea 3; y 2% cuando el número de clave sea 1 ó 2.

A.1.6.2) Cambios de pendiente.

Cuando no se pueda evitar un cambio de pendiente entre dos pendientes consecutivas, este no deberá exceder del : 1.5%, cuando el número de clave de la pista sea 3 ó 4; 2%, cuando el número de clave de la pista sea -- 1 ó 2.

La transición de una pendiente a otra deberá efectuarse por medio de una superficie curva con un grado de variación que no exceda del :0.1%

por cada 30m. (100 pies) (radio mínimo de curvatura de 30,000m.- 100,000 pies) cuando el número de clave sea 4; 0.2% por cada 30m (100 pies) (radio mínimo de curvatura de 15,000m- 50,000 pies), cuando el número de clave sea 3; 0.4% por cada 30 m. (100 pies) (radio mínimo de curvatura de 7,500m.-25,000 pies), cuando el número de clave sea 1 ó 2.

A.1.6.3) Distancia Visible.

Cuando no se pueda evitar un cambio de pendiente, deberá existir una línea de visión despejada, de modo que desde cualquier punto situado a 3m (10 pies) por encima de una pista sea visible cualquier otro punto situado también a 3m (10 pies) por encima de la pista, dentro de una distancia --- igual, por lo menos, a la mitad de la longitud de la pista cuando la letra de clave sea C, D, o E; 2m (7 pies) por encima de una pista sea visible otro punto situado también a 2m por encima de la pista, dentro de una distancia de -- por lo menos a la mitad de la longitud de la pista cuando la letra de clave sea B; 1.5 m por encima de una pista sea visible otro punto situado también a 1.5 m por encima de la pista, dentro de una distancia de por lo menos a la mitad de la longitud de la pista cuando la letra de clave sea A.

A.1.6.4) Distancia entre cambio de pendientes.

A lo largo de una pista deberán evitarse ondulaciones o cambios de pendiente apreciables que estén muy próximas. La distancia entre los puntos de intersección de dos curvas sucesivas no deberá ser menor que :

- a) La suma de los valores numéricos absolutos de los cambios de -- pendiente correspondientes, multiplicada por el valor que co--- rresponda entre los siguientes : 30.000m (100,000 pies) cuando el número de clave de la pista sea 4; 15,000m (50,000 pies), -- cuando el número de clave sea 3; 5,000, (16,500 pies), cuando - el número de clave sea 1 ó 2.
- b) 45m (150 pies).

tomándose la que sea mayor de estas dos (ver fig. III.4).

A.1.6.5) Pendientes transversales.

Con el objeto de facilitar con rapidez la evacuación del agua la superficie de la pista, en la medida que sea posible, deberá ser convexa, excepto en los casos en que una pendiente transversal única que descienda en la dirección del viento que acompañe a la lluvia con mayor frecuencia, asegure el rápido drenaje de aquella. Las pendientes transversales deberán ser -- tan pronunciadas como sea compatible con las características de manejo de -- los aviones para los que esté prevista la pista, pero no deberá exceder del 1.5% cuando la letra de la clave sea C, D, o E; del 2% cuando la letra de la clave sea A o B.

En el caso de superficies convexas, las pendientes transversales deberán ser simétricas a ambos lados del eje de la pista.

En pistas mojadas con viento transversal, cuando el drenaje -- sea defectuoso, es probable que el problema debido al fenómeno de hidropila-- neo se acentúe.

La pendiente transversal deberá ser básicamente la misma a lo largo de toda la pista.

A.1.7) Franjas de pista.

La pista y cualquier zona de parada estarán comprendidas dentro de una franja. La superficie de la franja lindante con la pista o con la zona de parada, se encontrará al mismo nivel de estas dos.

Esto se hace con el fin de proteger a los aviones que aterrizan, del peligro que puede constituir el borde de la pista, tal vez sea necesario preparar la superficie de la franja contigua a dicho borde, hasta una

FIGURA III-4
 PERFIL DEL EJE DE LA PISTA

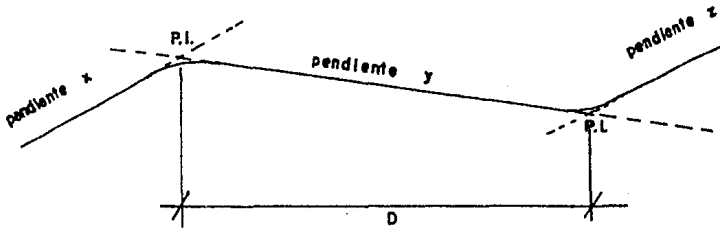
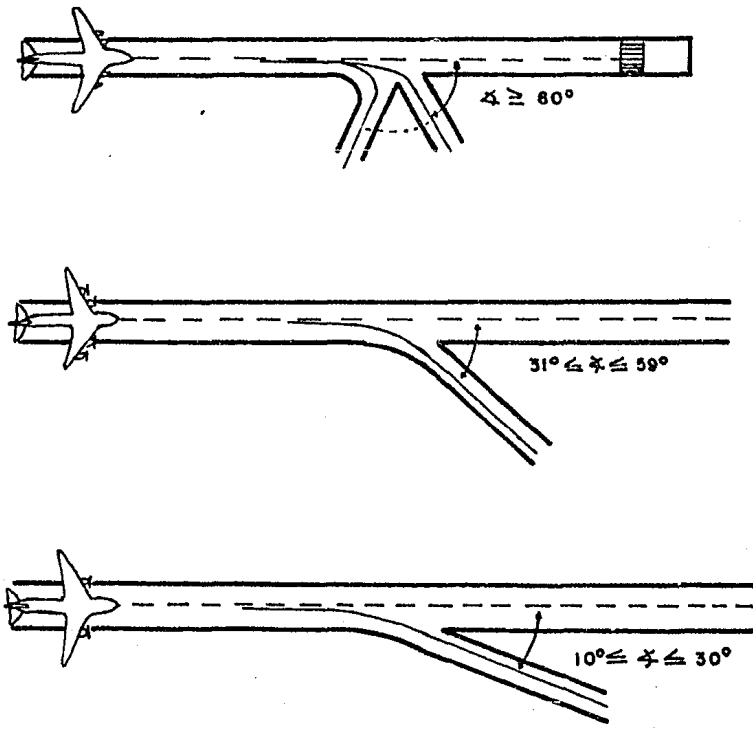


FIGURA III-5
 CALLES DE RODAJE DE SALIDA



distancia de 30 m (100 pies) hacia afuera, como protección para la erosión producida por el chorro de los reactores en el caso de aeropuertos en los que operen aviones con este tipo de impulsores. Toda franja deberá extenderse desde antes del umbral y después del extremo de pista o de la zona de parada hasta una distancia de por lo menos: 60m (200 pies) cuando el número de clave sea 2, 3 ó 4 y cuando esta última sea de vuelo por instrumentos; 30m. (100 pies) cuando el número de clave sea 1 de vuelo visual..

Toda franja que comprenda una pista de aproximación por instrumentos deberá extenderse lateralmente hasta una distancia de por lo menos --- 150m. (500 pies) a cada lado del eje de la pista o zona de parada, a todo lo largo de la franja, si el número de clave es 3 ó 4 y 75m. si el número de clave es 1 ó 2.

Toda franja que comprenda una pista de vuelo visual deberá extenderse a cada lado del eje de la pista o zona de parada y a todo lo largo de la franja, hasta una distancia de por lo menos: 75 m. (250 pies) cuando el número de clave sea 3 ó 4; 40 m. (130 pies) cuando el número de clave sea 2; 30m. (100 pies) cuando el número de clave sea 1.

A.2) Calles de rodaje.

La máxima utilización de la capacidad y eficacia de un aeropuerto sólo puede conseguirse logrando un equilibrio apropiado entre las necesidades relativas a la pista, edificio terminal y áreas de estacionamiento -- y/o servicio de aeronaves. Estos elementos funcionales de aeropuerto, están enlazados por el sistema de calles de rodaje. Por lo tanto, los componentes del sistema de calles de rodaje sirven de medios de transición entre el sistema de pistas y el de plataformas.

El sistema de calles de rodaje deberá concebirse de modo que imponga las mínimas restricciones a los movimientos de los aviones desde las pistas hacia las plataformas y viceversa. Un sistema debidamente proyectado -

deberá poder mantener un movimiento del tránsito de aeronaves en tierra, uniforme y continuo, a la velocidad máxima que sea factible, con un número mínimo de puntos en que sea preciso efectuar aceleraciones o desaceleraciones. -- Este requisito garantiza que el sistema de calles de rodaje funcionará con el más elevado grado de seguridad y eficacia.

El sistema de calles de rodaje deberá tener capacidad suficiente para acomodar, sin demoras significativas, el volumen de tráfico de llegadas y salidas de aeronaves que sea posible atender en el sistema de pistas. -- El sistema de calles de rodaje puede lograr esto con el número mínimo de componentes, en el caso de ser reducida la utilización de las pistas. Sin embargo, a medida que aumente el régimen de utilización, habrá que ampliar suficientemente la capacidad de las calles de rodaje, con objeto de evitar que -- ello se convierta en factor restrictivo de la capacidad del aeropuerto. En el caso extremo de que se produzca una saturación de la capacidad de las pistas, y que las aeronaves lleguen y salgan a distancias mínimas de separación el -- sistema de rodaje deberá permitir que las aeronaves salgan de la pista tan -- pronto como sea factible después de aterrizar, y entren en ellas poco antes -- de efectuar el despegue. Ello permite que los movimientos de aeronaves en la pista se mantengan a las mínimas distancias de separación.

Las calles de rodaje, desde el punto de vista con la relación que guardan con la pista, se clasifican en : calle de rodaje de entrada (para el despegue) y calles de rodaje de salida (para el aterrizaje).

A.2.1) Calle de rodaje de entrada.

Entroncan generalmente con la pista en la cabecera, formando - un ángulo de 90°.

A.2.2) Calle de rodaje de salida.

La función principal de estas calles de rodaje es minimizar el

tiempo de permanencia de los aviones en las pistas. Siendo las calles de rodaje de salida indispensables en un aeropuerto y no siendo así las calles de rodaje de entrada, que pueden ser sustituidas por las de salida cuando la demanda así lo justifique.

En la Fig. III.5, se pueden observar los tres tipos que existen de calles de salida.

A.2.2.1) En ángulo recto. Aquellas cuyo eje forma un ángulo entre 60° y 170° con el eje de la pista, medido con respecto a la dirección del aterrizaje y acepta una velocidad de salida para la aeronave de menos de 15mph.

A.2.2.2) Oblicuas. Forman un ángulo de 31° a 59° , también medidos con respecto al eje de la pista y en dirección del aterrizaje; acepta una velocidad de salida para la aeronave menor o igual a 40mph.

A.2.2.3) Calle de salida rápida. Por calle de salida rápida se entiende una calle de rodaje que se une a una pista en un ángulo comprendido entre 10° y 30° , y está proyectada de modo que permita a los aviones que aterrizan virar a velocidades mayores que las que se logran en otras calles de salida (acepta velocidades de salida hasta de 60mph.) y logrando un mejor aprovechamiento de la pista.

A este tipo de calles de rodaje se les proporciona un ensanchamiento en el tramo inicial que va gradualmente reduciéndose hasta alcanzar el ancho normal de la calle de rodaje. Estas salidas deben contar, además, con una longitud suficiente que permita al avión llegar a la velocidad de circulación en calles de rodaje mediante una desaceleración suave.

A.2.3) Cálculo de las características físicas de las calles de rodaje.

Los criterios para el cálculo de las calles de rodaje son menos

estrictos que los relativos a las pistas, ya que las velocidades de las aeronaves en las calles de rodaje son mucho menores que en las pistas, y dicho -- cálculo dependerá principalmente de las características del avión de diseño, -- que como se vió en el inciso A.1.1, de este capítulo, la OACI otorga al aeropuerto una determinada clave de referencia. Con esta clave de referencia se -- obtendrán, de la tabla III.3, las dimensiones recomendables para las calles -- de rodaje.

A.2.4) Ubicación de las calles de rodaje de salida.

La ubicación de estas calles depende principalmente de: el tipo predominante de aviones que usan la pista; la velocidad de aproximación y contacto con el suelo de dichas aeronaves; la velocidad de salida; la aceleración negativa, que a su vez depende de las condiciones de la superficie y el número de calles de salida.

La distancia desde el umbral hasta la calle de rodaje de salida para fines de análisis se divide en : la distancia (L) que va desde el umbral hasta el punto de toque de ruedas, según la FAA será de 300m para pistas clasificadas con la letra B y de 450m para las clasificadas en C y D; y otra distancia (D) que va desde el punto de toque de ruedas hasta la salida, ésta se obtiene por la fórmula $D = \frac{S_1^2 - S_2^2}{2a}$ en la que S_1 es la velocidad de to-

que de ruedas (se puede considerar como el 30% superior a la velocidad de desplome, para un peso de aterrizaje que está dado por el 85% del máximo peso estructural de aterrizaje), también puede ser considerada como si fuera la velocidad de aproximación; S_2 la velocidad de salida; a es la aceleración negativa entre el toque de ruedas y la salida.

La altitud y la temperatura afectan a la ubicación de las calles de rodaje de salida. La altitud incrementa la distancia en 3% por cada 300m -- arriba del nivel del mar y la temperatura la incrementa en 1.5% por cada 5.5°C, por encima de los 15°C.

TABLA III.3

. Criterios relativos al proyecto de una calle de rodaje

CARACTERÍSTICAS FÍSICAS		LETRA DE CLAVE				
		A (3)	B (4)	C (5)	D (6)	E (7)
Anchura mínima de:	Pavimento de calle de rodaje	7,5 m	10,5 m	18 m ^a 15 m ^b	23 m ^c 18 m ^d	23 m
	Pavimento de calle de rodaje y de margen	-	-	25 m	30 m	44 m
	Franja de calle de rodaje	27 m	39 m	57 m	85 m	93 m
	Parte nivelada de franja de calle de rodaje	22 m	25 m	25 m	36 m	44 m
Margen mínimo de separación entre la rueda exterior del tren de aterrizaje principal y el borde de la calle de rodaje		1,5 m	2,25 m	4,5 m ^a 3 m ^b	45 m	4,5 m
Distancia mínima de separación entre el eje de la calle de rodaje y:	Eje de una pista de vuelo por instrumentos					
	Número de clave					
	1	02,5 m	87 m	-	-	-
	2	85,2 m	87 m	-	-	-
	3	-	-	108 m	176 m	-
	4	-	-	-	176 m	100 m
	Eje de una pista que no sea de vuelo por instrumentos					
	Número de clave					
	1	37,5 m	42 m	-	-	-
	2	47,5 m	52 m	-	-	-
3	-	-	93 m	101 m	-	
4	-	-	-	101 m	105 m	
Eje de calle de rodaje		21 m	31,5 m	46,5 m	60,5 m	76,5 m
Objeto	Calle de rodaje ^a	13,5 m	19,5 m	28,5 m	42,5 m	46,5 m
	Calle de acceso al puesto de estacionamiento de aeronaves	2 m	16,5 m	24,5 m	36 m	40 m
Pendiente longitudinal máxima de la calle de rodaje:	Pavimento	3%	3%	1,5%	1,5%	1,5%
	Variación de la pendiente	1% por 25 m	1% por 25 m	1% por 30 m	1% por 30 m	1% por 30 m
Pendiente transversal máxima de:	Pavimento de la calle de rodaje	2%	2%	1,5%	1,5%	1,5%
	Parte nivelada de la franja de calle de rodaje: pendiente ascendente	3%	3%	2,5%	2,5%	2,5%
	Parte nivelada de la franja de calle de rodaje: pendiente descendente	5%	5%	5%	5%	5%
	Parte no nivelada de la franja: pendiente ascendente	5%	5%	5%	5%	5%
Radio mínimo de la curva vertical longitudinal		2 500 m	2 500 m	3 000 m	3 000 m	3 000 m
Alcance visual mínimo de la calle de rodaje		Desde 150 m por encima de 1,5 m	Desde 200 m por encima de 2 m	Desde 300 m por encima de 3 m	Desde 300 m por encima de 3 m	Desde 300 m por encima de 3 m

a. Calle de rodaje de pista para ser utilizada por aviones con base de ruedas igual o superior a 18 m

b. Calle de rodaje de pista para ser utilizada por aviones con base de ruedas inferior a 18 m.

c. Calle de rodaje de pista para ser utilizada por aviones con base de ruedas cuya distancia entre las ruedas exteriores del tren de aterrizaje principal sea igual o inferior a 9 m.

d. Calle de rodaje de pista para ser utilizada por aviones con base de ruedas cuya distancia entre las ruedas exteriores del tren de aterrizaje principal sea inferior a 9 m.

e. Callos de rodaje que no sean calles de acceso al puesto de estacionamiento de aeronaves.

Al situar las calles de rodaje de salida es importante tener en cuenta las condiciones locales tales como la frecuencia de pavimento húmedo o las ráfagas de viento. Resultará mejor tener a las calles de rodaje varios metros más adelante, que el tener a los aviones rebasando las salidas - el mayor número de veces.

A.2.5) Superficies de enlace.

El anexo 14 de la OACI recomienda ciertas distancias mínimas de separación entre la rueda principal exterior de la aeronave y el borde de la calle de rodaje. La tabla (III.3), muestra dichas distancias de separación. Puede ser necesario proporcionar pavimento suplementario en las curvas de las calles de rodaje y en las uniones e intersecciones de las calles de rodaje, para satisfacer los requisitos cuando una aeronave efectúe un viraje. La resistencia de la superficie de enlace deberá ser la misma que la de la calle de rodaje.

Algunos de los métodos para el cálculo de superficies de enlace, son:

- a) Simulación de los movimientos de una aeronave empleando una maqueta;
- b) Cálculo matemático;
- c) Empleo de gráficos establecidos que proporcionan satisfactoriamente una aproximación de la trayectoria seguida por el centro del tren de aterrizaje.

A.2.5.1) Simulación con maquetas.

Empleando una maqueta puede obtenerse la trayectoria de las ruedas principales exteriores de una aeronave durante un viraje. Para ello se mueve un modelo a escala de la aeronave, sobre un plano que reproduce las pistas y calles de rodaje. Es necesario emplear una escala suficientemente grande (por

ejemplo 1/250) y la maqueta deberá estar bien construida para impedir errores excesivos cuando se transfieran las trayectorias logradas, a un tamaño mayor. Estas condiciones hacen que este método sea poco práctico.

A.2.5.2) Cálculo matemático.

La superficie de enlace puede determinarse matemáticamente, pero el proceso es bastante complicado y el grado de precisión que se obtiene - excede del requerido para los trabajos reales de construcción de dichas superficies. No obstante este método puede tenerse en cuenta si se dispone de una computadora. Y en ese caso se preparará un programa de cálculos para obtener una solución numérica de las ecuaciones relacionadas con la determinación de la trayectoria.

A.2.5.3) Empleo de gráficos.

Como alternativa práctica del cálculo matemático, puede obtenerse con facilidad un resultado muy aproximado empleando gráficos establecidos. Este método requiere un cálculo mínimo para una aplicación específica. - Dependiendo de su forma estos gráficos pueden emplearse para todos los tipos de aeronaves o adaptarse a un tipo en particular.

Los mismos métodos pueden utilizarse también, para el trazado y proyecto de plataformas con el debido margen para las distancias mínimas de separación especificadas, que existirán entre las aeronaves que maniobran en la plataforma y otras aeronaves, edificios, etc., y para las distancias mínimas de separación necesarias para asegurar que el chorro de los motores de las aeronaves, no creen un peligro a otras actividades e instalaciones en la plataforma o en su proximidad.

A.2.6) Márgenes y franjas de las calles de rodaje.

Un margen es una zona adyacente al borde de la superficie pavimentada preparada de tal forma que proporcione una transición entre el pavimen

to y la superficie adyacente. Los fines principales por los que se procura - un margen de calle de rodaje es prevenir que los motores a reacción, que sobresalgan en voladizo más allá del borde de la pista absorban piedras u otros elementos que puedan producir daños al motor y el prevenir la erosión de esta área.

La tabla III.3 indica las anchuras que deben de tener los márgenes y franjas de calle de rodaje. Puede tenerse en cuenta que se considera como apropiado un margen de 10.5m a los dos lados cuando la letra de clave de la pista más larga servida es E. El requisito relativo a la anchura del margen de la calle de rodaje está basado en la aeronave más crítica. Se considera que una anchura de 7.5m a ambos lados es apropiada para una calle de rodaje, cuando la letra de clave de pista sea D, suponiendo que la distancia entre los motores exteriores de la aeronave crítica, no sobrepase los 30m.

La superficie del margen a continuación de la calle de rodaje deberá estar nivelada con la superficie de la calle de rodaje, en tanto que la superficie de la franja deberá estar nivelada con el borde de la calle de rodaje o el margen sí se proporciona.

No deberá permitirse la existencia de obstáculos a los lados de las calles de rodaje, dentro de las distancias que indica la tabla III.3 para la distancia mínima de separación de objetos fijos. Sin embargo, letreros y cualquier otro objeto que debido a sus funciones deban permanecer dentro de la franja de la calle de rodaje, a fin de satisfacer requisitos relativos a la navegación aérea, pueden continuar en la franja pero deberán estar -
construidos y ubicados de tal forma que se reduzca al mínimo la posibilidad de que una aeronave choque con ellos. Estos objetos deberán estar situados de tal forma que no puedan ser alcanzados por las hélices, las góndolas de los -
motores y las alas de las aeronaves que utilicen la calle de rodaje. Como regla deberán estar ubicados de tal forma que ninguna parte de los mismos esté más alta de 0.30m sobre el nivel del borde de la calle de rodaje, dentro de -
la franja de la calle de rodaje.

A.3) Plataforma.

Por plataforma se entiende una área definida que está destinada a dar cabida a las aeronaves para los fines de embarque y desembarque de pasajeros, correo y/o carga, reaprovisionamiento de combustible, estacionamiento o mantenimiento. La plataforma suele estar pavimentada pero, en ocasiones, puede no estarlo; por ejemplo, en algunos casos, una plataforma provista de césped puede ser adecuada para aeronaves pequeñas.

A.3.1) Tipos de plataformas.

Según el uso que se les da, pueden ser:

Plataforma terminal.- Es un área designada para las maniobras y estacionamiento de las aeronaves situada junto a las instalaciones de la terminal de pasajeros o de acceso fácil. Desde esta área los pasajeros que salen de la terminal embarcan en la aeronave. Además de facilitar el movimiento de los pasajeros, la plataforma terminal se utiliza para el aprovisionamiento de combustible y mantenimiento de aeronaves, así como para el embarque y desembarque de carga, correo y equipaje. A cada lugar donde se alojen aeronaves en la plataforma se le denomina puesto de estacionamiento de la aeronave.

Plataforma de carga.- Para las aeronaves que sólo transportan carga y correo puede establecerse una plataforma de carga separada, junto al edificio terminal de carga. Es conveniente la separación de las aeronaves de carga con las de pasajeros debido a los distintos tipos de instalaciones que cada una de ellas necesita tanto en la plataforma como en la terminal.

Plataforma de estacionamiento, de servicio y de hangares.- En los aeropuertos puede necesitarse una plataforma de estacionamiento por separado de la plataforma terminal, en donde las aeronaves puedan permanecer estacionadas durante largos periodos. Estas plataformas pueden utilizarse durante la parada por estancia de la tripulación o mientras se efectúa el servicio y

mantenimiento periódico menor de aeronaves que se encuentren temporalmente fuera de servicio. Las plataformas de estacionamiento deberán estar lo más cerca posible de las plataformas de la terminal. Una plataforma de servicio es un área descubierta adyacente a un hangar de reparaciones en el que puede efectuarse el mantenimiento de aeronaves, mientras que una plataforma de hangar es una área en la que una aeronave puede permanecer ahí, o bien, entrar o salir de un hangar.

Plataformas de aviación general. - Las aeronaves de aviación general, utilizadas para vuelos de negocios o de carácter personal, necesitan varias categorías de plataformas para atender distintas actividades de la aviación general, siendo estas: a) plataforma temporal; b) plataformas de estacionamiento de aeronaves de base en ese aeropuerto; c) plataformas de servicio en tierra.

- a) Plataforma temporal. - Las aeronaves de aviación general que efectúan vuelos de carácter transitorio, utilizan este tipo de plataforma como medio temporal de estacionamiento, así como para el acceso de las instalaciones de aprovisionamiento de combustible, otros servicios para las aeronaves y transportes terrestres. En los aeropuertos, comúnmente, se destina alguna zona para las aeronaves de la aviación general que efectúan vuelos temporales en la plataforma terminal.
- b) Plataformas o zonas de estacionamiento de aeronaves con base en el aeropuerto. - Las aeronaves de la aviación general que tienen su base en el aeropuerto en estudio necesitan, ya sea espacio de estacionamiento o de amarre en un hangar, o una zona al descubierto. Las aeronaves que se encuentran estacionadas en un hangar necesitan una plataforma enfrente del edificio para efectuar maniobras. Las zonas al descubierto utilizadas para el estacionamiento de aviones que tienen su base fija en el aeropuerto pueden ser pavimentadas, no pavimentadas o cú

biertas de césped, según el tamaño de las aeronaves y las condiciones meteorológicas locales y el estado del suelo.

- c) Plataformas de servicio en tierra.- Deberán establecerse, en la medida necesaria, zonas para llevar a cabo las operaciones de servicio, aprovisionamiento de combustible o carga y descarga.

A.3.2) Dimensiones de las plataformas.

El espacio necesario para un determinado trazado de la plataforma depende de los siguientes factores: la dimensión y característica de maniobrabilidad de la aeronave que utilice la plataforma; el volumen de tránsito que tenga la plataforma; requisitos relativos al margen de separación; forma de entrada y de salida de la plataforma de estacionamiento de las aeronaves; trazado básico del edificio terminal u otra utilización del aeropuerto; requisitos con respecto a las actividades en tierra de las aeronaves; y canales de rodaje y vías de servicio.

A.3.2) Dimensiones de las aeronaves.

Antes de emprender un proyecto detallado de plataforma conviene saber la dimensión y maniobrabilidad de la combinación de aeronaves que se prevee habrán de utilizar una determinada plataforma. La figura III.6 muestra las dimensiones necesarias, para evaluar el espacio de un puesto de estacionamiento de aeronaves, y la tabla III.4 enumera los valores correspondientes a varios tipos de aeronaves. Las dimensiones totales de la aeronave relativas a la longitud total (L) y envergadura (S), pueden utilizarse como punto de partida para determinar la dimensión de la superficie total de plataforma que se requiera para un determinado aeropuerto. Todas las demás superficies que se necesitan a efectos de márgenes de separación, rodaje, estaciones de servicio, etc., pueden determinarse en relación con esta "huella" básica de la aeronave. Las características de maniobrabilidad de una aeronave dependen

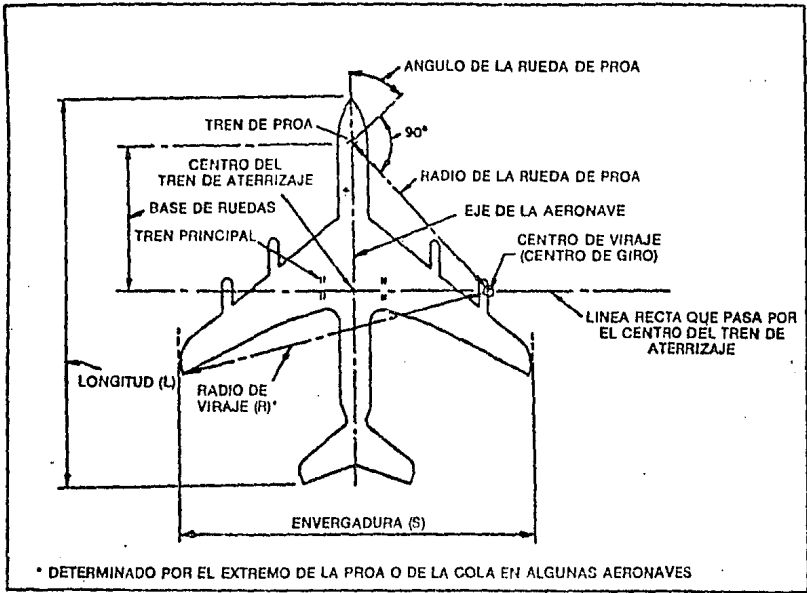


Figura III.6. Dimensiones para evaluar el espaciado del puesto de estacionamiento de aeronaves

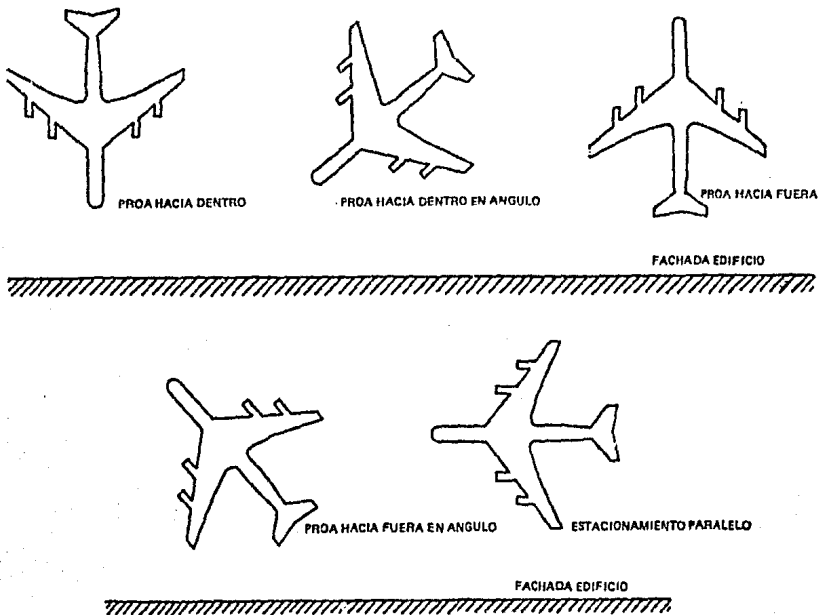


Figura III.7

T A B L A I I I . 4

DIMENSIONES DE AERONAVES SELECCIONADAS

Tipo de aeronave	Longitud (m)	Envergadura (m)	Angulo de la rueda de proa	Radio de viraje (m)
A-300B-B2	46,70	44,80	50°	38,80 ^a
B-727-100	40,59	32,92	75°	21,90 ^c
B-737-100	28,65	28,65	70°	18,40 ^a
B-737-200	30,58	28,35	70°	18,70 ^a
BAC 111-400	28,50	27,00	65°	21,30 ^a
Caravelle	36,70	34,30	45°	29,00 ^a
DC-8-40/50	45,95	43,41	70°	29,20 ^a
DC-8-61/63	57,12	43,41/45,2	70°	32,70°
DC-9-10/20	31,82	27,25/28,5	75°	17,80 ^c
DC-9-30	36,36	28,44	75°	20,40 ^c
DC-9-40	38,28	28,44	75°	21,40 ^c
DC-9-50	40,72	28,45	75°	22,50 ^c
DC-9-80	45,02	32,85	75°	25,10 ^b
Vickers Viscount 800	26,10	28,60	50°	21,60 ^a

- a) Hasta el extremo del ala.
- b) Hasta la proa.
- c) Hasta la cola.

del radio de viraje (R), lo que a su vez está relacionado con la posición del centro de viraje. El centro de viraje es el punto en torno al cual gira la aeronave al hacer el viraje. Este punto se encuentra situado a lo largo del eje del tren de aterrizaje principal a una distancia variable del eje del fuselaje, según sea el máximo ángulo de deflexión de la rueda de nariz, en que se lleva a cabo la maniobra de viraje. En la mayoría de los casos, estos valores de los radios se miden desde el centro del viraje hasta el extremo del ala, sin embargo, en algunas aeronaves, los extremos (de la nariz o de la cola) son los puntos críticos.

A.3.3) Volumen de tráfico.

El número y dimensiones de los puestos de estacionamiento de aeronaves, necesarios para cualquier tipo de plataforma puede determinarse a partir de los pronósticos de los movimientos de aeronave en un aeropuerto dado. El pronóstico de la actividad de una plataforma debe desglosarse en un período apropiado de planificación del tráfico para el tipo de plataforma que se trate, como se observará en el capítulo IV.

A.3.4) Requisitos relativos a márgenes de separación.

Un puesto de estacionamiento de aeronaves deberá proporcionar los siguientes márgenes mínimos de separación entre las aeronaves que utilicen el puesto de estacionamiento, así como entre las aeronaves y edificios adyacentes u otros objetos fijos.

LETRA DE CLAVE	MARGENES (m)
A	3.0
B	3.0
C	4.5
D	7.5
E	7.5

Cuando las letras de clave sean D y E los márgenes pueden reducirse en los siguientes lugares (sólo para el caso de las aeronaves que -- ejecuten la maniobra de entrada con motores y la salida con tractor); entre la terminal y la nariz de la nave; y cualquier parte del puesto de estacionamiento equipado con guía azimutal proporcionada por algún sistema de guía de atraque visual. Estos márgenes pueden aumentarse, a consideración de los encargados de la planificación del aeropuerto, según sea necesario, para garantizar la utilización de la plataforma en condiciones de seguridad. La ubicación de las calles de rodaje de acceso al puesto de estacionamiento de aeronaves y las calles de rodaje en la plataforma, deberán proporcionar distancias de separación entre el eje de estas calles de rodaje y las aeronaves en el -- puesto de estacionamiento no inferiores a los valores que se dan a continuación.

DISTANCIAS MINIMAS DE SEPARACION.

LETRA DE CLAVE	ENTRE EL EJE DE UNA CALLE DE ACCESO AL PUESTO DE ESTACIONAMIENTO DE AERONAVES Y UN OBJETO (m).	ENTRE EL EJE DE UNA CALLE DE RODAJE EN LA PLATAFORMA Y UN OBJETO (m).
A	12.0	13.5
B	16.5	19.5
C	24.5	28.5
D	36.0	42.5
E	40.0	46.5

A.3.5) Procedimientos de entrada y salida del puesto de estacionamiento de aeronaves.

Son varios los métodos utilizados por las aeronaves para entrar y salir de un puesto de estacionamiento: pueden entrar y salir remolcadas; pueden entrar por sus medios y salir remolcadas; pueden entrar remolcadas y salir por sus medios; y pueden ejecutar las dos maniobras por sus medios. Sin embargo, al considerar los requisitos en cuanto a las dimensiones de las plataformas, los diversos métodos pueden clasificarse en maniobra autónoma y con ayuda de tractor.

Las distancias de separación en el puesto de estacionamiento de aeronaves están determinadas por el radio de viraje y la configuración geométrica de la aeronave. Siendo fácil apreciar que al efectuarse la entrada y salida al puesto de estacionamiento por maniobra autónoma, el área de pavimento o superficie tratada, será mayor que la que se necesita cuando se utiliza un tractor, pero presenta una compensación puesto que se ahorra el equipo y el personal que se necesita para las maniobras con tractor. Sin embargo no deberá considerarse por el momento como orientación para el proyecto de plataformas, la tentativa de entrar de nariz al puesto echando marcha atrás con motor, ya que este método aún se encuentra en fase experimental. (Ver figuras III.7, III.8 y III.9).

El empleo de tractores permite un espaciado más compacto de los puestos de las aeronaves, con lo que se reduce tanto el espacio para la plataforma como el de la terminal que se necesita para atender un elevado volumen de estacionamiento de aeronaves en la terminal. La mayoría de los aeropuertos de gran actividad en el mundo, emplean alguna variación de los métodos que se sirven de tractores; siendo el más frecuente aquel en el que las aeronaves entran a la zona de estacionamiento con la nariz hacia el edificio terminal sirviéndose de su propia propulsión y paran en posición de nariz hacia dentro y la maniobra de salida, que es un poco más complicada se efectúa por medio de un tractor, empujando hacia atrás hasta llevar a la aeronave a la calle de rodaje y al mismo tiempo dándole un giro de 90°.

A.3.6) Trazados básicos de los sistemas de estacionamiento en plataforma terminal. (Ver fig. III.10)

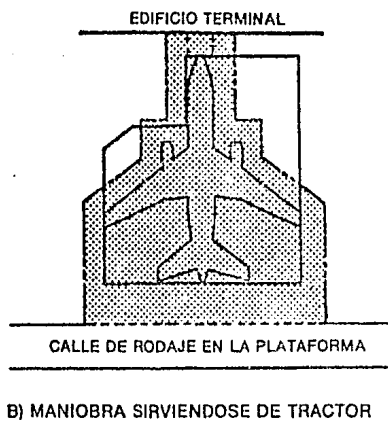
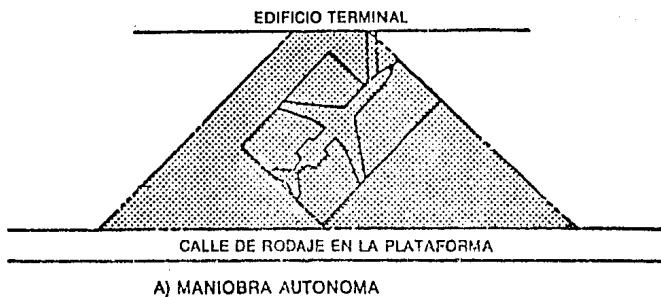
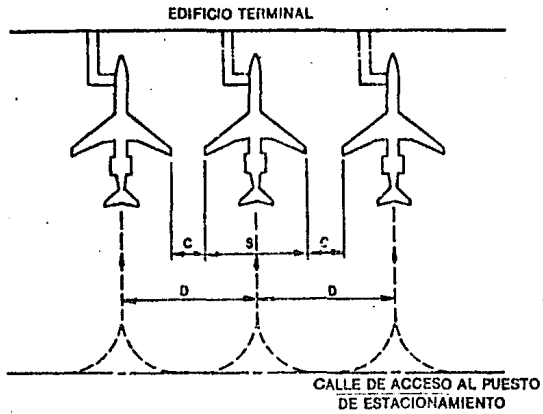
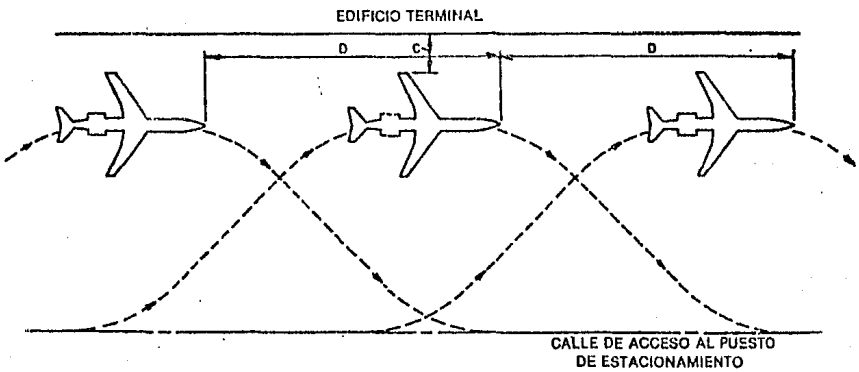


Figura III-8. Superficie necesaria para la entrada y salida de la plataforma en la terminal



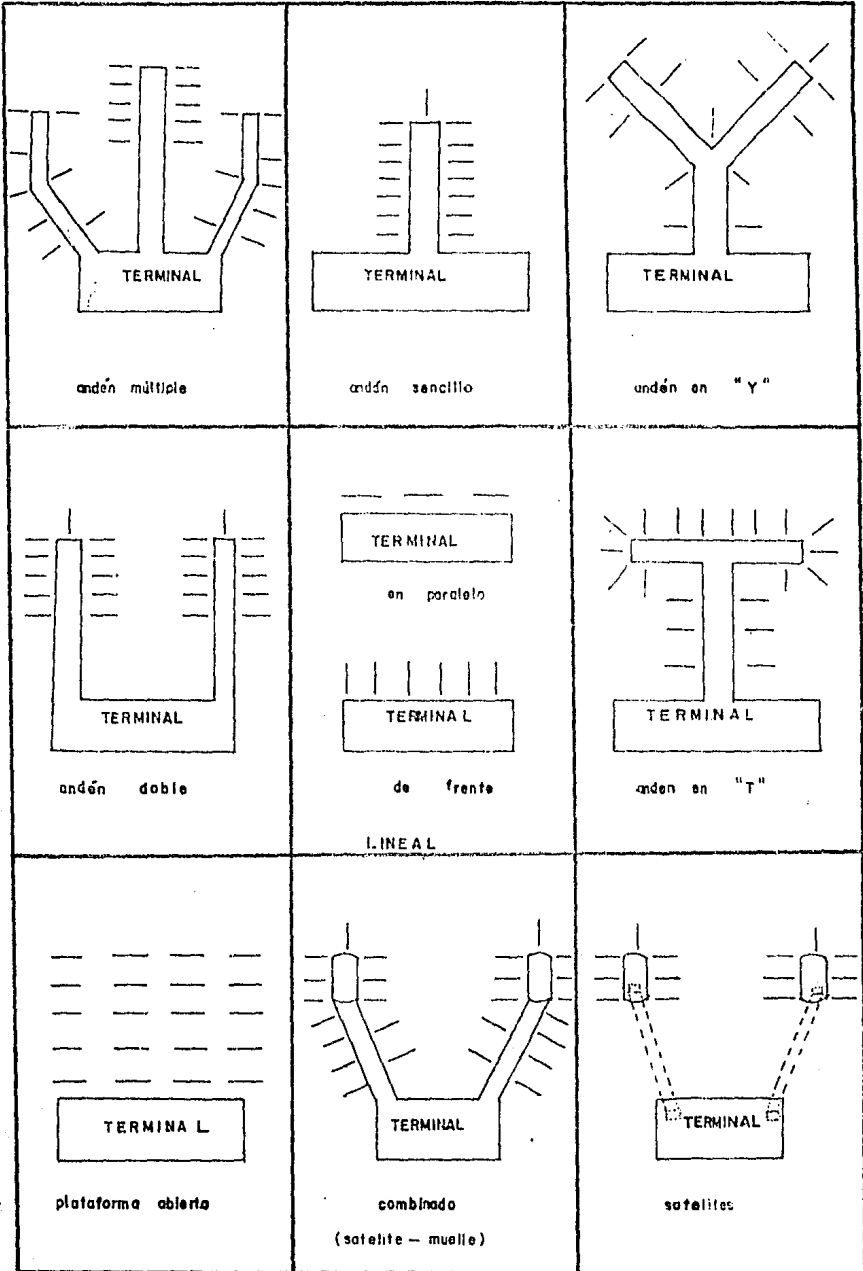
A) METODO DE ENTRADA, RODANDO, SALIDA POR EMPUJE SIRVIENDOSE DE TRACTOR



B) METODO DE MANIOBRA AUTONOMA

Figura II-9. Factores que determinan la separación necesaria entre puestos de estacionamiento de aeronaves

FIGURA III.10



Sistema de Plataforma Abierta. Es un sistema mediante el cual las aeronaves están estacionadas junto al edificio de pasajeros en más de -- una fila. Cuando se utiliza este sistema, el acceso a las aeronaves puede -- efectuarse andando o en vehículo motorizado. El desplazamiento de los pasaje ros a pie hacia la aeronave que espera, o viceversa, se considera inseguro - por ser necesario cruzar sendas que son transitadas por las aeronaves. Para superar este problema varios aeropuertos utilizan autobuses o bien salas mó- viles.

Sistema en Paralelo. En esta forma de estacionamiento, el eje longitudinal del avión queda paralelo al edificio terminal. Esta maniobra se realiza en forma autónoma tanto la entrada como la salida; lo que afecta a - las dimensiones de la plataforma ya que deberá existir suficiente espacio en tre avión y avión, para que se realice la maniobra. Como ventajas ofrece ser muy flexible y menos costosa debido a ser utilizada la maniobra autónoma.

Sistema en ángulo. (con la nariz hacia adentro o hacia afuera). En estos casos el eje longitudinal del avión queda en ángulo con respecto al edificio terminal. Este ángulo varía entre 50° y 60°. En esta forma de esta- cionarse se puede entrar o salir en forma autónoma y la maniobra opuesta será por medio de remolque.

Sistema de antenas (de "dedos"). Se recomienda, generalmente, que las distancias que hay que recorrer desde el mostrador de presentación de boletos hasta la aeronave sea de 200 a 400 metros utilizando un sólo andén, - la distancia que ha de recorrerse a pie aumenta proporcionalmente al número - de puestos de estacionamiento de aeronaves. En la etapa de planificación debe rá tenerse en cuenta tanto las necesidades iniciales como las finales. Reco- mendándose lo siguiente, si las necesidades finales en cuanto al número de pa sajeros, no excede de 12 puestos de estacionamiento, bastará con un sólo an- dén. Cuando las necesidades excedan de 30 puestos aproximadamente, será más - eficaz un sistema de andenes múltiple.

El espacio disponible puede que se preste mejor para un trazado en forma de "Y" o "T"; sin embargo, este sistema se considera menos eficaz que el de andenes sencillos, debido a que se duplican las distancias hasta las partes más alejadas.

Sistema de Satélites y Túneles. Fueron ideados para liberar a la plataforma de obstrucciones y permitir configuraciones de estacionamiento más compactas. Sin embargo, este sistema, supone caminatas muy largas entre el transporte de superficie y las aeronaves. El sistema de satélites es así mismo, menos conveniente con respecto al número de puestos de estacionamiento de aeronaves, que puedan conseguirse a base de una misma distancia recorrida a pie en un sistema de andén.

Sistema combinado de andenes y satélites. Es aquel sistema en el que al finalizar el andén se construye un satélite y de esta manera aprovechar la cabecera del andén para tener más puestos de estacionamiento, si se cuenta con el espacio suficiente y no sea costeable el construir otro andén para satisfacer las necesidades del aeropuerto, es recomendable este tipo de construcción.

Sistema Lineal. En el caso de terminales que sólo requieran pocos puestos de estacionamiento de aeronaves, el sistema lineal de carga de aeronaves constituye la distribución más lógica. Con este sistema se reduce al mínimo la distancia que habrá de recorrerse entre la acera de la terminal y el puesto de estacionamiento. El sistema lineal también ha sido empleado en aeropuertos provistos de un gran número de puestos de estacionamiento. Sin embargo, a medida que aumente el número de puestos de estacionamiento necesarios, la circulación de pasajeros entre puestos de estacionamiento resulta más difícil. En este sistema la aeronave puede estacionarse de frente hacia el edificio terminal o de cola, y también quedan incluidos los sistemas en paralelo y en ángulo.

A.3.7) Trazado de plataformas para mercancía (carga general).

Las aeronaves que llevan exclusivamente carga general se sitúan frecuentemente en una plataforma cercana al edificio de carga, ubicado a cierta distancia del edificio de pasajeros. Deberá haber espacio suficiente para situar tantas aeronaves, como se prevea en las horas pico de carga y des-carga, en determinado momento. Cuando el número de operaciones de carga es pequeño, se podrá utilizar la plataforma del edificio terminal de pasajeros en un puesto situado lo más lejos posible de toda actividad de pasajeros, a condición de que este procedimiento no resulte incompatible con las demás operaciones. La mezcla del tráfico de pasajeros y de carga no es recomendable. La configuración de la plataforma de carga es semejante en cuanto a los puestos de aeronave y el espaciado entre estos, a la plataforma del edificio de pasajeros.

A.3.8) Separación entre puestos de estacionamiento.

El caso más sencillo es el de la aeronave que llega a estacionarse perpendicularmente al edificio terminal y sale directamente empujada hacia atrás. Como se muestra en la figura III.9, la separación mínima entre puestos (D) es simplemente igual a la envergadura (S) más la distancia de separación requerida (C).

Respecto a otros procedimientos de entrada y salida, en otros ángulos de estacionamiento, la configuración geométrica es más compleja y exige un análisis detallado para determinar la separación entre puestos de estacionamiento para el caso de estacionamiento por maniobra autónoma, que depende del ángulo con el cual la aeronave pueda fácilmente maniobrar mientras hay otras aeronaves estacionadas en puestos contiguos. Deberán consultarse los datos técnicos de los constructores de aeronaves para determinar el radio de la curva descrita por el extremo del ala y las características operacionales de las aeronaves que se prevea utilicen estas técnicas de maniobras más complejas.

A.3.9) Operaciones de servicio a las aeronaves en tierra.

Las operaciones de servicio a las aeronaves que se lleva a cabo durante el tiempo en que una aeronave se encuentra estacionada en un puesto comprenden: los servicios de inodoro, cocina, manejo de equipajes y/o carga, abastecimiento de agua potable, aprovisionamiento de combustible, de aire acondicionado, oxígeno, remolque de aeronaves, suministro de energía eléctrica y aire para el arranque. Estos servicios pueden ser suministrados por instalaciones fijas o bien por medio de vehículos y/o equipo conexo. En la figura III.11, se muestra un modo de configuración de los servicios en tierra para una aeronave de tamaño mediano. La zona situada a la derecha de la nariz - de la aeronave y adelante del ala, se utiliza a menudo como una zona de servicio, dispuesta previamente para el depósito de vehículos y equipo.

Para terminar con este inciso de pistas, calles de rodaje y -- plataformas, es conveniente involucrar el concepto de apartaderos de espera, dado que, si las aeronaves que se disponen a despegar pudiesen recibir siempre el permiso de salida por el orden de llegada a la cabecera de la pista, - podrían permanecer en una sola fila en una calle de rodaje. En la práctica es necesario, poder sobre-pasar estas aeronaves, de manera que sea posible autorizar el despegue de las aeronaves por el orden conveniente que permita facilitar las operaciones. Además las aeronaves de motor de émbolo necesitan espacio para efectuar sus comprobaciones (probando sus motores cara al viento antes de despegar).

En consecuencia, con respecto a las pistas que haya que usar - para los despegues, habrá que proyectar apartaderos de espera o calles de desviación, donde puedan permanecer las aeronaves y sea posible sobre-pasarlas.- Deberán estar situadas de manera que: haya una separación suficiente desde la pista y desde las aeronaves que utilicen la calle de rodaje; ni la turbulencia producida por las hélices ni la presión del chorro de los motores de reacción alcancen otras aeronaves; no se dificulte el buen funcionamiento de las ayu-- das de aproximación y aterrizaje; las aeronaves situadas en estos apartaderos están normalmente protegidas contra ingerencias ilegales de personas.

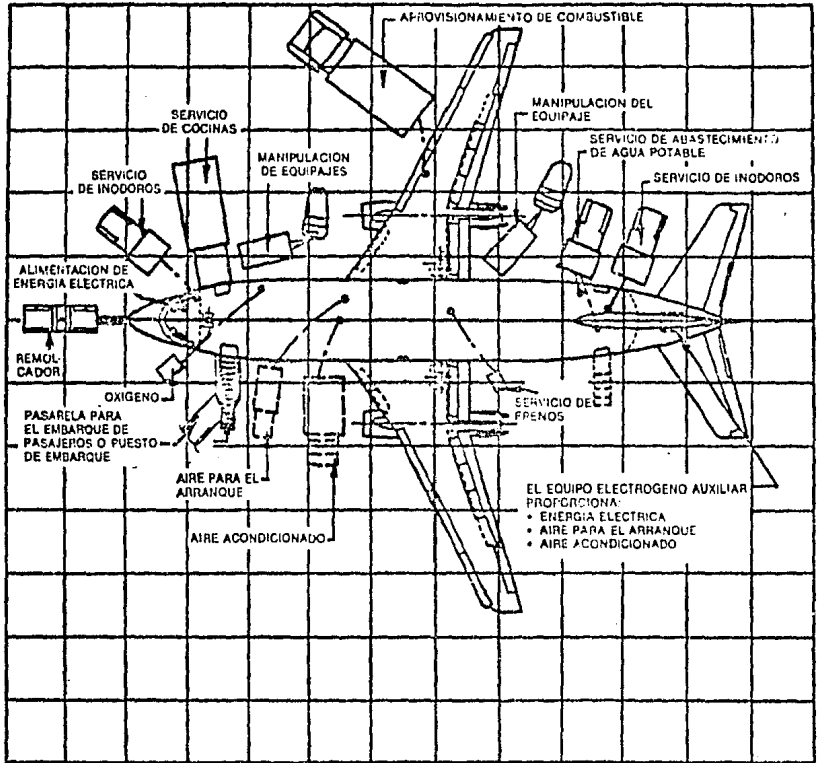


Figura III-11. Modelo de la disposición de servicios en tierra

B) EDIFICIO TERMINAL.

Este inciso trata de las instalaciones y servicios para albergar aquellas actividades que tienen que ver con el traslado de la carga pagada (pasajero y equipaje, correo y carga) desde el sitio de transbordo entre el transporte terrestre y el edificio terminal hasta el punto de embarque de la aeronave, así como con el traslado entre vuelos de pasajeros y sus equipajes que empalman vuelos o están en tránsito.

B.1) Características de la carga pagada.

Las características primordiales de la carga pagada son las siguientes :

Carga pagada internacional. Es la carga que viaja entre países y está sujeta a las formalidades de los organismos estatales de control fronterizo.

Carga pagada interior o nacional. La carga que vuela dentro de un mismo país y que no están sujetas a la formalidad de inspección de las autoridades estatales.

Carga pagada de salida. Carga que utiliza un aeropuerto para -- iniciar un viaje por vía aérea.

Carga pagada de llegada. Carga que llega por aeronave y que no vuelve a salir por la misma o en otra conexión.

Carga pagada en tránsito. Carga que llega y vuelve a salir en la misma aeronave. Este tipo de carga pagada no afecta para el caso de planificación del aeropuerto con excepción de los pasajeros, que probablemente sea necesario acogerlos en el edificio de pasajeros mientras la aeronave permanece en el aeropuerto, a fin de permitir la limpieza de la cabina de la aeronave y

brindar comodidades y servicios razonables a los pasajeros. También alguna -- carga pagada en tránsito puede ser objeto de formalidades fronterizas. Esto -- sucede cuando un tramo de una ruta se considera internacional y otro interior. La carga pagada que llega de un tramo internacional puede viajar con destino a un aeropuerto sin servicio de control fronterizo, motivo por el cual deben someterse a dichos controles en el aeropuerto de tránsito. Esto puede ser -- frecuente en los aeropuertos secundarios dado que su función es la de servir de enlace entre aeropuertos primarios y aeropuertos pequeños (que en comunidades pequeñas y/o aisladas, algunas veces únicamente cuentan con la pista).

Carga pagada de transbordo. Es la carga pagada que llega por -- vía aérea a un aeropuerto y tenga que empalmar con otro vuelo previsto, para así lograr llegar a su aeropuerto de destino. Este tipo de carga pagada puede ser considerada como si se tratara de carga pagada en tránsito, para la mayoría de los objetivos que busca la planeación. Sin embargo, se requerirá de -- ciertas instalaciones y servicios para confirmar los derechos que tiene la carga para abordar en la otra aeronave.

B.2) Características de las compañías que prestan o prestarán el servicio aéreo.

Aviación general y taxis aéreos. Como existirá demanda de aviación general, deberá procederse a un análisis cuidadoso de la relación beneficio-costos, para determinar si conviene mezclar este tráfico con el de aviación comercial o si es preferible mantenerlo aparte. Si bien, los taxis aéreos pueden constituir un problema en grandes aeropuertos, esto es lo opuesto para el caso de aeropuertos secundarios.

Aerolíneas regulares. Las características de los servicios de las aerolíneas regulares guardan relación directa con las licencias de explotación, con los acuerdos bilaterales y con la estructura de cada línea aérea regular. Por lo general, estos servicios de aeropuerto pueden dividirse en tres categorías básicas: de principio/fin de línea, de escala y de transbordo/tránsito.

sito. Un aeropuerto puede identificarse como de un tipo (para los explotadores en general) y, al mismo tiempo, servir como aeropuerto de un tipo distinto para determinada línea aérea regular. Las características de un aeropuerto dado pueden cambiar a medida que se autorizan nuevas rutas a una línea aérea, ya que ésta establece distintas modalidades de empalme y según se vayan aplicando nuevos acuerdos bilaterales sobre rutas.

Aerolíneas no regulares. Aparte de los vuelos regulares, muchas líneas aéreas explotan vuelos de fletamento (charters), vuelos de giras (tours) en grupos y otros tipos de servicios no regulares de pasajeros. Además existe una serie de transportistas complementarios autorizados que explotan tipos análogos de servicios no regulares. Los transportistas complementarios autorizados generalmente utilizan aeronaves del mismo tipo que las principales líneas aéreas internacionales, con la salvedad, que pueden haber instalado asientos suplementarios o bien, quitar algunos o todos, los asientos para así aumentar su capacidad de carga. Como los transportistas complementarios no arriendan -- instalaciones en muchos aeropuertos, a menudo se encarga de su tráfico alguna línea aérea autorizada o algún explotador fijo de la localidad, que puede tener sus oficinas fuera del edificio terminal.

Los explotadores de taxis aéreos constituyen otra clase de servicios no regulares de fletamento, que utilizan aeronaves generalmente más pequeñas que las explotadas por las aerolíneas. En muchos aeropuertos, el servicio de taxi aéreo no tiene oficina en el edificio terminal.

B.3) Circulación de la carga pagada.

El estudio de los pronósticos de la circulación de pasajeros, - equipaje y carga, dan los elementos necesarios para dimensionar todas las partes que constituyen al edificio terminal, así como de los sistemas complementarios que son requeridos en el mismo.

La circulación en el edificio terminal es de dos tipos: la carga

pagada que aborda y la carga pagada que desciende de la aeronave. La circulación de la carga pagada (pasajeros y equipaje, correo y carga general), se estudiarán por separado y agrupándose en : carga pagada de origen, carga pagada en el destino y carga pagada en tránsito y transferencia.

En términos generales, el edificio terminal está en función de las rutas que sigue la carga pagada, y deberá tener las características siguientes :

- a) Deberá estudiarse la distancia por transitar de la carga pagada. En especial atención con la distancia que deban caminar -- los pasajeros, siendo esta lo más corta posible. La Asociación Internacional del Transporte Aéreo (IATA), recomienda 300m como distancia máxima por caminar. Y cuando se tengan mayores -- distancias se deberá proporcionar mecanismos de asistencia a -- los pasajeros.
- b) En un aeropuerto secundario no se puede descartar la posibilidad de existencia de un tráfico internacional, principalmente en lo que respecta a carga en general, en el que de ser necesario existirá una separación entre carga local y carga internacional. Ahora bien, para el caso de pasajeros y equipaje no -- puede ser necesaria esta separación. Y se solicitará la colaboración de las autoridades gubernamentales a fin de simplificar los flujos, reduciendo o eliminando ciertos controles.
- c) Cuando sea necesaria la utilización de varios niveles por los que deban circular los pasajeros, estos no deberán cargar más -- que su equipaje de mano, proporcionándoles cuando menos en el ascenso de nivel, escaleras y/o rampas móviles.
- d) Se considerarán disposiciones especiales para facilitar el movimiento de pasajeros incapacitados, que sean conducidos en si

llas de ruedas. Para el caso de camillas es conveniente, diseñar rutas especiales que permitan rebasar al flujo de pasajeros normales.

- e) El flujo de pasajeros se verá agilizado si se proporciona al -- usuario del aeropuerto un sistema de información integral.
- f) Deberán situarse dentro del edificio de pasajeros, locales que no interfieran con el flujo de pasajeros; de fácil acceso y visible desde la ruta de los posibles usuarios de las concesiones, siendo las más usuales; restaurantes, cafetería, bar, farmacia, sucursales bancarias, agencias de seguros y tiendas. -- Las concesiones son de gran importancia ya que contribuyen a -- aumentar los ingresos de un aeropuerto.
- g) El área que rodea a los mostradores de documentación deberá -- ser lo suficientemente grande para acomodar a los pasajeros y a sus acompañantes sin que interfieran con el proceso de documentación, de no ser posible esta disposición en la zona de documentación, entonces se deberá separar a los pasajeros de sus acompañantes en dicha zona. Generalmente esta disposición de -- separación, es determinada por control gubernamental o de seguridad.
- h) El área de última espera, deberá estar tan cerca del avión como sea posible.
- i) Deberán diseñarse áreas para la recepción de pasajeros, o bien, carga de procedencia extranjera para poder efectuar los controles de entrada (migratorios, aduanales, de seguridad, sanitarios, etc.).
- j) El diseño de la zona terminal deberá contemplar la eliminación

de controles gubernamentales a los pasajeros y carga en tránsito, o de transbordo.

- k) El flujo de pasajeros entre el edificio terminal y el avión - deberá ser ágil y sin complicaciones con rutas claramente definidas, con seguridad y funcionalidad aceptables.

B.3.1) Flujo de pasajeros.

El propósito fundamental de estudiar este flujo será el diseñar un sistema que establezca, en forma ágil y segura, el enlace del viajero desde o hacia el avión, hasta o desde, respectivamente, el otro medio de -- transporte que lo llevará a su destino. De acuerdo con este propósito el edificio terminal de pasajeros, puede definir tres componentes: conexión del -- edificio terminal con el acceso, el flujo dentro del edificio, y la conexión del edificio con el avión.

B.3.1.1) Conexión del edificio terminal con el acceso.

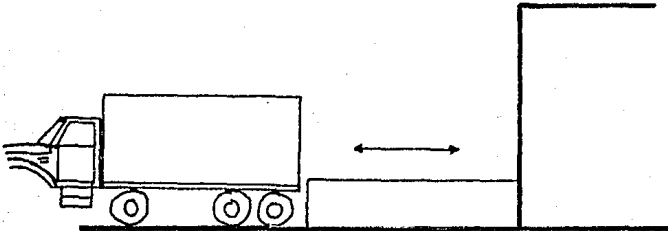
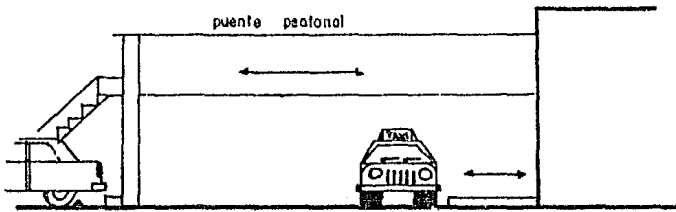
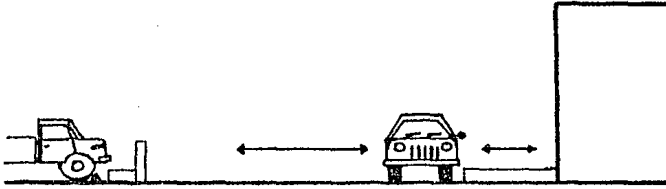
El pasajero llega o sale del aeropuerto por algún medio de -- transporte y necesitará de ciertas instalaciones que darán funcionalidad al edificio terminal como son : estacionamientos, aceras para que circulen los usuarios al descender o abordar algún vehículo; que cuente con suficientes - puertas de acceso al edificio, con las dimensiones apropiadas, para no causar aglomeraciones de entrada y salida de pasajeros; andenes que comuniquen al - aeropuerto con los estacionamientos (ver fig. III.12), o con terminales de - transporte colectivo. Según las necesidades del aeropuerto, esta conexión podrá hacerse en uno o en dos niveles.

B.3.1.2) El flujo dentro del edificio.

Las actividades principales de tramitación, que un pasajero - realiza al iniciar o concluir un vuelo son: compra de boletos, documentación

FIGURA III · 12

CONEXION DEL EDIFICIO TERMINAL CON EL ACCESO



de equipaje, reclamo de equipaje y control. Y para dichas actividades se proporcionarán las siguientes instalaciones:

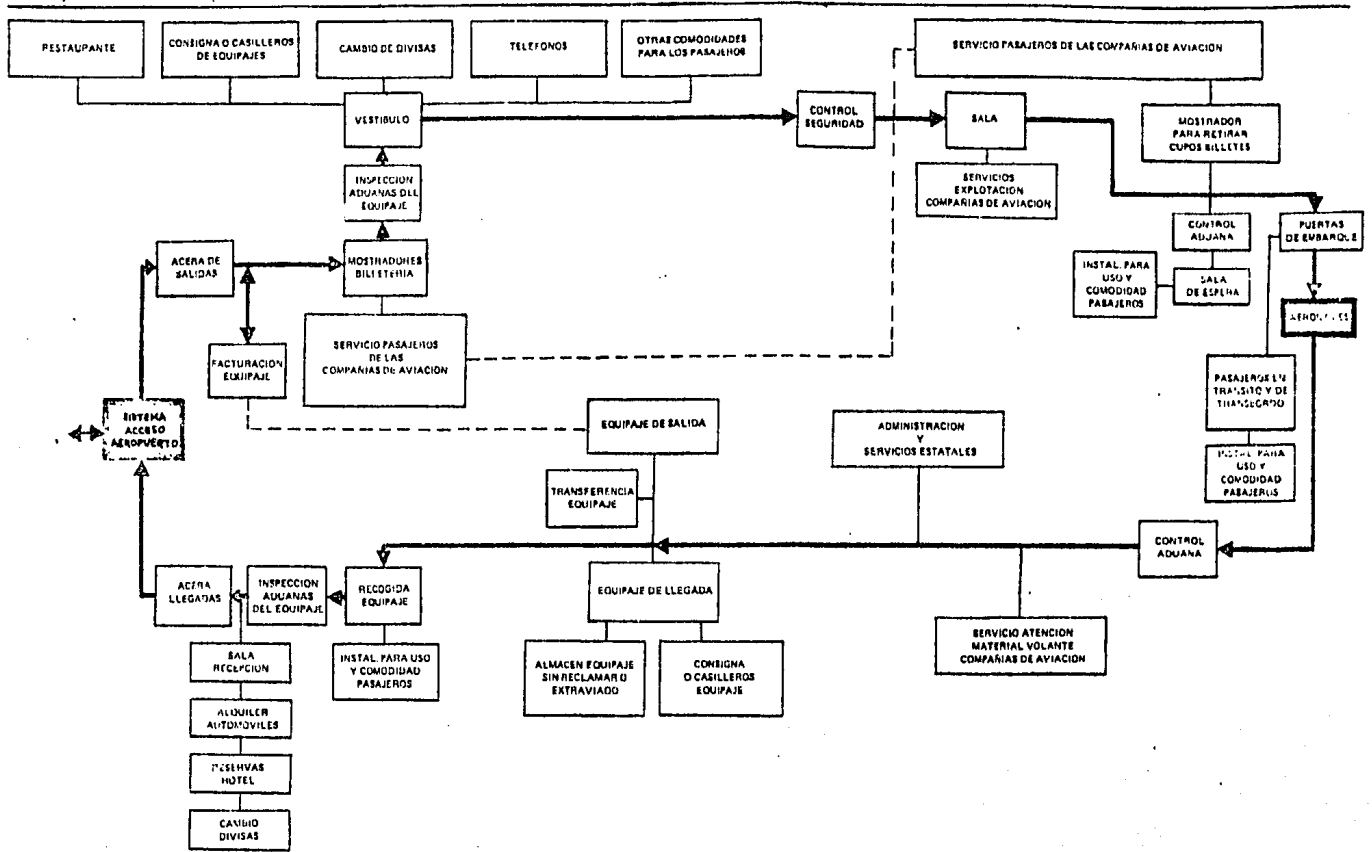
- mostradores de las compañías aéreas, para venta de boletos y documentación de equipaje;
- mostradores de control (seguridad, aduana, sanidad e inmigración);
- mostradores para el reclamo de equipaje.

Existen otras actividades para el pasajero en el edificio terminal, que no le son obligatorias pero si necesarias, como son los servicios de teléfono público, casilleros de depósito, correo, restaurantes, cafeterías, sanitarios, tiendas, etc., y afectarán el flujo de pasajeros dentro del edificio terminal (ver fig. III.13).

El aeropuerto también necesitará de una zona apropiada para su administración, oficinas para representantes del gobierno e instalaciones propias para oficinas de las compañías aéreas, que quedarán contempladas dentro del edificio terminal. Ahora bien, al tener un determinado volumen de tráfico de pasajeros de determinadas características, que maneje o manejará el aeropuerto, se necesitarán ciertas instalaciones y servicios mínimos, y siendo preciso conceder un determinado espacio a el o los explotadores de aeronaves. Dependiendo de lo antes mencionado, se podrá tener dos tipos de edificio terminal: edificio terminal centralizado y edificio terminal descentralizado.

Edificio terminal centralizado. El edificio terminal centralizado es aquel en el que los servicios a los usuarios están concentrados en un sólo edificio y no admite duplicidad de los mismos. En este tipo de edificios, los explotadores de aeronaves aplican métodos para el despacho de pasajeros, - que según su criterio será la mejor solución. Esto responde al deseo del explotador de poseer una identidad competitiva y le permite imponer sus prácticas operacionales preferidas. Sin embargo, suele registrarse una menor utilización de las instalaciones y servicios, siendo necesario indicar con certeza al pasajero, el lugar donde se encuentra representado el explotador del servi

FIGURA III-13



ENLACES FUNCIONALES DEL EDIFICIO DE PASAJEROS

cio aéreo que él ha escogido, con lo que el pasajero gozará de mayor comodidad, ya que se verá reducido su recorrido por los diversos sectores de las zonas de pasajeros. Todo lo antes mencionado se traduce en el aumento del tamaño del edificio y su costo total (de construcción y de operación).

Edificio terminal descentralizado. En este tipo de edificio terminal los servicios e instalaciones se repiten, siendo la mayoría de la zona de pasajeros comunes para todos los usuarios del aeropuerto, con excepción de aquellos sectores que son atribuidos a los explotadores del servicio aéreo. El edificio terminal descentralizado, logra reducir al mínimo su costo mediante la utilización continua y homogénea de las instalaciones y servicios que éste otorga.

B.3.1.3) Conexión con la aeronave.

Al momento de planificar se deberán tener en cuenta todos los conceptos que puedan responder a las circunstancias individuales del aeropuerto que se está proyectando. La selección de la forma del edificio de pasajeros debe realizarse en conjunto con la selección del sistema de estacionamiento de las aeronaves en la plataforma. Los conceptos que a continuación se nombran, deberán ser considerados al proyectar el edificio terminal.

Concepto sencillo. Un edificio sencillo comprende una zona -- única de espera y presentación del pasajero, dotada de varios puestos de embarque que den hacia una pequeña plataforma de estacionamiento. Esta idea es adaptable a aeropuertos de poca actividad de transporte aéreo y también a -- las operaciones de aviación general, ya sea cuando constituya una entidad se parada de un aeropuerto con servicio de aerolíneas, o bien, cuando sirva de centro de operaciones exclusivamente para la aviación general. Cuando el concepto sencillo responda a las necesidades de las líneas aéreas, éste comprenderá una plataforma que permita el estacionamiento a corta distancia y dará servicio de tres a seis aeronaves de transporte comercial. Cuando el edificio, de concepto sencillo, únicamente atienda a la aviación general, éste de

berá estar situado a una distancia conveniente para poder caminar desde el puesto de estacionamiento de la aeronave, y también quedará junto a una plataforma de servicio de aeronaves.

Concepto lineal. El concepto de un edificio lineal, no es más que una ampliación del concepto del edificio sencillo, en donde se pretende conseguir espacio adicional frente a la plataforma, con más puestos de embarque, y más espacio dentro del edificio para el despacho de los pasajeros. La disposición lineal se presta para instalar un estacionamiento público de vehículos apropiado y cercano; contando además con una amplia zona de aceras frente al edificio para la carga y descarga de vehículos de transporte terrestre, existiendo una relación directa entre el espacio de las aceras para el embarque, o el desembarque, y las aeronaves que salen o llegan respectivamente.

Concepto de andén. El proyecto de andén se ideó en los años cincuentas, cuando se agregaron corredores a edificios sencillos. Desde entonces, han surgido modalidades muy perfeccionadas del concepto. añadiendo salas de espera en los puestos de embarque, pasarelas y puentes para carga de las aeronaves. Sin embargo el concepto básico no se ha alterado, ya que el edificio central principal de pasajeros se utiliza para despachar a los pasajeros y su equipaje, en tanto que los espigones (andenes), proporcionan un medio de acceso, al amparo de la intemperie, desde el edificio hasta la aeronave.

Concepto de satélite. La característica principal del concepto de satélite es: un edificio central único (con todos los servicios de presentación, despacho de equipajes y auxiliares) conectado por túneles a una o más estructuras satélites. Para cada satélite se tendrá una sala común, en lugar de salas de espera individuales por puesto de embarque.

Concepto combinado satélite con andenes. Este concepto consta de un edificio central único conectado por andenes a una o varias estructuras

satélites, su empleo sólo se verá justificado desde el punto de vista económico.

Ahora, ya conociendo todos los conceptos que puedan responder a las circunstancias individuales del aeropuerto que se está proyectando, se proporcionará para el ascenso o descenso de la aeronave :

- áreas de espera ante las puertas de salida hacia el avión;
- medios de transporte y abordaje como escaleras, autobuses, sa las móviles, o pasillos telescópicos (ver fig. III.14);
- corredores y zonas de espera para pasajeros que estén en tránsito por el aeropuerto.

B.3.2) Flujo de equipaje.

El manejo de equipaje es parte integral del flujo de pasajeros y deberá realizarse eficientemente para no demorar el flujo total. El flujo - del equipaje se divide en equipaje de llegada y equipaje de salida.

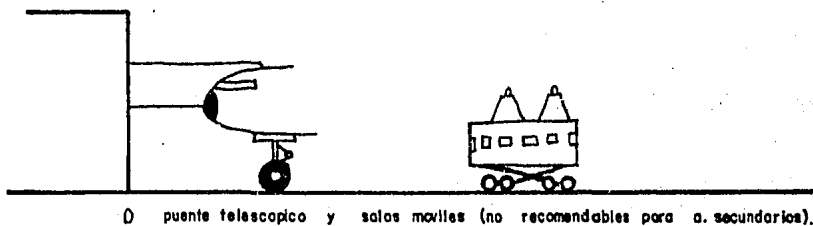
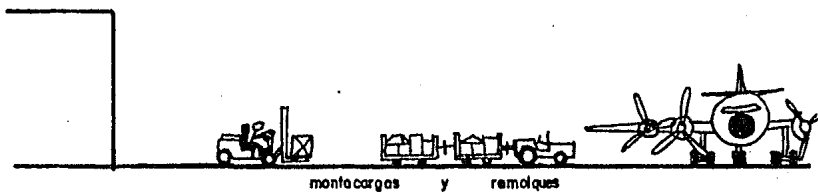
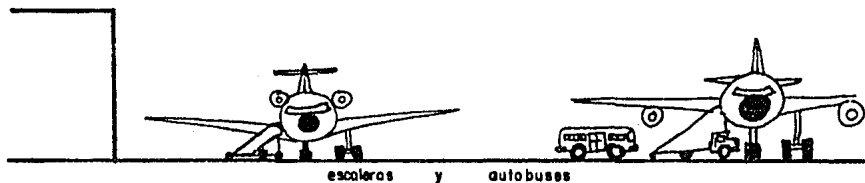
Para el flujo de equipaje de salida son necesarias las actividades siguientes :

- transporte desde los mostradores de documentación hasta las -- áreas de clasificación;
- clasificación del equipaje de acuerdo con el avión en que va a ser embarcado;
- transportar el equipaje clasificado al pie del avión;
- carga del equipaje al avión.

Para procesar el equipaje de llegada, se requiere de :

- descarga del equipaje del avión;
- transporte desde el avión hasta el área de clasificación;

FIGURA III-14



- identificación y clasificación del equipaje que se transfiere a otros vuelos;
- transporte del equipaje clasificado a las zonas de reclamo de equipaje.

Y para que este esquema de actividades sea eficiente, deberán considerarse los siguientes principios :

- el flujo de equipaje deberá ser rápido y simple;
- deberán ser coherentes, la distribución del edificio terminal con la de la plataforma y con el tipo y volumen de tránsito es timado;
- deben minimizarse los giros y cambios de nivel;
- deberá impedirse el daño al equipaje;
- no deberá existir interferencia entre el flujo de equipaje, el de pasajeros, el de carga general, y el de personal;
- deberá evitarse todo tipo de revisiones o controles de platafor ma.

B.3.2.1) Instalaciones para el manejo de equipaje.

El sistema de manejo del equipaje, puede dividirse en : recepción y clasificación, embarque, desembarque, y reclamo de equipaje.

El sector de recepción y clasificación, estará localizado en el edificio terminal. En grandes aeropuertos, estos mecanismos de clasificación se realizan en forma electrónica, mientras que en pequeños se realiza ma nualmente.

El sector de embarque está integrado por los transportes que llevan el equipaje hasta el avión, pueden ser remolques o bandas transportado ras.

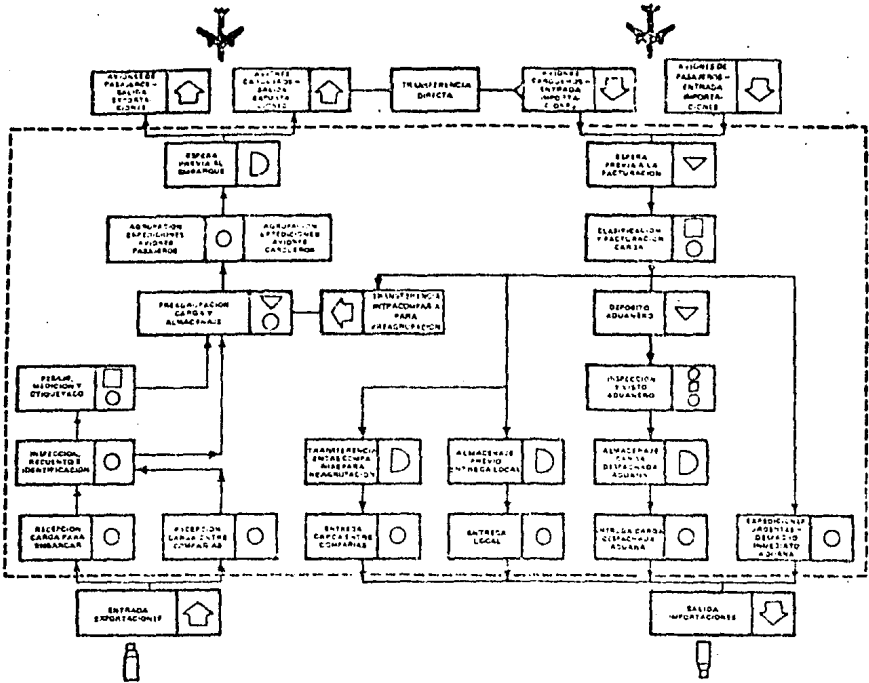
El sector de desembarque opera de manera similar al embarque - con la particularidad de dar manejo especial al equipaje de transferencia.

El sector de entrega de equipaje varía en complejidad dependiendo del volumen de equipaje por entregar; y pueden tenerse cuatro grupos - de instalaciones (mostrador lineal, banda lineal, banda en forma de pista o - banda sinfin, y banda en forma de carrusel giratorio).

B.3.3) Flujo de carga general.

La planificación de la circulación de la carga general (ver -- fig. III.15), es conceptualmente más fácil de aplicar debido a que normalmente, la carga es inanimada y carente de subjetividad, sin perjuicio de que si se trata de ganado, es importante tener en cuenta los factores fisiológicos y ambientales para asegurarse de que los animales estén tranquilos y bien cuidados. Por otra parte, el rápido crecimiento del tráfico de carga aérea, el advenimiento de las aeronaves de gran capacidad en las que es posible acomodar unidades de gran tamaño, así como mayores volúmenes de carga, junto con los nuevos métodos de manipulación de la misma, incluida la utilización de contenedores y equipos automatizados, crean la imperiosa necesidad de separar a la carga general del edificio de pasajeros, proyectando un edificio para carga - aérea general, en el que las instalaciones sean diseñadas según las bases de la IATA (Asociación del Transporte Aéreo Internacional), que dice:

- el transportista aéreo internacional necesita instalaciones bajo control aduanero;
- las instalaciones para carga general se caracterizan por disponer de áreas de depósito de espera y para almacenaje, relativamente amplias por estar dispuestas a las formalidades de despacho y documentación aduanera;
- un transportista que explote sólo servicios interiores necesita mucho menos espacio de almacenamiento (dado un flujo de carga nacional e internacional similar), una pequeña zona de con-



CLAVE DE LOS SIMBOLOS

- OPERACION** ○ Se realiza una operación cuando se procede a levantar, depositar o trasladar una unidad de carga durante el proceso. El marcado y el etiquetado son considerados una "operación". También se realiza una "operación" cuando se da o se recibe información o cuando interviene planificación o cálculo (por ejemplo, la introducción o extracción de información en relación con los sistemas de tratamiento electrónico de datos).
- INSPECCION** □ Se realiza una inspección cuando se examina alguna unidad de carga a efectos de determinar si el embalaje es apropiado, si la mercancía es admisible para su transporte, si ha sido pesada, medida, etc.
- TRANSPORTE** ⇨ Se realiza transporte cuando se traslada una unidad de carga de una ubicación a otra, exceptuados los desplazamientos limitados que ocurren durante algunas operaciones e inspecciones.
- DEMORA** D Se produce demora si una unidad de carga no puede avanzar a su próxima etapa de actividad, según el plan previsto.
- ALMACENAMIENTO** ▽ Se habla de almacenamiento cuando se almacena una unidad de carga antes de agruparla, se agrupa en espera de despacho a la aeronave o se retiene en espera de su clasificación, inspección de aduanas y (o) entrega.

FUENTE: ASOCIACION DEL TRANSPORTE AEREO INTERNACIONAL.

Figura III-15 EJEMPLO DE ENCAMINAMIENTO EN UN TERMINAL DE MERCANCIAS

- para lograr la máxima seguridad industrial y protección de las mercancías.
- b) la longitud frontal necesaria del muelle de carga y descarga - para los camiones, en donde no esperen mucho durante las horas punta;
- c) la mayor utilización de la superficie disponible para la instalación del equipo fijo y del de almacenaje;
- d) capacidad y adaptabilidad para la expansión modular de la zona terminal, con módulos que deben ser compatibles con la instalación proyectada para el equipo de manipulación;
- e) procurar que el perímetro del edificio sea el mínimo posible, a efectos de reducir los costos de construcción.

En forma de guía para determinar los requisitos básicos en materia de instalaciones y servicios de las terminales de carga, debe tenerse en cuenta lo siguiente:

- el área asignada para la separación de los envíos que llegan, - debe tener fácil acceso al área de agrupación de las expediciones que salen (esto facilitará el movimiento de los envíos en tránsito);
- espacio adecuado para la presentación, apertura y examen de la carga aérea por parte de la aduana;
- espacio adecuado, cerca de la parte final de la zona de entrega, para el reembalaje de la carga aérea luego de la inspección --- aduanera;
- zonas adecuadas para depósito, con y sin control aduanero, que incluyan las zonas para preparación de la carga antes del embarque que o para desglosar las expediciones al llegar la aeronave ---

(puestos de agrupación-desglose) así como la manipulación de palets (plataformas de madera) o de la carga agrupada en contenedores;

- instalaciones para el pesaje;
- espacio para el almacenamiento refrigerado de vacunas, productos perecederos y alimentos, y además, cuando lo solicite la línea aérea para instalaciones de congelación y otras instalaciones de refrigeración;
- cámara fuerte para valores y divisas;
- depósito para cadáveres (humanos);
- lugar y zonas especialmente diseñados para guardar animales y ganado;
- estacionamiento y espacio para depósito de vehículos de carga y otros equipos;
- mostradores para la recepción del público;
- previsión de espacio para oficinas de los servicios oficiales de control, según sea necesario;
- espacio adecuado para oficinas de gerencia y contaduría, así como para el procesamiento de datos, archivos y seguridad;
- espacio para el almacenamiento, en zona protegida, de repuestos para aeronaves o de otras herramientas de servicio;
- espacios destinados a las diferentes funciones de las tripulaciones aéreas y cuartos de aseo.

El proyecto y la construcción, tanto de edificios como de plataformas, deben garantizar la máxima seguridad de los usuarios y de la carga aérea, protegiéndolos de hurto, interferencia ilícita o se retire carga sin autorización.

C) CAMINO DE ACCESO.

Las formas de acceso al aeropuerto pueden realizarse de diferentes maneras: transportación terrestre (automóviles, autobuses, trenes) o trans

portación naval (poco frecuente).

En la mayor parte de los aeropuertos, el transporte terrestre se efectúa en automóviles particulares, principalmente, y por medio del transporte público, con predominio de los taxis y autobuses. De estos el medio más utilizado es el automóvil, tanto el público como el privado, y se espera que continúe siendo así en lo futuro. Por consiguiente la vía de acceso más solicitada será la carretera, aunque no debe olvidarse la posibilidad de existencia de una ferrovía (de gran utilidad en complejos y ciudades industriales).

Dependiendo de la ubicación del aeropuerto, se puede tener:

- la construcción total del camino de acceso, cuando no se cuente con ninguna vía que lleve desde el punto generador del tráfico aéreo hasta el aeropuerto, o bien que ésta se aproxime al aeropuerto;
- la construcción parcial del camino de acceso, cuando exista -- una vía que pase cerca de la localización del aeropuerto. Para este caso, se deberán aprovechar caminos vecinales (logrando -- así reducir los costos de construcción), previéndose la capacidad del acceso en las horas pico para que no cause grandes -- trastornos, ya que el camino existente fue planeado para cierto flujo de transportes, y el aeropuerto incrementará dicho -- flujo en ese tramo;
- Deberá hacerse la separación de los vehículos de carga y los -- vehículos de pasajeros, debido a que los vehículos de carga se desplazan a menor velocidad y presentan mayor dificultad al -- efectuar sus maniobras de estacionamiento, viraje, rebase, etc. De no ser así, se provocará entorpecimiento del flujo frente al edificio terminal, o en el camino de acceso, o bien, a la entra -- da de la población que es servida por el aeropuerto.

También deberán estudiarse las tendencias de crecimiento de la ciudad, dado que las ciudades presentan una gran inclinación a crecer en direc

ción de los polos de desarrollo, propios de estas, y el aeropuerto será uno - de dichos polos, lo que proporcionará mayor tránsito al camino.

La premisa básica para diseñar el camino de acceso, deberá ser, reducir al máximo el tiempo de viaje necesario para arribar al aeropuerto. Para cumplir con este principio deberá proporcionarse al camino: una capacidad adecuada de tránsito y condiciones de seguridad. Habrá la necesidad de tener una buena señalización dentro de la localidad, para canalizar el flujo de vehículos por las vías más rápidas y directas hacia el aeropuerto.

Complementa a este sistema el área de estacionamiento que puede ser contiguo y remoto. Normalmente el emplazamiento y utilización de las - zonas de estacionamiento deberán determinarse por el período durante el cual queda estacionado. Se deberán asignar las zonas más apartadas en función del tiempo cuando ha de prolongarse el estacionamiento. Este tipo de estaciona--- miento es pertinente para el caso de los vehículos del personal que labora en el aeropuerto, para las tripulaciones de aeronaves, y así como para pasajeros que arriben en vehículo particular y lo dejen estacionado durante su viaje. - Se necesita además, una zona de estacionamiento para breve tiempo de permanencia en el aeropuerto, que esté contigua al edificio de pasajeros, y sea utilizada por visitantes y acompañantes de los pasajeros. Y se deberá preveer suficiente espacio en el borde de la acera, para el estacionamiento de aquellos - vehículos que son abordados, o bajen de los mismos pasajeros, en forma momentánea, ya sea zona de taxis, de autobuses, y de automóviles particulares.

Dependiendo de la demanda del aeropuerto y de la capacidad del aeropuerto cercano, se puede prescindir del estacionamiento remoto, o ser éste muy pequeño; pero siempre tomando en cuenta a la proyección a futuro.

Será conveniente diseñar alguna instalación que vincule rápida y comodamente al edificio terminal con el estacionamiento, pudiéndose emplear rampas, autobuses, etc. Teniéndose como criterios de diseño el minimizar la distancia que el usuario ha de recorrer a pie, el proporcionar el número de - cajones, pasillos y áreas de maniobras adecuadas al volumen de la demanda, el

proporcionar un sistema de señalamiento, la rapidez de estacionamiento, la rapidez de pago y el obtener los costos mínimos en su construcción y mantenimiento.

D) ALMACENAMIENTO Y DISTRIBUCION DE COMBUSTIBLES.

El asunto del combustible en los aeropuertos reviste importancia particular que hay que tener bien presente al proyectar las instalaciones y servicios aeroportuarios, ya que es preciso satisfacer ciertas exigencias - con respecto a lo siguiente : la seguridad, debido al riesgo de incendio inherente al combustible, principalmente en las plataformas donde varias actividades se desarrollan simultáneamente a la operación de reabastecimiento de combustible; la reducción máxima de los tiempos de ocupación de los puestos de embarque, siendo el gasto requerido de combustible uno de los factores que intervienen en la selección del sistema de abastecimiento que haya que adoptar; los desplazamientos de vehículos grandes y pesados, dado que repercuten en el diseño de los pavimentos de las plataformas, de las zonas remotas de estacionamiento y de las vías de servicio.

Las entregas de combustible las hacen las propias refinerías u otros depósitos centrales a ellas vinculados. Su transporte a los aeropuertos se hace por medio de buques-cisterna, barcasas, ferrocarril, camiones-cisterna, u oleoductos, y el sistema utilizado tendrá mucho que ver con el costo de la inversión de las instalaciones de un aeropuerto, ya que, probablemente, sea necesario construir puertos y muelles especiales o caminos largos, ferrocarril, u oleoductos. Los depósitos deberán instalarse tan cerca como sea posible de los puestos de abastecimiento de combustible para aeronaves, sin olvidar las distancias despejadas preestablecidas para que los circuitos de vuelo puedan evitar los obstáculos. Conviene minimizar los efectos adversos que amenazan al medio ambiente, atribuibles a las pérdidas y derrames de combustible. La densidad de los vapores combustibles de aviación son tales que sus emanaciones, particularmente con viento calma, pueden desplazarse distancias considerables a lo largo del terreno y acumularse en depresiones, de las que

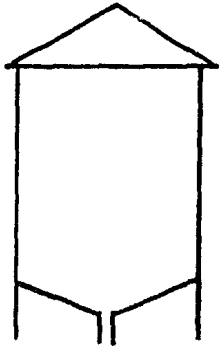
no se disipa con facilidad. Así pues, es necesario investigar las zonas pobladas que circundan al aeropuerto y las direcciones de los vientos prevalentes.

Los tanques de almacenamiento, es el sitio en que se acumula el combustible entregado y pueden ser de dos tipos: de techo cónico y de techo flotante (ver fig. III.16). Este último presenta la desventaja que al que dar las paredes internas del tanque, descubiertas, se contaminan con facilidad (polvo oxidación, etc.).

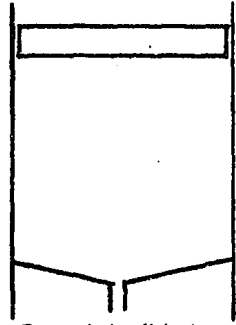
Las aeronaves normalmente se abastecen de combustibles en sus puestos de estacionamiento, ya sea en puntos próximos del edificio terminal o en puntos remotos, mediante vehículos-cisterna, o mediante bocas de toma empotradas en el suelo (hidrantes, ver fig. III.17). El sistema a seleccionar deberá determinarse en base del pronóstico del índice de movimientos de aeronaves. Generalmente, los vehículos-cisterna son muy apropiados cuando se dispone de una superficie considerable, el índice de movimiento de aeronaves no es muy elevado y las necesidades de las aeronaves, en cuanto a combustible, no son demasiado exageradas. En los aeropuertos de gran tráfico, especialmente en aquellos en los que las redes de rutas de las empresas explotadoras de aeronaves requieren grandes cantidades de combustible, surgen dificultades tanto por lo que respecta al número de vehículos-cisterna en las plataformas, como por sus dimensiones desmesuradas, que los hacen lentos y difíciles de maniobrar. En consecuencia, es muy posible que obstaculicen otros vehículos de servicio que se encuentren en la plataforma o en torno a la aeronave, y los puestos de estacionamiento tienen que ser sumamente amplios para poder utilizarlos debidamente. En estas circunstancias es, con frecuencia, conveniente instalar oleoductos por debajo de la plataforma que vayan desde los depósitos de combustible hasta los puestos de estacionamiento. En los puestos de estacionamiento existirán bocas de salida y sólo se requerirá un pequeño vehículo motorizado que conecte las salidas de los hidrantes a las aeronaves.

Habrà de tener mucho cuidado al ubicar las bocas de salida de -

FIGURA III · 16

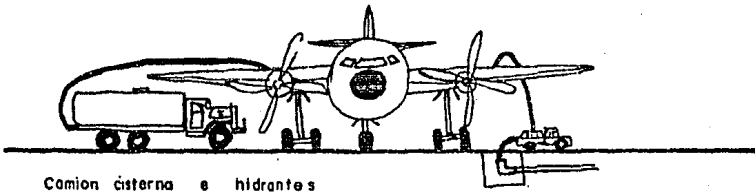


Tanque de fecho conico



Tanque fecho flotante

FIGURA III · 17



Camion cisterna e hidrantes



Bombeo

Los hidrantes en los puestos de estacionamiento, para poder lograr la flexibilidad y capacidad máximas, y prever los aumentos de capacidad (añadiendo bocas de salida), para satisfacer las necesidades futuras. No obstante esto, es raramente posible conseguir una flexibilidad comparable a la que proporcionan los vehículos-cisterna. En algunos casos, es posible utilizar ventajosamente una combinación de hidrantes y vehículos-cisterna. También a veces, es útil el uso de hidrantes para reabastecer camiones cisterna en los bordes de las plataformas.

A pesar de todo, el empleo de camiones-cisterna trae consigo ciertas desventajas. Las grandes aeronaves turboreactoras requieren cantidades exorbitantes de combustible. Por lo general se requieren de dos camiones-cisterna a la vez, uno bajo cada lado del ala. En cuanto a turboreactores grandes, algunas veces se requieren vehículos-cisterna auxiliares, si es que se necesita tomar mayor cantidad de combustible. Esto significa que para aeropuertos de gran movimiento, durante los períodos punta, en la plataforma se hallarán al mismo tiempo un gran número de vehículos, con un alto potencial de colisión contra personas, otros vehículos y aeronaves. Tan pronto sea agotado un camión-cisterna, éste tendrá que regresar a los depósitos para reabastecerse, lo que hace necesario contar con esos vehículos-cisterna extras. Lo que también origina la necesidad de un lugar de estacionamiento para cuando no sean utilizadas las unidades.

Como se mencionó anteriormente, otra modalidad de reabastecimiento consiste en instalar bocas de toma situadas en los puestos de estacionamiento de aeronaves en la plataforma. Existen dos sistemas, uno es -- aquel en el que la boca de toma consta de un contador, un separador de aire, una manguera doblada en carrete y un filtro. El combustible llega mediante bombas colocadas en los depósitos. Las bocas de toma deben hallarse relativamente cerca de las entradas de combustible, que están colocadas en las alas de las aeronaves. Las ventajas estriban en el suministro continuo de combustible disponible en todo momento y que llega con seguridad al estar bajo tierra. Las desventajas son que en cada boca de toma se repite el equi

po que es muy voluminoso (queda alojado en cajas de concreto armado).

El otro sistema es mediante la instalación de hidrantes que permiten obtener los mismos resultados que el sistema anterior, pero es más simple en cuanto a instalación se refiere. Escencialmente el sistema de hidrante requiere los mismos elementos que las bocas de toma, con la diferencia de que en la caja empotrada en el suelo únicamente cuenta con una válvula especial. La manguera en carrete, el contador, el filtro y el eliminador de aire se hallan en un vehículo surtidor autónomo o arrastrado por un medio tractor. Las ventajas principales que no es preciso duplicar la manguera, el contador, el filtro, etc., elementos indispensables en cada boca de toma. Las desventaja principal radica en el hecho de que los vehículos no desaparecen enteramente de la plataforma. Es conveniente que la manguera -- que conecta el surtidor hidrante o la boca de toma, con las bocas de alimentación instaladas en las alas de las aeronaves no exceda de 9m. (30 pies).- Para el caso de que sea necesario atender una diversidad de aeronaves en un mismo puesto de estacionamiento, será preciso espaciar debidamente las válvulas hidrantes, aspecto que hay que determinar en consulta con los explosores del servicio aéreo. El número de hidrantes requerido en la plataforma depende del tipo de aeronave y número de calidades de combustible deseadas. Ya que cada tipo de combustible requiere su propio hidrante.

E) SEÑALAMIENTOS Y AYUDAS PARA LA NAVEGACION.

E.1) Señalamientos.

La selección de los señalamientos que deben instalarse en un aeropuerto dependerán, principalmente, de las condiciones de visibilidad en las que se pretenda llevar a cabo las operaciones y del tipo de aeronaves que utilizarán el aeropuerto.

Los señalamientos pueden ser de dos tipos: señalamientos no luminosos (ayudas visuales simplemente) y señalamientos luminosos (ayudas lumi-

nosas).

E.1.1) Señales no luminosas.

Las señales no luminosas deberán ser de un sólo color o de colores contrastantes para poder ser identificadas e interpretarse fácil y oportunamente, teniendo en cuenta el fondo sobre el cual destaque, y pueden ser:

- Cono de viento. Indica dirección del viento y deberá tener forma de cono truncado de por lo menos 3.6m de longitud y de base mayor de 0.90m; será de color blanco o anaranjado y si es necesario usar la combinación de dos colores será rojo -- con blanco, anaranjado con blanco o negro y blanco distribuídos los colores en cinco franjas de las cuales las dos extremas serán de color más oscuro. Se recomienda colocar una banda (1.2m de ancho), con un diámetro de 15m tomando como centro el poste que soporta al cono. Para el caso de aeropuer--tos que operen de noche, éste será iluminado.
- Indicadores de dirección de aterrizaje. Cuando éste sea proporcionado se colocará en un lugar destacado del aeropuerto y deberá ser una T (blanca o anaranjada). Estas señales deberán tener las dimensiones que muestra la fig. III.18 y para el caso de operaciones nocturnas serán iluminados, o bien, -delineados con luces.
- Señales designadoras de pistas. Estas consistirán en un número de dos cifras y en pistas paralelas irá acompañado de una letra, colocadas en el umbral de la pista. El número será el entero más próximo a los décimos del azimut magnético del --eje de la pista visto en la dirección de aproximación. Para pistas paralelas la letra podrá ser I (izquierda), C (cen--tral) y D (derecha). (Fig. III.19)

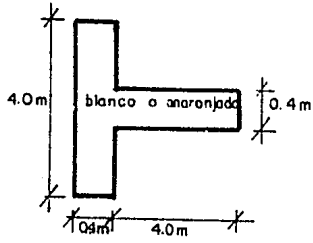


FIGURA III-18

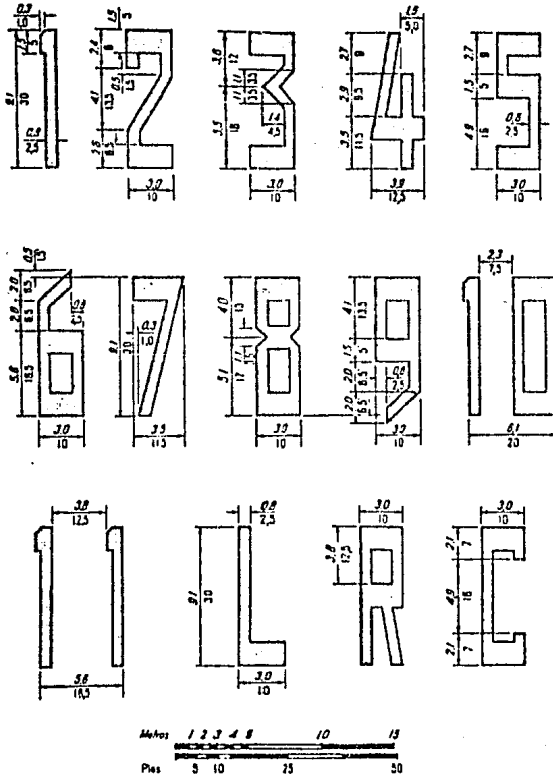


Fig. 13 — FORMA Y PROPORCIONES DE LOS NÚMEROS Y LETRAS DE LAS SEÑALES DESIGNADORAS DE PISTA

- Señales de eje de pista. Se emplazarán a lo largo del eje de la pista entre las señales de designación de pista (ver fig. III.20). Consistirán en franjas y espacios, uniformemente separados. La longitud de la franja no será menor de 50m, ni mayor de 75m. La anchura de las franjas será, no menor a 0.45m en pistas de aproximación por instrumentos; y 0.30m en pistas que no sean de vuelo por instrumentos.

- Señales de umbral. Estas señales normalmente se situúan en el extremo de la pista, a menos que, consideraciones de caracter operacional justifiquen la elección de otro emplazamiento del umbral. Cuando el umbral esté emplazado en el extremo de la pista, las fajas de señalamiento del umbral empezarán a 6m del extremo de la pista, pero cuando haya intersecciones de pistas o de calles de rodaje cerca del umbral, la autoridad competente podrá ejercer su criterio ajustando el emplazamiento del umbral. Las señales del umbral de pista consistirán en una serie de franjas longitudinales de dimensiones como se muestran en la fig. III.20. Las franjas se dispondrán simétricamente al eje de la pista extendiéndose estas hasta 27m a cada lado de dicho eje o un máximo de 3m antes del borde de la pista, eligiéndose de estas dos posibilidades aquella que dé la menor distancia entre la última franja y el borde de la pista. Las franjas tendrán por lo menos 30m de longitud por 1.8m de ancho, aproximadamente, y con una separación de 1.80 m aproximadamente; pero para el caso en que las franjas sean continuas en todo el umbral, se utilizará un espaciado doble para separar las dos franjas más próximas al eje de la pista, y cuando la señal designadora de pista esté dentro del umbral, este espacio será de 22.50m. Cuando el umbral esté desplazado del extremo de la pista, o cuando éste no forme ángulo recto con el eje de la misma, puede añadirse una franja transversal al señalamiento del umbral (ver fig. III.21) y no tendrá menos de 1.80m de ancho.

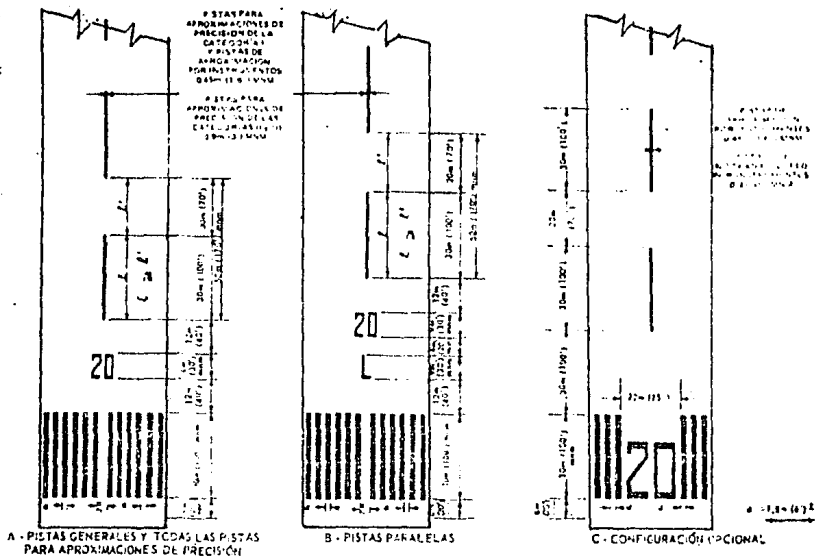
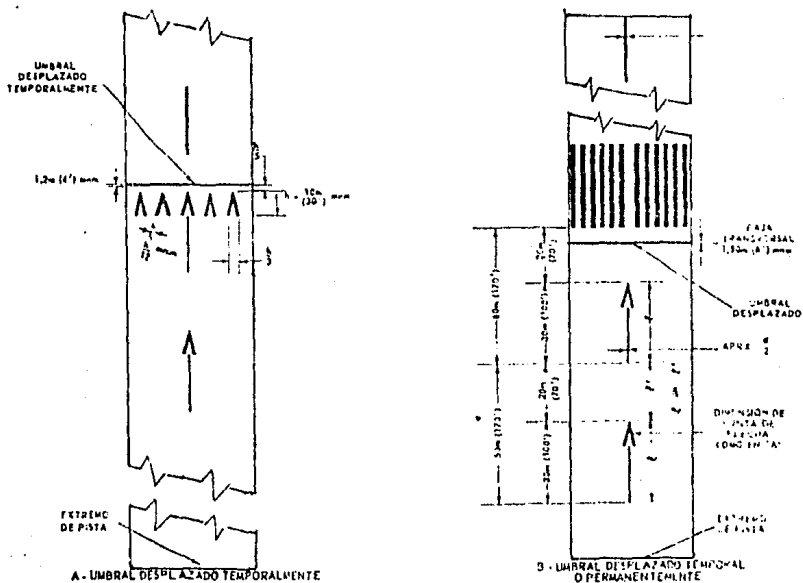


Fig. III-20.—SEÑALES DE DESIGNACION DE PISTA, DE EJE Y DE UMBRAL



Nota.— Véase 2.1.20 en lo que respecta al uso de las señales de zona fuera de servicio, del anexo 14.

Fig. III-21.—SEÑALES DE UMBRAL DESPLAZADO

Cuando el umbral de la pista esté desplazado permanentemente se pondrán flechas en la parte de la pista que esté entre el nuevo umbral y el anterior que fuera desplazado (ver fig. -- III.21.B) y todas las señales anteriores al nuevo umbral se oscurecerán con la excepción de las de eje de pista que se convertirán en flechas.

Cuando el umbral esté temporalmente desplazado de su posición normal, se señalará como se muestra en la fig. III.21 y en lugar de tratar de pintar señales en la pista se utilizará balijas que sean claramente visibles.

- Superficies pavimentadas anteriores al umbral. Cuando la superficie anterior al umbral esté pavimentada y exceda de 60m de longitud y no sea apropiada para que la utilicen normalmente los aviones, toda longitud deberá marcarse con señales en ángulo, cuyos vértices apunten hacia la pista y tendrán las características de la figura.
- Señales de distancia fija. Se proporcionará esta señal, en pistas cuya clave sea A o B (fig. III.21). Se marcará a una distancia de 300m a partir del comienzo de la franja de señalización del umbral, con dos franjas bien visibles de 45 a 60m de longitud por 6 a 10m de ancho (una de cada lado del eje de la pista) y una separación entre ambas de 18 a 22.5m. Cuando se proporcionen señales de toma de contacto, la separación lateral entre señales será la misma.
- Señales de zona de toma de contacto. Este tipo de señales se utiliza en todas las pistas de aproximación de precisión aunque la experiencia en algunos países indicó que las señales de zona de toma de contacto pueden ser también convenientes en --pistas que no sean de aproximaciones de precisión. Las señales de zona de toma de contacto consistirán en franjas dispuestas

en forma simétrica, con respecto al eje de pista, como se -- muestra en la fig. III.22.

- Señales de faja lateral de pista. Se proveerán señales de faja lateral de pista, a todas aquellas en las que no exista -- contraste entre los bordes de la pista y los márgenes laterales o el terreno circundante. Se colocarán a lo largo del borde de la pista, con el borde exterior de la señal aproximadamente sobre el borde de la pista, excepto en aquellos casos -- cuando la pista tenga más de 60m de ancho, en cuyo caso las -- señales deberán estar colocadas a 30m del eje de la pista con una anchura de 0.90m como mínimo.
- Interrupción de las señales de pista. En las intersecciones -- de pistas se marcarán las señales de la pista más importante y se interrumpirán las señales de las fajas laterales en toda la pista. En la intersección de una pista y una calle de rodaje se interrumpirán las franjas de borde de pista, así como -- el eje de toda calle de rodaje que cruce una pista. En aque-- llas intersecciones en las que la calle de rodaje sirva de en trada o de salida de la pista, el señalamiento del eje de la calle de rodaje, deberá formar una curva al unirse con el señalamiento del eje de la pista (fig. III.23). Estos señalamientos se prolongan paralelamente al eje de la pista, en una dis tancia de 60m, por lo menos, más allá del punto de tangencia. Esta distancia podrá aumentarse para el caso de las calles de salida a gran velocidad.
- Señalamiento de calles de rodaje. Es recomendable proveer señ ales de eje, a todas las calles de rodaje. Las señales serán -- franjas que deberán tener un color que se distinga con facili dad, preferible en blanco o amarillo, y de ser posible, las se ñales de las calles de rodaje que se encuentren cerca de la --

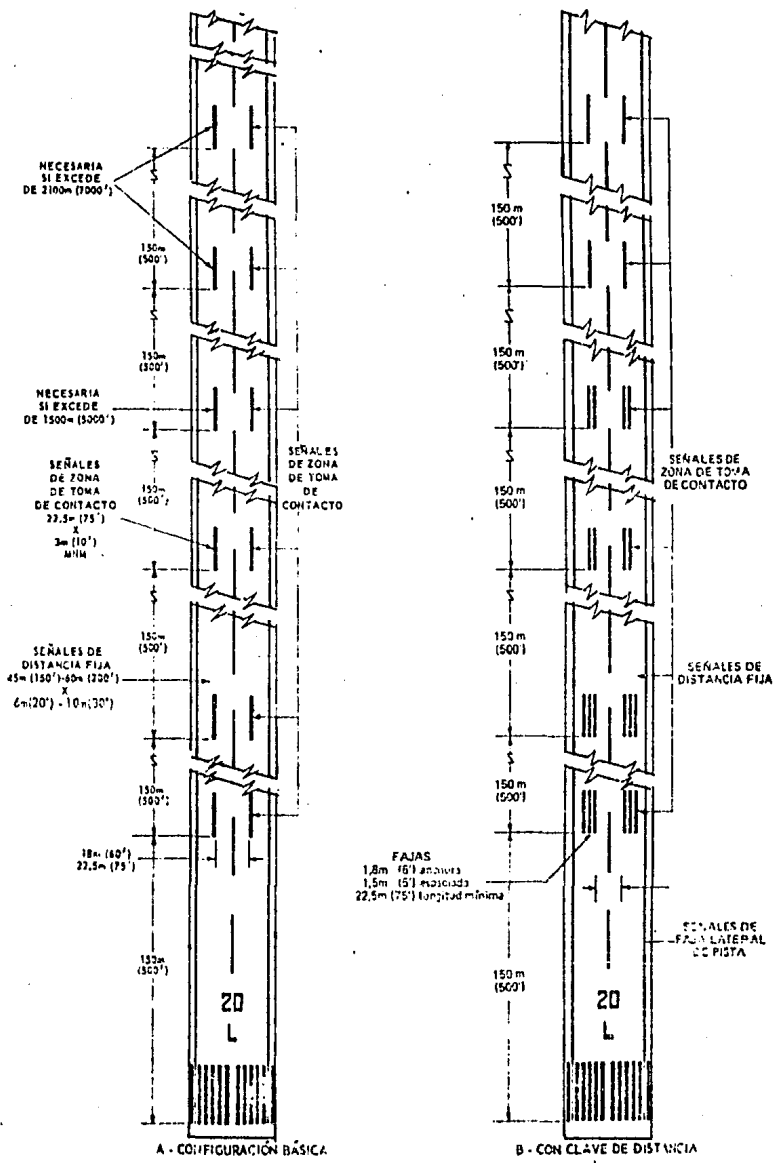


Fig. 22 - SEÑALES DE ZONA DE TOMA DE CONTACTO

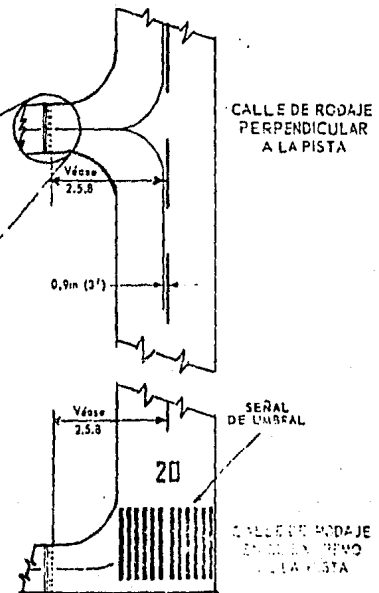
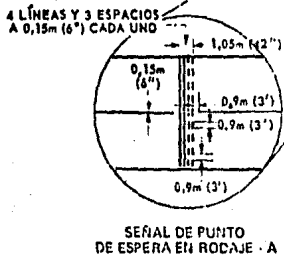
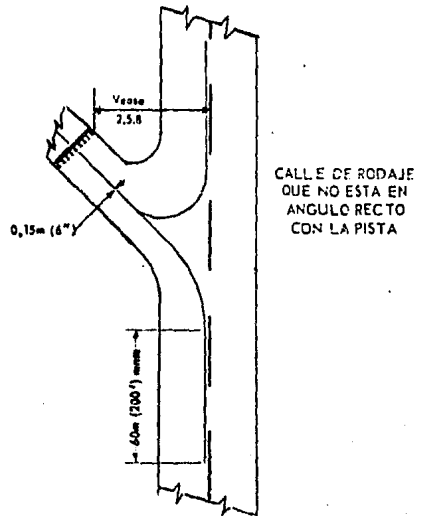
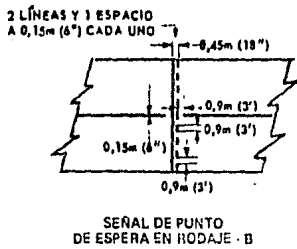


Fig. 78-23 — SEÑALES DE CALLE DE RODAJE

pista, contrasten con el color utilizado para el señalamiento de esta última. Estas franjas tendrán un ancho de 15cms. y serán de trazo contínuo (ver fig. III.23).

- Señales de punto de espera en calles de rodaje. Estas se marcarán en todas las intersecciones con pistas. En caso de que se proporcione el punto de espera, éste no habrá de estar, -- respecto al eje de la pista, a una distancia no menor de: 75m si la clave de pista es A o B; 75m si la clave de pista es C y es de vuelo por instrumentos; 60m cuando la clave sea C y no sea vuelo por instrumentos; 40m si la clave de pista es D; y 30m si la clave de pista es E (véase fig. III.23). Para calles de rodaje que se utilizan en condiciones de mala visibilidad, es preferible la que se muestra en la figura.
- Balizas diurnas de zona de parada. Se instalarán cuando la extensión de la zona de parada no esté claramente indicada por su apariencia en relación con el terreno circundante; consistirán en pequeños tableros verticales con sus lados posteriores enmascarados.

E.1.2) Señales luminosas.

Para el caso de aquellos aeropuertos secundarios que operen de noche o mediante aproximaciones por instrumentos, se tendrá en cuenta que: to das las luces que no sean aeronáuticas y que, por razón de su intensidad, for ma o color, puedan producir confusión o impedir la clara interpretación de -- las luces aeronáuticas, deberán cubrirse o modificarse para eliminar tales po sibilidades. En el caso de luces aeronáuticas próximas a aguas navegables, ha bra que cerciorarse de que no sean motivo de confusión para los marinos.

- Lámpara de señales. En todos los aeropuertos controlados se de

be disponer de una lámpara de señales. La lámpara deberá producir señales de color rojo, verde y blanco y : poderse dirigir manualmente al objeto deseado; producir una señal en un color cualquiera; seguida de otra en cualquier color de los restantes; transmitir un mensaje en cualquiera de los tres colores, utilizando el código Morse, a una velocidad de cuatro palabras por minuto como mínimo.

- Iluminación de emergencia. En todos los aeropuertos provistos de iluminación de pista y sin fuente secundaria de energía eléctrica, deberá disponerse de suficiente número de luces de emergencia para instalarlas por lo menos en la pista principal cuando falle el sistema normal de iluminación. Cuando se instalen en una pista luces de emergencia, deberán adaptarse a la configuración requerida para pistas que no sean por instrumentos. El color de las luces deberá ajustarse a los requisitos relativos a la iluminación normal de la pista.
- Faros de aeropuerto. Todo aeropuerto destinado a usarse de noche estará provisto de un faro de aeropuerto, salvo en consideraciones especiales en que la autoridad competente considere innecesaria su provisión para localizar e identificar el aeropuerto. Los faros estarán situados en el aeropuerto o adyacentes al mismo. Deberá estar emplazado de modo que en las direcciones importantes no se interponga ningún obstáculo, ni deslumbramiento al piloto durante la aproximación. Darán, ya sea destellos de color alternados con destellos blancos, o destellos blancos solamente, con una frecuencia de 12 a 30 destellos por minuto. Los colores pueden ser verde aeronáutico (terrestre) o amarillo aeronáutico.
- Faros de identificación. Cuando un aeropuerto destinado a usarse de noche, no pueda ser identificado fácilmente desde -

el aire por las luces existentes u otros medios visuales, se instalará un faro de identificación dentro del aeropuerto, --- siendo este de color verde.

- Balizas y letreros. Serán de poco peso y se colocarán frangi-- blemente. Los que estén situados cerca de las pistas y calles de rodaje deberán ser lo suficientemente bajos como para pre-- servar la distancia de precaución respecto a las hélices y bar-- quillas de los motores de aviones de reacción. Algunas veces-- se emplean anclajes para impedir que el viento se lleve las ba-- lizas y señales que se han desprendido de su montaje.
- Luces de guía para el vuelo en circuito y faros de aproxima--- ción. Si los sistemas de aproximación y de pista que se hayan provisto no proporcionan orientación adecuada para el vuelo en circuito, deberán proveerse luces para este fin. Estas luces - deberán permitir al piloto: llegar al tramo a favor del viento y seguir un rumbo paralelo a la pista, a una distancia apropia-- da de ella, y distinguir al umbral al pasarlo; continuar vien-- do el umbral de la pista y otras características que le permit-- tan juzgar el viraje para entrar en el tramo básico y en la -- aproximación final. Cuando la guía visual existente, sea inad-- cuada para efectuar aproximaciones de vuelo por circuito o -- cuando sea necesario alargar la guía de alineación proporcio-- na da por un sistema corto de iluminación de aproximación, se pro-- veerá de un faro de aproximación.

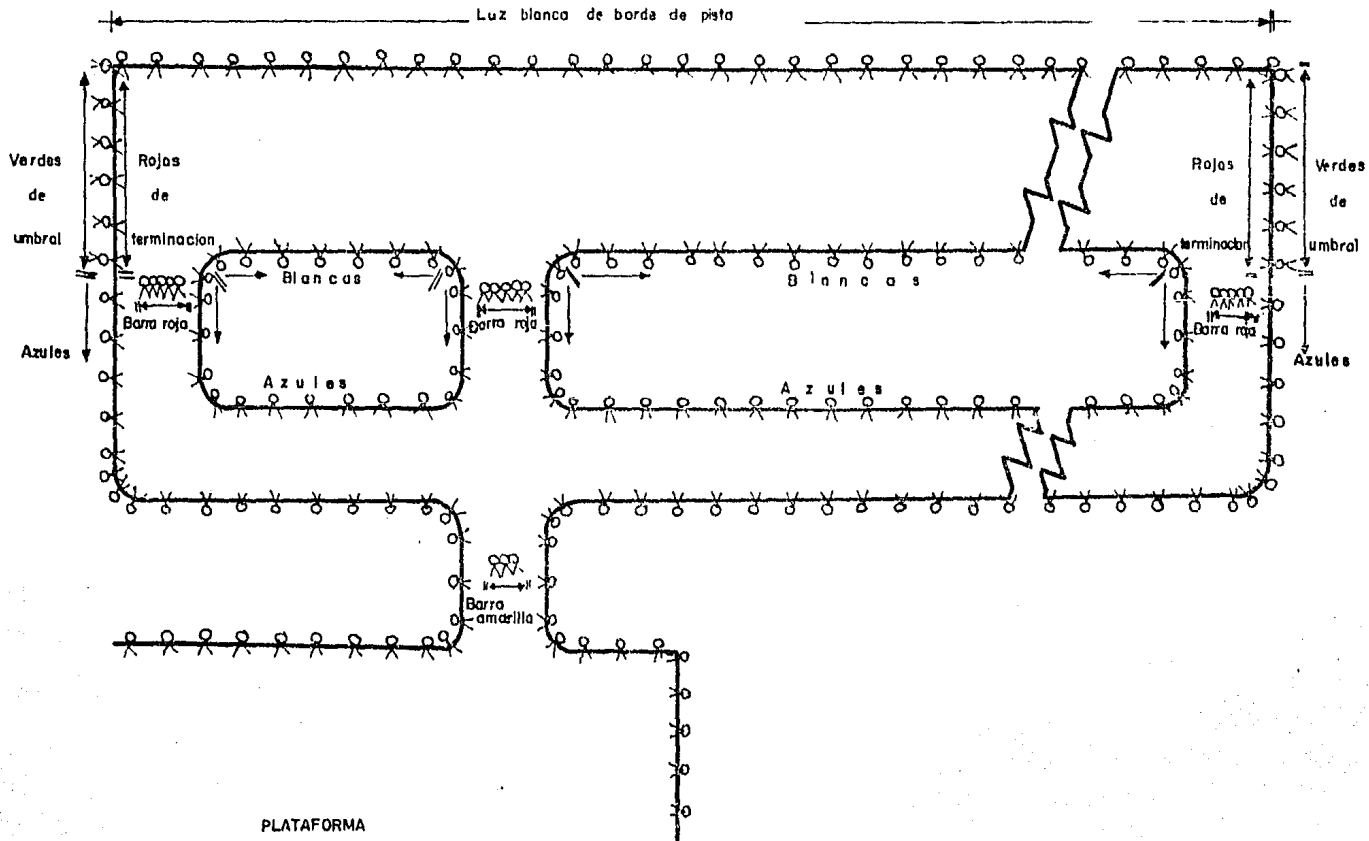
Darán destellos blancos en todos los ángulos del azimut, apan-- tallándose de manera que los pilotos que estén por despegar en la pista, no los vean hasta que estén en vuelo.

- Luces de borde de pista. Se instalarán en todas las pistas de - uso nocturno y de uso en condiciones de visibilidad reducida du

rante el día. Se colocarán a lo largo de toda la pista en dos líneas rectas paralelas y que equidisten del eje de la pista ya sea en los bordes de la pista o a una distancia que no exceda de 3m. Estarán espaciadas uniformemente en filas, a intervalos de 60m en pistas de vuelo por instrumentos y a intervalos no mayores de 100m en las que no sean por instrumentos. Las luces de borde de pista serán fijas, de color blanco de alta intensidad y visibles desde cualquier ángulo para orientar al piloto que despegue o aterrice en cualquier sentido. En caso de que el umbral esté desplazado, las luces de borde de pista serán rojas en el sentido de la aproximación y pueden ser amarillas en el sentido opuesto (ver fig. III.24).

- Luces de umbral de la pista. Cuando el umbral esté en el extremo de la pista, las luces se situarán sobre una línea perpendicular al eje de la pista, tan cerca del extremo como sea posible, pero a una distancia no mayor de 3m. Cuando el umbral esté desplazado, las luces coincidirán con éste. Para pistas que no sean de vuelo por instrumentos y para las de aproximación - por instrumentos, tendrá por lo menos seis luces igualmente espaciadas colocadas en línea recta y perpendiculares al eje de la pista y entre las luces de borde de pista; o simétricamente dispuestas con respecto al eje de la pista, en dos grupos uniformemente espaciados y dejando un hueco entre los dos grupos no superior a la mitad de la distancia entre las líneas de luces de borde de pista; o en dos barras de ala, dispuestas simétricamente a cada lado de la pista en el umbral, en una línea de luces de por lo menos 10m hacia el exterior de las luces de borde de pista y en ángulo recto con estas, siendo cada barra de por lo menos cinco luces.

Las luces de umbral de la pista serán de color verde, visible en el sentido de la aproximación, y serán de alta intensidad luminosa (ver fig. III.24).



- Luces de extremo de pista. Se sitúan sobre una línea perpendicular al eje de la pista, tan cerca del extremo como sea posible y en ningún caso a más de 3m por fuera del mismo. Las luces de extremo de pista deberán de ser seis por lo menos, debiendo estar uniformemente separadas entre las líneas de borde de pista, o dispuestas en dos grupos con un hueco entre ellas no superior a la mitad de la distancia entre dichas líneas de luces, también estarán simétricamente dispuestas con respecto al eje de la pista. Cuando se tengan luces de umbral, y éste coincida con el extremo de la pista, los mismos dispositivos luminosos sirven para señalar dicho extremo, siendo luces de color rojo de alta intensidad, visibles hacia el umbral de la pista (ver fig. III.24).
- Luces de borde de calle de rodaje y plataforma. El espaciado entre luces deberá ser a intervalos longitudinales que no excedan de 60m, con excepción de las curvas, en las que el espaciado deberá ser menor a fin de proporcionar una clara indicación de la curva. Serán luces fijas de color azul, visibles desde todos los ángulos, de baja intensidad y provistas de un dispositivo que permita apagar por separado a cada calle de rodaje cuando no se estén utilizando.
- Luces de barra de parada. En las calles de rodaje, que intersectan con la pista, se instalarán barras de parada, que serán controladas por los servicios del aeropuerto. Las barras consistirán en luces unidireccionales empotradas en el pavimento, siendo de color rojo, visibles en el sentido de la aproximación hacia la intersección con la pista, sobre la calle de rodaje y transversalmente a esta, espaciadas a intervalos de 3m (ver figura III.24).
- Luces de barra de cruce. Deberán proporcionarse barras de cruce,

en las intersecciones entre calles de rodaje, cuando se desee definir concretamente los límites de espera de los aviones, - sin ser necesaria la señal de alto total. Consistirán en tres luces unidireccionales de color amarillo, empotradas en la calle de rodaje de menor importancia en el cruce (se da prioridad a las calles de salida), visibles en el sentido de la -- aproximación hacia la intersección, dispuestas simétricamente al eje de la calle de rodaje y perpendiculares al mismo. (ver fig. III.24).

- Iluminación de plataformas. Todas las plataformas y puestos - designados para el estacionamiento de aviones y se utilicen - de noche, serán iluminados mediante reflectores.
- Sistemas visuales indicadores de pendiente de aproximación. - Se instalará un sistema visual indicador de la pendiente de - aproximación, para ser utilizado en los aterrizajes en las -- pistas del aeropuerto, estén o no atendidas estas, por otras ayudas para la aproximación, y que a juicio de la autoridad - competente, existan una o más de las condiciones siguientes:
 - a) utilicen la pista aviones cuyas características de velocidad y velocidad vertical de descenso sean tales que la trayectoria de aproximación deba mantenerse dentro de límites muy precisos;
 - b) El piloto de un avión pueda tropezar con dificultades para juzgar la aproximación debido a:
 - orientación visual inadecuada, como la que se presenta durante una aproximación sobre agua o sobre terreno desprovisto de características que sirvan de referencia visual, en el día, o al no haber suficientes luces ajenas a la aviación en el área de aproximación de noche;
 - o información errónea, tal como la que se obtiene de un terreno adyacente, o pendientes de pista engañosa;
 - c) la presencia de objetos en el área de aproximación, pue-

- den entrañar peligros graves si un avión desciende por debajo de la trayectoria normal de aproximación, especialmente si no se cuenta con ayudas que adviertan la presencia de tales objetos;
- d) las características físicas en cada extremo de la pista - constituyen un grave peligro en el caso de que un avión - efectúe una entrada corta o larga en la pista;
 - e) las condiciones del terreno o las meteorológicas predominantes, sean tales que el avión pueda estar sujeto a turbulencia anormal durante la aproximación;
 - f) por algún otro motivo, al piloto le pueda ser difícil juzgar la aproximación.

Los sistemas visuales indicadores de pendiente de aproximación son adecuados tanto para las operaciones diurnas como para las nocturnas, y pueden ser: VASIS (Visual Approach Slope Indicator System), AVASIS (Abbreviated Visual Approach Slope Indicator System), VASIS y AVASIS de 3 barras, ---T-VASIS y AT-AVASIS, y PAPI (Precision Approach Path Indicator).

V A S I S .- Constará de doce elementos luminosos, dispuestos en posiciones anterior y posterior, emplazados simétricamente respecto al eje de la pista en forma de dos pares de barras de ala, cada una de las cuales tendrá tres elementos luminosos. (ver fig. III.25).

A V A S I S .- Comprenderá de dos a ocho elementos luminosos, usándose un mínimo de cuatro elementos en pistas cuyo número de clave sea 2, 3 ó 4, y se proporcionará en disposición simétrica. (ver fig. III.25).

Cada elemento luminoso proyectará un haz de luz cuya parte superior será de color blanco y su parte inferior de color rojo, según se indica en la figura III.26. Los elementos luminosos se dispondrán de tal manera que, durante la aproximación, el piloto de una aeronave:

1. cuando vuele por debajo de la pendiente de aproximación, vea -

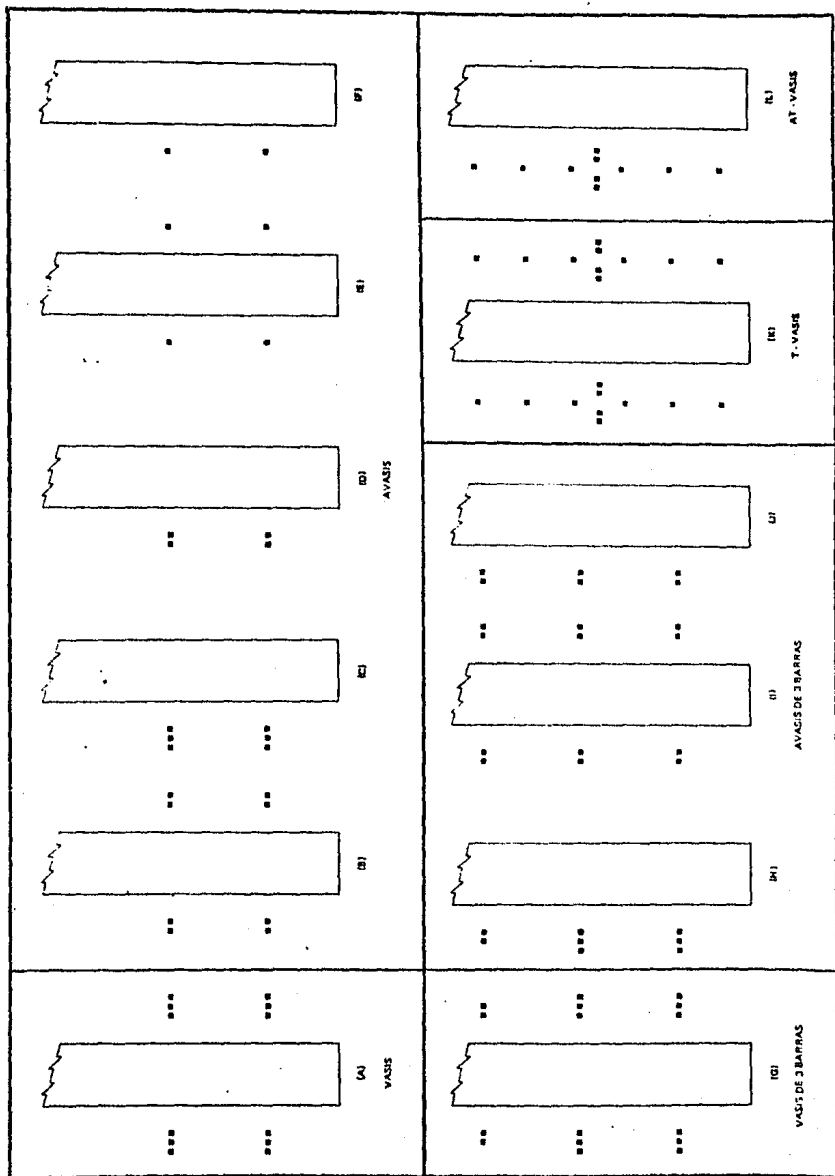


FIG. 10-25- INDICADORES VISUALES DE PENDIENTE DE APROXIMACIÓN

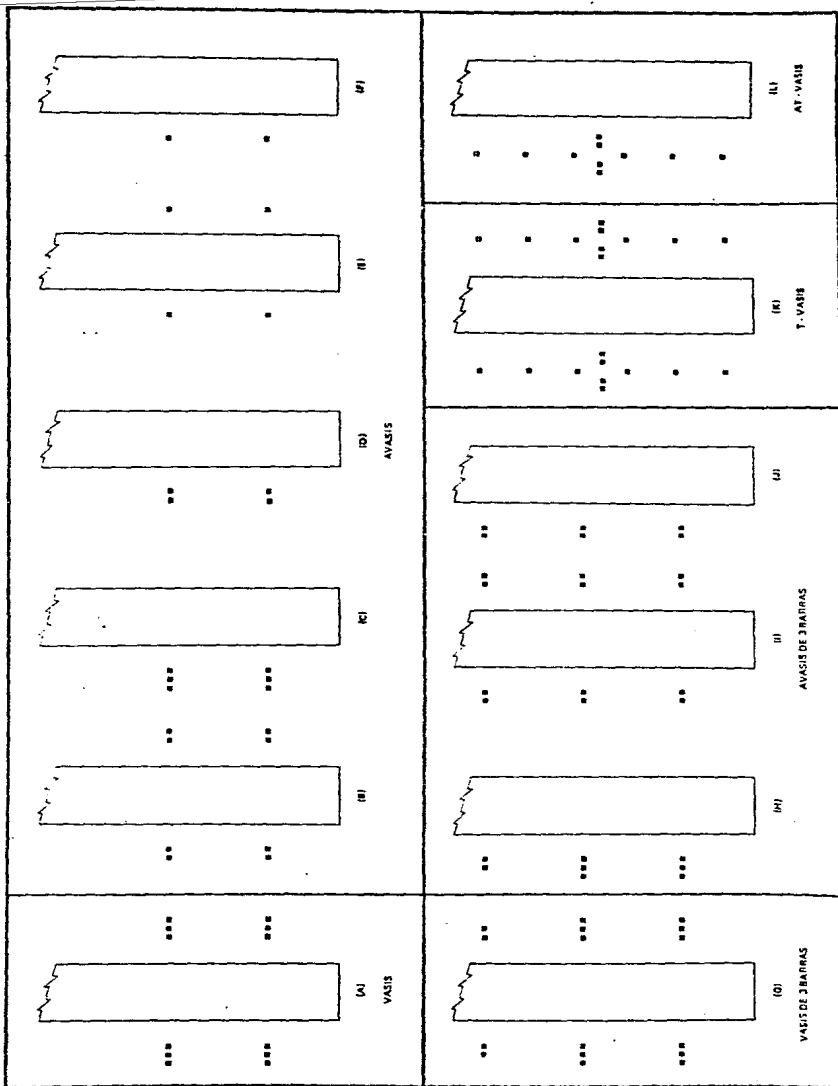


Fig. III-25 - INDICADORES VISUALES DE PENDIENTE DE APROXIMACIÓN

FIGURA III - 26

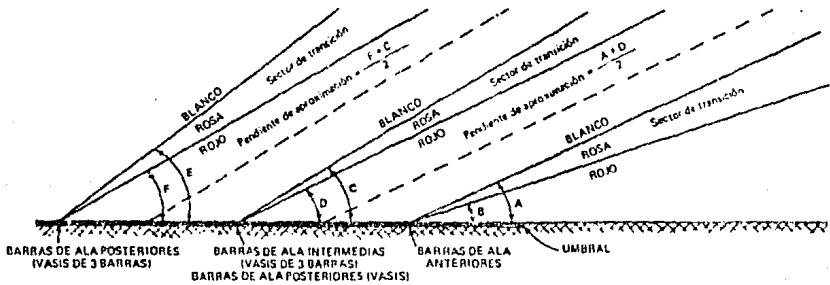
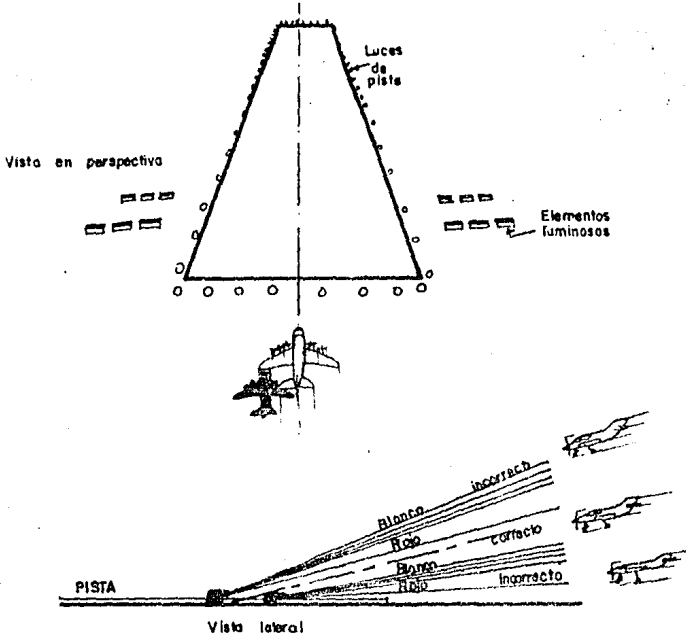
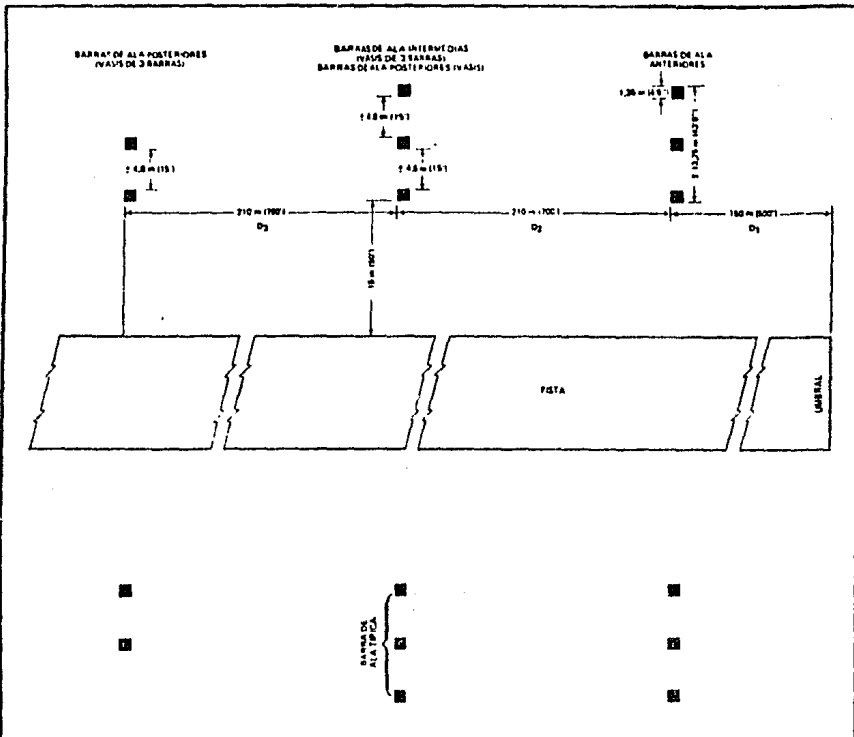


Fig. 27 - HACES LUMINOSOS Y REGLAJE EN ELEVACIÓN DE VASIS, AVASIS, VASIS DE 3 BARRAS Y AVASIS DE 3 BARRAS



TOLERANCIAS EN LA INSTALACIÓN

La Autoridad competente puede:

- sumar en no más de 90 metros (300 pies) la distancia D_1 , teniendo en cuenta el ángulo de aproximación, la pendiente longitudinal de la pista en el área de toma de contacto, y las dificultades de instalación debidas a las pistas y calles de rodaje que se crucen, y sólo excepcionalmente puede reducirse esta distancia en 30 metros (100 pies) como máximo, ya que esto puede afectar adversamente al margen vertical entre las ruedas y el umbral;
- reducir en 60 metros (200 pies), como máximo, o bien aumentar en 90 metros (300 pies), como máximo, la distancia D_2 , teniendo en cuenta las consideraciones siguientes:
 - una reducción de la distancia, debido al pequeño margen entre la longitud de pista disponible y la distancia de aterrizaje requerida por los tipos de aviones que utilizan la pista;

- un aumento de la distancia, en los casos en que se disponga de una trayectoria de planeo no visual normalizada, para evitar toda confusión entre las indicaciones visuales de aproximación y la parte utilizable de las indicaciones no visuales de trayectoria de planeo;
- una reducción o aumento, solamente en el grado necesario para salvar las dificultades de instalación debidas al cruce de pistas con calles de rodaje o para compensar la pendiente longitudinal de la pista en el área de toma de contacto;
- bien sea reduciendo en no más de 60 metros (200 pies) o aumentando en no más de 90 metros (300 pies) la distancia D_3 pero sólo en la medida necesaria para salvar las dificultades de instalación debidas a intersecciones de pista o de calles de rodaje, o para compensar la pendiente longitudinal de la pista en la zona de toma de contacto;
- cuando el terreno tenga una pendiente transversal, modificar la distancia longitudinal de una barra de ala, para compensar su diferencia de nivel con el de la pista, a fin de que se ajuste a los requisitos de 2.8.47 y 2.8.55.

FIG. III-28 -- EMPLAZAMIENTO DE LAS BARRAS DE ALA CORRESPONDIENTES A LOS SISTEMAS VASIS, AVASIS, VASIS DE 3 BARRAS Y AVASIS DE 3 BARRAS

3. cuando vuele por encima de dicha pendiente de aproximación, verá de color blanco las luces anteriores e intermedias y de color rojo las luces posteriores y si está muy por encima, verá de color blanco a las tres luces.

Quando el piloto siga la pendiente de aproximación, formada por las barras de ala intermedias y posteriores:

1. cuando vuele por debajo de dicha pendiente de aproximación, si está muy por debajo verá de color rojo a todas las luces, si no está tan abajo verá de color blanco las luces anteriores y color rojo a las intermedias y posteriores;
2. cuando vuele en dicha pendiente de aproximación, verá de color blanco a las luces anteriores e intermedias y de color rojo a las luces posteriores; y
3. cuando vuele por encima de dicha pendiente de aproximación verá de color blanco a todas las luces.

Los elementos luminosos se emplazarán como se indica en la fig. III.28.

T - V A S I S .Constará de veinte elementos luminosos dispuestos simétricamente respecto al eje de la pista, en forma de barras de ala de cuatro elementos luminosos cada uno, que cortan en su punto medio las filas -- longitudinales de seis luces. (ver fig. III.25).

A T - V A S I S. Constará de diez elementos luminosos dispuestos a un lado de la pista en forma de una sola barra de ala de cuatro luces -- que corta a la fila longitudinal de seis elementos en su punto medio. (ver fig. III.25).

Conforme a la pendiente de aproximación el piloto verá: una, -- dos o tres luces blancas después de la barra de ala; únicamente la barra de -- ala, y le indicará pendiente de descenso correcta; la barra de ala y una o varias luces blancas antes de la barra, indicando ascenso en cualquier caso y si

Las luces se ven de color rojo, indica que va muy por debajo de la pendiente deseada. (ver fig. III.29).

El T-VASIS y el AT-VASIS están diseñados de modo tal, que con una -- pendiente de planeo de 3°, únicamente son visibles las luces de barra de ala y la altura de piloto al pasar sobre el umbral sea de 15m (ver fig. III.29). La distancia vertical entre el piloto y el umbral será la que a continuación se -- indica, según observe el piloto:

1. cuando vea las luces de barra de ala y una luz de indicación -- descenso, la distancia sobre el umbral y la vista del piloto se -- rá de 17 a 22m (ver fig. III.29).
2. cuando se ven las luces de barra de ala y dos luces de indica-- ción de descenso, la altura será de 22 a 28m (ver fig. III.29).
3. cuando se vean las luces de barra de ala y las tres luces de in-- dicación de descenso la distancia será de 28 a 54m.

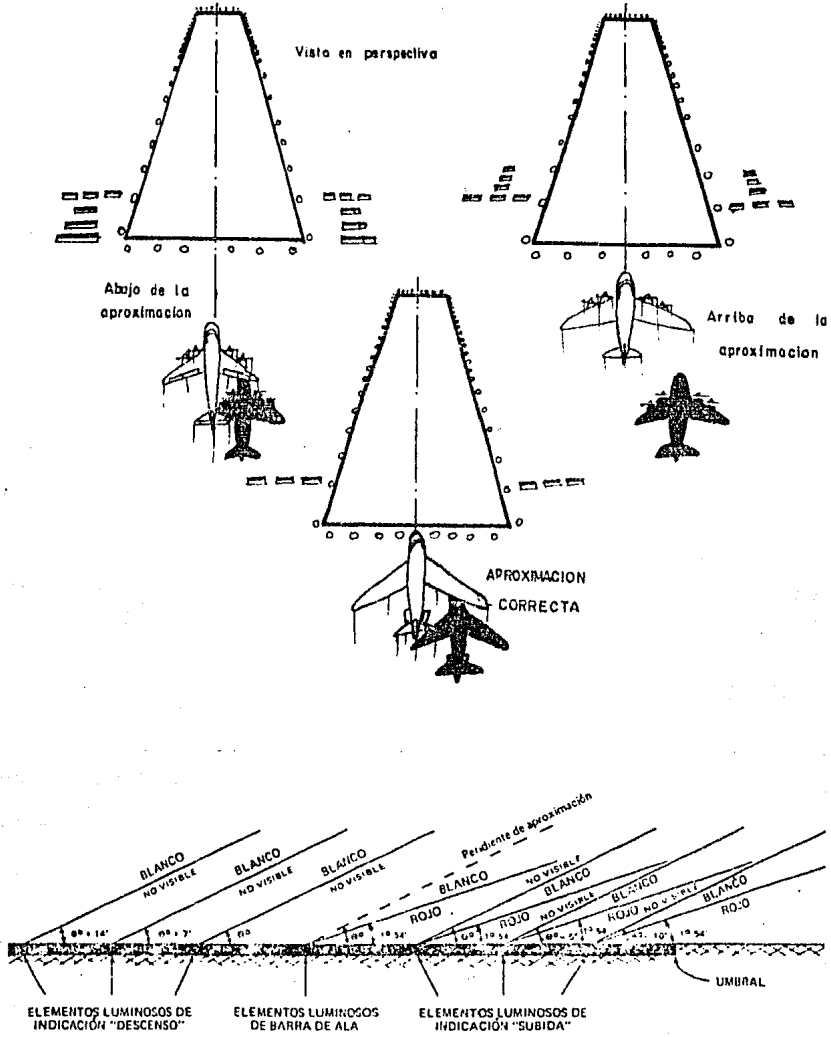
P A P I . Consistirá en una barra de ala con cuatro elementos de lám-- paras dobles o múltiples, situados a intervalos iguales. El sistema se coloca-- rá preferentemente al lado izquierdo de la pista, a menos que sea imposible -- (ver fig. III.30).

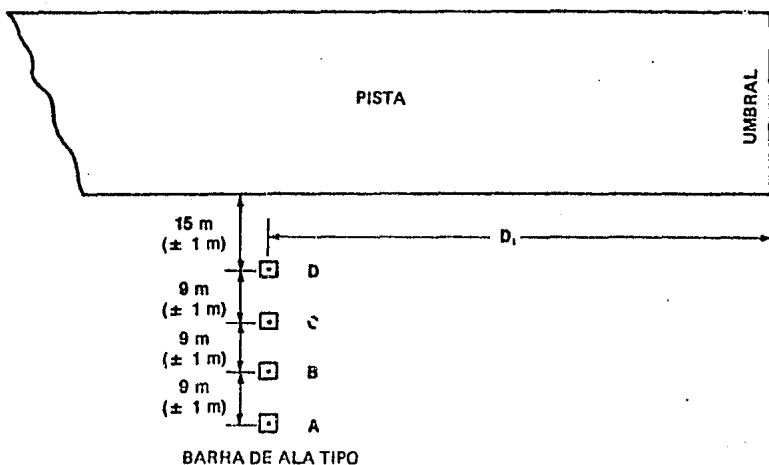
Cuando la pista no tenga medios externos que proporcionen una -- guía de balanceo a las aeronaves y esta pista lo requiera, entonces deberá pro-- porcionarse una segunda barra de ala en el lado opuesto de la pista.

Una barra de ala estará constituida y dispuesta de manera que - el piloto que realiza la aproximación:

1. vea rojas las dos luces más cercanas a la pista y blancas las -- dos más alejadas, cuando se encuentre en la pendiente de approxi-- mación correcta o cercana a ella (ver fig. III.31);
2. vea roja la luz más cercana a la pista y blancas las tres más -- alejadas, cuando se encuentre por encima de la pendiente de --

FIGURA III-29





TOLERANCIAS DE INSTALACION

a) La distancia D_1 deberá asegurar que la altura mínima a la cual el piloto verá una indicación de trayectoria de aproximación correcta (Figura 3-16, ángulo B) proporcionará, para la aeronave más crítica, un margen vertical entre las ruedas y el umbral de no menos de:

- 1) 9 m en los casos en que el número de clave sea 3 ó 4;
- 2) 3 m o la distancia vertical entre la línea de visión del piloto y las ruedas en actitud de aproximación, tomándose el mayor de ambos valores, en los casos en que el número de clave sea 1 ó 2.

b) Además, en los casos en que se hubiera instalado un ILS, para hacer compatibles las trayectorias de planeo visual y no visual, la distancia D_1 deberá ser:

- 1) igual a la distancia entre el umbral y el origen efectivo de la trayectoria de planeo ILS, en los casos en que el número de clave sea 1, 2 ó 3; o
- 2) por lo menos igual, pero no exceder de 120 m, a la distancia entre el umbral y el origen efectivo de la trayectoria de planeo ILS, en los casos en que el número de clave sea 4.

c) Si se requiere un margen vertical sobre las ruedas y el umbral mayor que el especificado en a), para las aeronaves de un tipo determinado, esto puede lograrse aumentando la distancia D_1 .

d) La distancia D_1 deberá compensar las diferencias en elevación entre los elementos luminosos de la barra de ala y el centro de la pista adyacente y entre la barra de ala y el umbral de la pista.

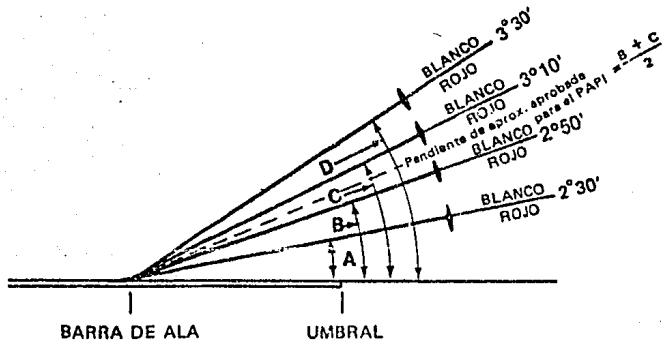
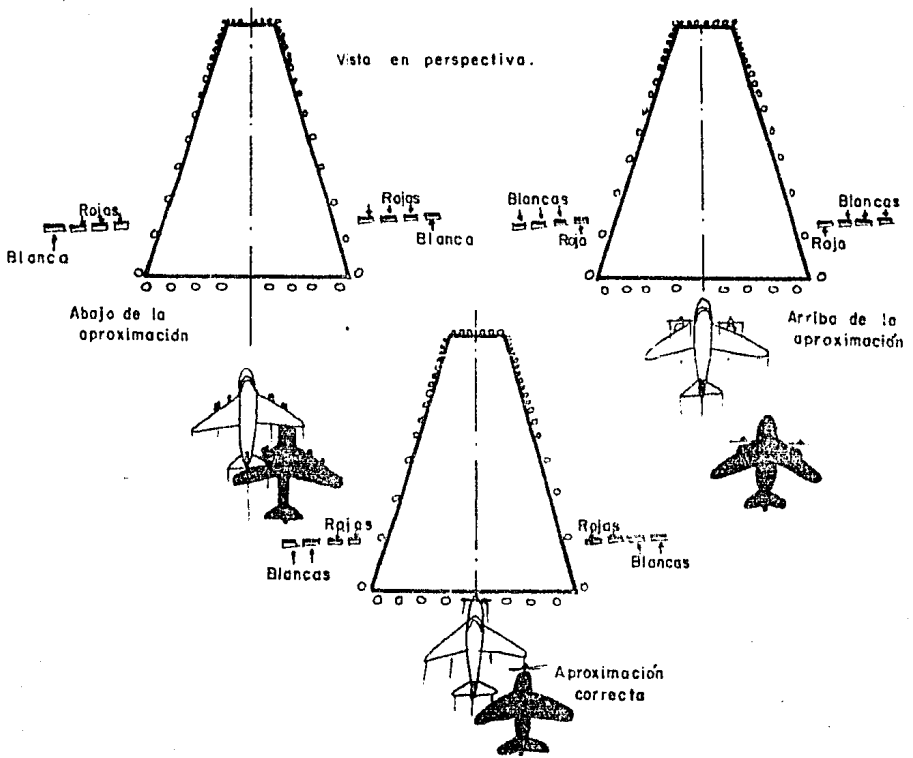
e) Para asegurar que los elementos sean montados tan bajos como sea posible y permitir cualquier pendiente transversal, son aceptables pequeños desplazamientos: longitudinales o ajustes de altura de hasta 5 cm entre los elementos. Puede aceptarse un gradiente lateral no mayor de 1,25% con la condición de que se aplique uniformemente entre los elementos.

f) En las pistas de número de clave 1 y 2 puede utilizarse una separación no menor de 5 m entre elementos.

Nota.—La reducción del espaciamiento entre los elementos luminosos reduce el alcance utilizable del sistema.

g) El elemento PAPI interior puede emplazarse a no menos de 10 m del borde de la pista, en los números de clave 1 y 2.

Figura III-30. Emplazamiento del PAPI



.. Haces luminosos y reglaje del ángulo de elevación del PAPI de 3° ilustrado

aproximación, y blancas todas las luces en posición todavía - más elevada (ver fig. III.31);y

3. vea rojas las tres luces más cercanas a la pista y blanca la más alejada, cuando se encuentre por debajo de la pendiente - de aproximación, y rojas todas las luces en posición todavía más baja (ver fig. III.31).

El sistema PAPI está sustituyendo al sistema VASIS y a sus respectivas modalidades, en los aeropuertos de la república; por lo que se cree que el sistema VASIS llegará a ser obsoleto en la década de los noventas, al quedar uniformes los sistemas usuales indicadores de pendientes de aproximación en nuestro sistema aeroportuario.

E.1.3) Señalamiento de obstáculos.

El señalamiento de obstáculos tiene por objeto reducir los peligros para los aviones que operen en condiciones meteorológicas de vuelo visual.

Siendo regla que todo obstáculo que no sea eliminado será señ lado, ya sean objetos de caracter temporal, o bien, permanentes.

No será necesario señalar aquellos obstáculos que queden ocultos por objetos circundantes que sí estén señalados. Todos los vehículos que se encuentren dentro del área de movimiento de un aeropuerto, se considerarán como obstáculos y se señalarán, ya sea con colores, indicadores o con banderas.

Se utilizarán colores contrastantes entre ellos y con el fondo sobre el cual se tengan que ver, siendo de preferencia de colores rojo y blanco, o bien anaranjado y blanco, ya sea pintado en cuadrículas, o en bandas, - como muestra la figura III.32.

- Iluminación sobre obstáculos. Se usarán luces de obstáculos pa

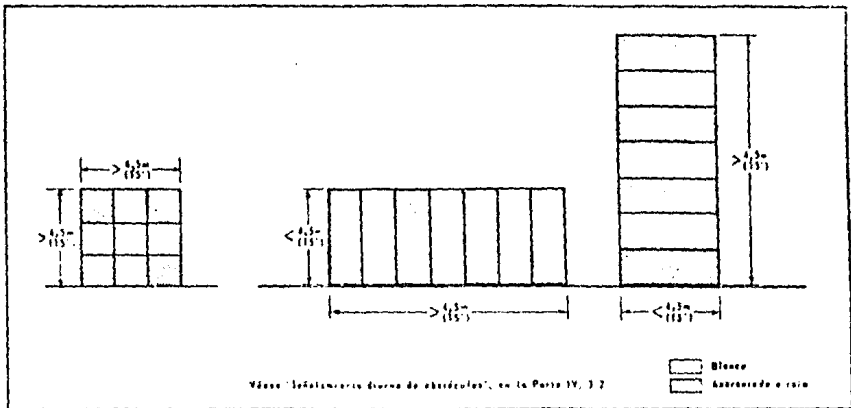


FIGURA III-32 CONFIGURACIONES BASICAS DEL SEÑALAMIENTO DE DESTACADOS

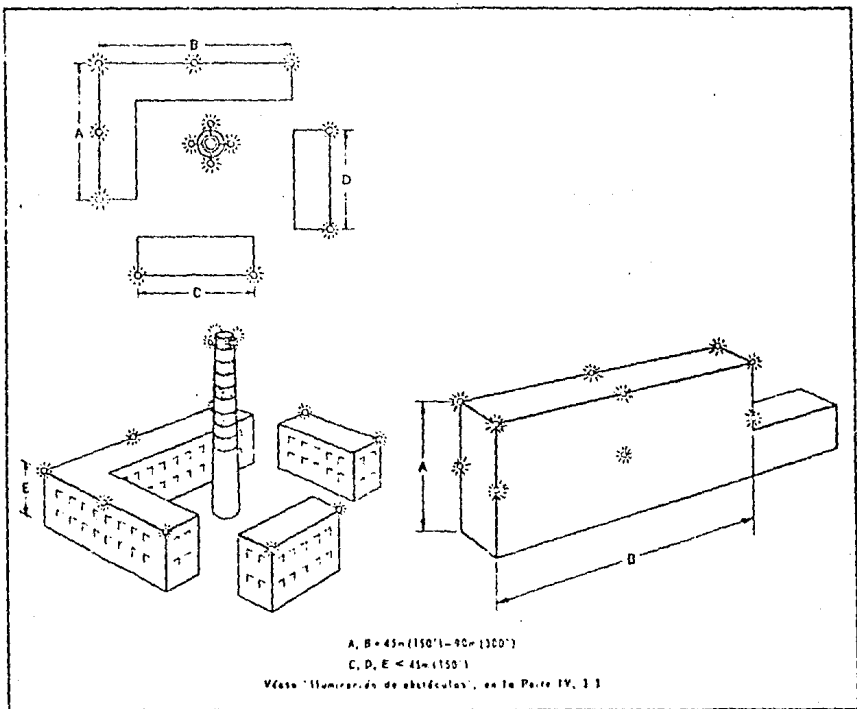
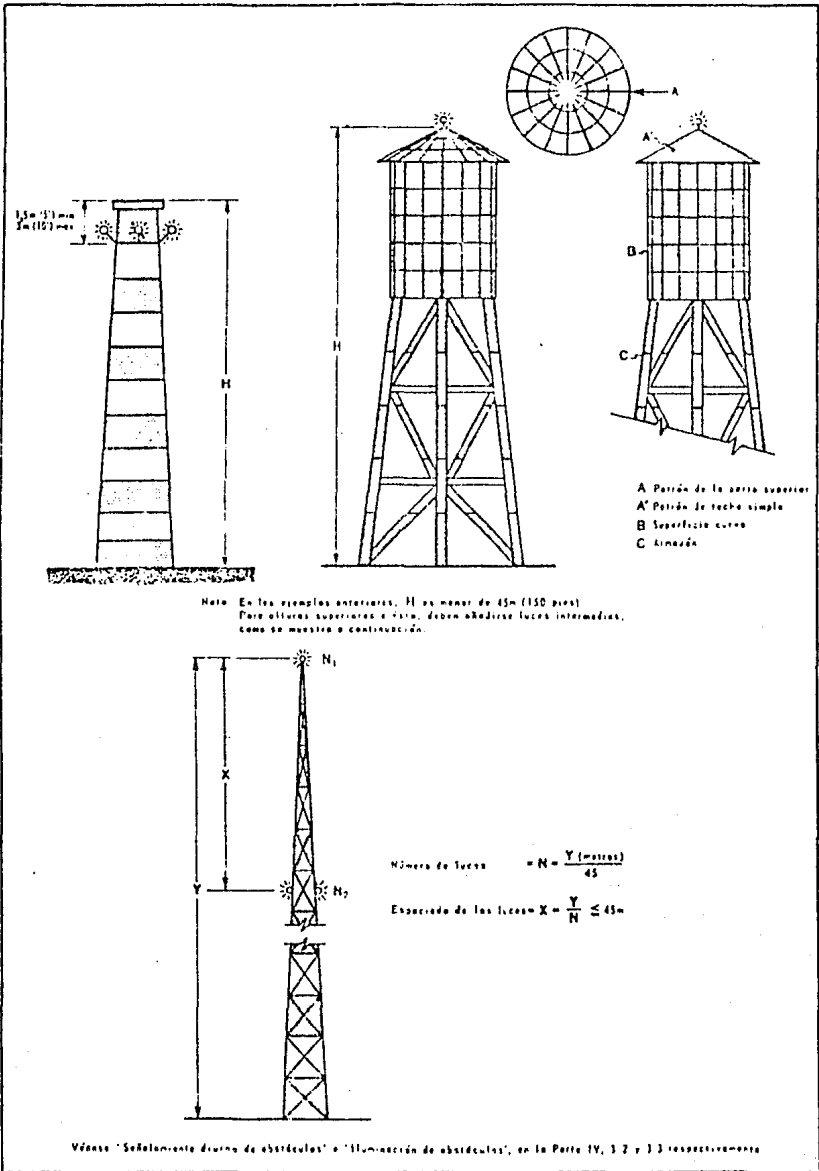


FIGURA III-33 SEÑALAMIENTO DE EDIFICIOS MEDIANTE ILUMINACION DE OBSTACULOS

FIGURA III-34



— EJEMPLOS DE SEÑALAMIENTO E ILUMINACIÓN DE OBSTACULOS EN EL CASO DE ESTRUCTURAS ELEVADAS

ra indicar la presencia de éstos, en aeropuertos destinados a utilizarse de noche. Se colocarán el número de luces necesarias para poder delimitar al obstáculo (véase figuras III.33 y III.34). Las luces serán fijas de color rojo para objetos - susceptibles a movimiento, deberán ser luces de destello, preferiblemente en amarillo o rojo.

E.2) Ayudas para la navegación.

Las instalaciones aeroportuarias para prestar los servicios - de control de tránsito aéreo y ayudas técnicas a la tripulación de las aeronaves, deben contar con instrumentos electrónicos que estén vinculados con - los que se encuentran en las aeronaves, permitiendo realizar en forma segura las operaciones de aeronavegación.

Las ayudas a la navegación que brindará un aeropuerto secundario serán :

- Radio Faro (NDB-Non Directional Beacon). Es una estación fija transmisora que define las aerovías de color, opera en bajas frecuencias emitiendo un alcance aproximado de 150 Km. Cada estación se identifica con una señal en clave Morse. Permite efectuar marcaciones radiogoniométricas, esto es, definir puntos fijos en la ruta que el avión deberá seguir. Por el tipo de frecuencia empleado en la emisión, puede ser afectada por la estática, -- por lo que no es totalmente confiable.

El complemento del NDB, en la aeronave, es al ADF, que es un aparato que se compone básicamente de un radio receptor con selector de frecuencias, una antena anular que puede girar sobre su eje vertical, y un indicador de azimut.

- VOR (Very high frequency Omnidirectional range, Radio de alta frecuencia omnidireccional). En la actualidad la ayuda más común de navegación

es el VOR, que consta de una estación fija transmisora, cuyas emisiones son - en forma radial, cubriendo todas las direcciones posibles, siendo cada una de ellas una ruta que el piloto puede seguir para llegar al punto que señala el VOR.

Una de las desventajas del VOR es que los radiales son secto-- res y no líneas, lo que reduce la capacidad de tránsito aéreo, ya que se le - asigna al avión una área y no una línea en el espacio.

- DME (Distance measuring Equipment, equipo medidor de distan-- cia). Es un equipo que funciona basándose en el principio del eco, consta de una unidad transmisora- receptora a bordo y una unidad reflejante en tierra. - El transmisor del avión denominado interrogador, emite señales de radio en la banda UHF; esta señal es recibida por el sistema de tierra que envía una res- puesta.

En el proyecto, no sólo se preverá la instalaci3n de las ayu-- das a la navegaci3n antes mencionadas; sino que tambi3n se preverá la posibi- lidad de instalar otros equipos de ayuda que, debido al enorme y r3pido desa- rrollo tecnol3gico que presenta el medio aeron3utico, lo vuelva indispensable o necesario. Por ejemplo, la instalaci3n de alg3n sistema de aterrizaje por - instrumentos (de precisi3n), similar al ILS o al MLS, pueda llegar a ser -- justificada en alg3n aeropuerto de este tipo dentro de algunas d3cadas. O -- bi3n, que por la ubicaci3n del proyecto, pueda ser necesaria la instalaci3n - de alg3n radar por cuestiones de control de tr3nsito aéreo. Por lo que ser3 - indispensable estar bien informado acerca de la tecnolog3a aeron3utica actual y de aquella que se encuentre en buena fase de experimentaci3n. Sin olvidar - que la instalaci3n de cualquier equipo deber3 ser justificada.

F) MANTENIMIENTO.

Cualquier estructura o instalaci3n que est3 sujeta a la exposi- ci3n de los elementos del medio ambiente y al uso, est3 destinada a deterio--

rarse. Ya que dicho deterioro no puede ser previsto completamente, puede, -- sin embargo, detenerse en el punto donde la duración esperada, puede estar -- de acuerdo a la durabilidad prevista en su diseño y construcción originales. El mantenimiento efectivo es el único camino seguro para que el deterioro se reduzca al mínimo.

La carencia de mantenimiento adecuado, es la causa mayor del deterioro innecesario de los aeropuertos. La actitud de la administración de los aeropuertos, con respecto a la responsabilidad del mantenimiento, se revela inmediatamente al examinarse la calidad confiable y funcional de sus -- componentes, así como la apariencia general del aeropuerto. Se conocen mu--- chos casos en que las fallas de un elemento (pavimento, drenaje, constru---- ción de instalaciones y servicios), se atribuyen directamente a una actitud indiferente hacia el mantenimiento y la consecuente ausencia de un programa vigoroso de mantenimiento.

Aún cuando el mantenimiento se lleve en una forma efectiva, - pasa a ser deficiente al no poder compensar un diseño o construcción inadecuados; sin embargo, puede impedir el fracaso total, o posiblemente desastro so, que puede resultar de dicha deficiencia. La inspección de mantenimiento puede revelar desde un principio, donde existe o donde puede existir un problema, y así contar con el tiempo necesario para realizar una acción correctiva. El mantenimiento es una función continua y será responsabilidad de todos los empleados y particularmente de las autoridades. No obstante, esta -- continua responsabilidad de "inspeccionar" es tan sólo una pequeña parte del trabajo. Una serie de inspecciones o supervisiones periódicas, llevadas a ca bo por ingenieros experimentados y técnicos, deben conducir a un programa de mantenimiento verdadero y efectivo. El programa de inspección de mantenimiento debe ser controlado para asegurarse de que cada elemento sea inspeccionado a conciencia, de que las áreas con problemas potenciales sean identificadas y de que se recomienden las medidas correctivas. El programa de mantenimiento debe prever un sistema funcional adecuado, que permita aplicar medidas correctivas, realizarlas y registrarlas de inmediato. Las numerosas y va

riadas demandas de este trabajo, ponen en claro que el programa de mantenimiento general debe recomendarse a un miembro del cuerpo técnico del aeropuerto que sea competente y responsable.

La falta de coordinación en los trabajos de conservación, ha motivado erogaciones cuantiosas, por ejemplo, habiendo efectuado, la administración del aeropuerto, los trabajos de señalamiento de pista y posteriormente entra la brigada de reparaciones efectuando riegos de sello y cubriendo -- así el señalamiento y duplicando los gastos.

Acciones como estas se presentan a menudo, desafortunadamente, y no es otra cosa más que la falta de un eficiente programa de mantenimiento continuo y sistemático o probablemente se deba a que el presupuesto que fuera asignado al mantenimiento del aeropuerto sea insuficiente o bien que se haya utilizado en otras actividades debido a una mala administración, que no considera al mantenimiento como una actividad fundamental durante el funcionamiento del aeropuerto, siendo esto como antes se mencionó, un grave error.

C A P I T U L O I V

PLAN MAESTRO DEL AEROPUERTO

Es importante reconocer, que el proyecto de un aeropuerto secundario ha de estar siempre relacionado con una apreciación del conjunto de la economía. Persiguiendo obtener una visión integral del desarrollo económico de la zona con el objeto de establecer un sistema de metas coherentes, compatibles con la estabilidad del sistema, existiendo la problemática de evitar, que dicha estabilidad se logre bajo un gran costo social y sin aprovechar eficientemente de los recursos disponibles. Esta visión proporciona un marco de referencia que permite continuar con más detalle los estudios sectoriales y los -- de proyectos específicos, y aporta los criterios básicos para establecer las -- medidas financieras que conduzcan a los objetivos previstos. De ahí que las -- tareas de planeación comprendan el análisis de las tendencias históricas y la formulación de lo que podría denominarse el diagnóstico de la situación actual. Dentro de esos estudios quedan comprendidas tanto las técnicas de planeación -- global y sectorial, como las relativas a la preparación y evaluación de proyec -- tos individuales de inversión.

Las proyecciones del plan maestro sólo pretenden establecer marcos de orientación de las inversiones y de la política a seguir, señalando las líneas básicas de acción en el futuro y estableciendo, de la manera más aproximada, los parámetros y las variables que decidirán el desarrollo de todas y cada una de las componentes del sistema. Ello requiere, contar con una adecuada organización para el cumplimiento de lo programado.

En este capítulo se analiza el proceso de planificación y de los factores importantes que se deben considerar al crear el plan maestro, que representa la concepción del planificador en cuanto a la evolución final de deter

minado aeropuerto. Con él se da a conocer la investigación y el razonamiento lógico a partir de los cuales se ha elaborado el plan y lo presenta de manera atractiva, en forma gráfica y escrita. Explicándose la importancia que reviste la consulta y planificación cooperativa, y las necesidades futuras del aeropuerto en cuestión. Además, se describe el propósito y objetivos del plan maestro, junto con la orientación sobre la forma en que se utilizará el plan maestro (desarrollo por etapas) una vez que éste se haya terminado; ya sea que se trate de la ampliación de un aeropuerto existente, o la construcción de uno nuevo. Aquí se subraya la importancia de efectuar una evaluación económica, al decidir la provisión de un aeropuerto y estimar su utilidad para la comunidad, para efectuar una comparación con otros proyectos. Se señala la importancia de equilibrar las posibilidades de ampliación con la flexibilidad, para poder satisfacer las necesidades cambiantes del sistema, para permitir la elaboración del plan general por etapas, en donde cada una de las instalaciones pueda realizar sus funciones con los mayores niveles posibles de eficiencia.

El plan más eficiente para el aeropuerto, considerando en conjunto, será aquel que proporcione la capacidad necesaria para los movimientos de aeronaves, pasajeros, mercancías y vehículos, junto con la máxima comodidad para los pasajeros, explotadores del servicio, y el personal; contando con las menores inversiones de capital y gastos de explotación. Considerándose, armónicamente, la flexibilidad y las posibilidades de ampliación, ya que son fundamentales para todos los aspectos de la planificación.

La planificación en los aeropuertos se ve complicada por la diversidad de instalaciones y servicios necesarios para el movimiento de aeronaves y carga pagada, así como de los vehículos terrestres con ellos relacionados, y la necesidad de integrar su planificación. Entre las instalaciones se incluyen, las ya mencionadas, pistas, calles de rodaje, plataformas, edificio terminal, zonas de estacionamiento, camino de acceso, zona de combustibles, instalaciones para el CREI, y ayudas para el control de tráfico de aeronaves. En el funcionamiento de un aeropuerto, no deberá de planearse por separado la actividad de cada uno de estos subsistemas, dado que existe una gran interde-

pendencia entre sus funciones. Por ejemplo, las plataformas para aeronaves deben estar integradas funcionalmente con los edificios a los que están relacionadas. De igual manera los estacionamientos para vehículos necesitan estar relacionados con las actividades de las personas que los utilizan y con los edificios que estas ocupan.

La planificación de aeropuertos consiste en la evolución de las características del mejor plan concebido para cada una de las instalaciones. A medida que aumenta el ritmo de movimientos de aeronaves, vehículos y pasajeros, resulta más necesario que los planes de los aeropuertos constituyan la solución más lógica posible, de manera que la planificación de cada una de las instalaciones contribuya y se integre al plan maestro de mayor eficiencia, proporcionando mayor grado de flexibilidad y posibilidad de ampliación para su expansión en el futuro. Siendo la capacidad del aeropuerto la menor de las capacidades de sus subsistemas.

A) DETERMINACION DEL PLAN MAESTRO.

A.1) Consideraciones Generales.

Todo plan maestro sirve de orientación para: evaluar que instalaciones necesita el aeropuerto; determinar la utilización del terreno circundante; determinar las repercusiones que la construcción y explotación del aeropuerto tendrán en el medio ambiente; y determinar las necesidades del aeropuerto en materia de vías de acceso.

Entre otras cosas, todo plan maestro de aeropuerto se consulta - para: conseguir orientación sobre los criterios y decisiones a corto y largo -- plazo; advertir las posibles dificultades y también las oportunidades; basar -- las solicitudes de ayuda económica; servir como base de negociación entre la -- dependencia a cargo del aeropuerto y los concesionarios; y fomentar el interés público y el apoyo local.

A.2) Actividades que supone la gestación del plan maestro.

A.2.1) Política a seguir y planificación coordinadas.

Metas y objetivos del proyecto; formulación de programas de trabajo, estatuir plazos de construcción y elaborar presupuestos; formulación de un plan de evaluación y de actividad; formulación de procedimientos de control y supervisión; determinación de sistemas de gestión de datos y de información pública.

A.2.2) Planificación económica.

Exámenes de características del mercado aeronáutico y de las previsiones de la actividad aeronáutica; determinación de las ventajas y costos representativos inherentes a las distintas posibilidades de evolución del aeropuerto; evaluación de las repercusiones de las diversas soluciones en la economía de la zona.

A.2.3) Planificación física.

Comprende: disposiciones atinentes al espacio aéreo y al control de tránsito aéreo; configuración del terreno (incluyendo las zonas de aproximación); complejo de construcciones aeroportuarias que constituyen la zona terminal; redes de circulación, de servicio y de comunicaciones; instalaciones de apoyo y de servicio; sistemas terrestres de acceso; esquemas generales de la utilización de los terrenos.

A.2.4) Protección del medio ambiente.

Evaluación de las condiciones naturales del medio ambiente relacionadas con el aspecto afectado del aeropuerto (vida vegetal y animal, clima - topografía, recursos naturales, etc.); justificación de los esquemas de desarrollo actuales y proyectados, que sean pertinentes; determinación de las actitu--

des y opiniones de la comunidad.

A.2.5) Planificación financiera.

Determinación de las fuentes de financiamiento del aeropuerto y de sus limitaciones; estudio sobre la factibilidad económica de las diversas modalidades del desarrollo del aeropuerto; preparación de planes y programas preliminares de financiamiento para llevar a cabo la solución acordada en definitiva.

A.3) Fases del proceso de planificación.

1. formulación de un programa de trabajo.
2. inventariar y documentar las condiciones existentes.
3. previsión de la demanda futura en materia de tráfico aéreo.
4. determinación aproximada de las necesidades en materia de instalaciones y servicios, y fijación de un calendario de ejecución - por fases.
5. evaluación de las dificultades existentes y de las posibles pre-
visibles.
6. determinación de la importancia u orden de prioridad de los di-
versos elementos.
7. formulación de diversas alternativas conceptuales o de plan maes-
tro para poder hacer un estudio comparativo (ver capítulo VI).
8. examen minucioso y decisivo de las diversas alternativas, propor-
cionando a todas las partes interesadas la oportunidad de poner
a prueba cada solución (capítulo VI).
9. selección de la solución más aceptable y apropiada, modificándola,
según sea necesario, como consecuencia del trámite de examen;
y preparación en forma definitiva de la solución que haya que po-
ner (ver capítulo VI).

A.4) Consideraciones previas a la determinación del plan.

La expansión satisfactoria de los aeropuertos existentes y la construcción de otros nuevos depende de las orientaciones fijadas en el plan maestro del aeropuerto. En consecuencia, para que un plan sea útil para las administraciones aeroportuarias, será preciso comprender de antemano algunas condiciones y ajustarse a ellas, antes de la planificación.

A.4.1) Coordinación preliminar.

En el proceso del plan maestro deberán tenerse presentes tanto el papel de los medios aeronáuticos relacionados. El plan maestro del aeropuerto, será de interés para una gran diversidad de gente y organismos, que entre otros pueden ser: organismos locales, nacionales y particulares, usuarios del aeropuerto, grupos protectores del medio ambiente, explotadores del servicio aéreo, etc. Si estos grupos no son consultados antes de fijar el programa de planificación, se correrá el grave riesgo de que existan demoras, e incluso interrupciones, que dificulten el desarrollo futuro del aeropuerto. Por eso es indispensable que durante todo el proceso de determinación del plan maestro, se coordine su labor y trate de conocer el parecer de los distintos medios interesados.

A.4.2) Fuentes de información.

La preparación y recopilación de datos apropiados sobre el uso de un aeropuerto y sus componentes, es fundamental para la buena planificación general. La naturaleza de los datos que habrá de recopilar abarcará aspectos físicos del aeropuerto, indicaciones de su utilización, volumen y composición del tráfico, el costo del transporte y las tarifas correspondientes, la situación económica de las líneas aéreas que vayan a utilizar el aeropuerto; los criterios y reglamentos estatales en materia de transporte, etc. Las fuentes de datos confiables son muchas y diversas, entre ellas figuran los bancos e instituciones financieras, los organismos gubernamentales locales y nacionales, las asociaciones profesionales de aviación (IATA, OACI, DGAC, FAA, etc.), y las líneas aéreas.

A.4.3) Consideraciones de orden financiero.

La carga financiera que representa el ampliar extensamente un aeropuerto, o el construir uno nuevo, puede ser enorme. Con objeto de determinar la magnitud de dicha carga y los problemas de financiamiento, es aconsejable determinar con mucha anticipación la factibilidad económica del proyecto.- Como se trata de una consideración preliminar, sólo será necesaria una determinación general de la magnitud de los costos. Estos cálculos indicarán a las autoridades locales si el proyecto puede llevarse a cabo o no. Además, estos cálculos preliminares proporcionarán la base necesaria para gestionar el asunto con los organismos o instituciones financieras que probablemente intervengan en el financiamiento de las mejoras recomendadas en el plan maestro.

En el proceso general de planificación, es indispensable determinar las fuentes y la magnitud de los medios financieros disponibles para la provisión inicial, y la operación continua y el mantenimiento subsiguiente de las instalaciones y servicios que se intentará dar en el aeropuerto. Una vez que se haya establecido la disponibilidad de capital adecuado, es necesario hacer una evaluación real de la provisión financiera que se necesitará anualmente si la autoridad aeroportuaria tuviera que cumplir con sus obligaciones para con la deuda (es decir, reembolso del capital e intereses) y acumular unas reservas; para estos cálculos, la vida útil de las diversas instalaciones deberá estimarse detalladamente. Pero no sólo deberá cumplir con la obligación de saldar la deuda (con sus correspondientes intereses), sino que también tendrá que sufragar sus costos de operación y mantenimiento, y así evitar que más adelante se exceda de los límites de las posibilidades financieras.

Siendo las principales fuentes de obtención de ingresos las siguientes: los derechos por el uso de instalaciones para el aterrizaje y otras instalaciones conexas; las concesiones; y el alquiler de espacio del edificio terminal y otros locales de servicios del aeropuerto.

A.4.4) Equipo planificador.

Las especialidades que generalmente se consideran para incluirse en un equipo planificador son: sociología, estadística, economía, finanzas, investigación científica operacional, arquitectura, ingeniería (civil, electrónica, eléctrica, mecánica y de tránsito), control de tránsito aéreo, y dirección y administración de aeropuertos. El equipo planificador no deberá incluir a todos los especialistas cuyo parecer pudiera necesitarse de cuando en cuando, sino que deberá restringirse a aquellos necesarios para cubrir los aspectos -- primarios de la planificación y que intervenga en todas las etapas de la misma. Deberá obtenerse el asesoramiento de otros especialistas cuando sea necesario. Como es natural, las especialidades concretas adecuadas a proyectos determinados, dependerán de la magnitud del tránsito a que se destine el aeropuerto.

Recurriéndose a menudo a la colaboración del asesor, cuando se terigan que tomar decisiones en el proceso de planificación que supongan riesgos considerables, ya que su colaboración será de máxima importancia en su calidad de juez, debido a que puede dictaminar tanto por su especialización técnica como por su imparcial punto de vista.

La planificación se realizará en consulta con las entidades interesadas, llevándose una estrecha colaboración con las autoridades nacionales y locales encargadas del transporte y de la planificación.

A.4.5) Organización de la planificación.

El establecimiento de una organización para preparar un plan -- maestro de aeropuerto variará en forma considerable, frecuentemente, entre distintos emplazamientos de aeropuertos, la diversidad nacerá de las disposiciones político-administrativas que imperen en la zona del proyecto. Siendo necesario, para la coordinación general y la dirección del equipo planificador, un coordinador de planificación, que deberá ser un experto en técnicas de dirección y administrativas, con amplios conocimientos aeronáuticos.

La organización más eficaz será aquella que pueda :

1. Establecer una política aceptable en la comunidad aeroportuaria.
2. Reunir para fines de asesoramiento y coordinación, todos los intereses aeronáuticos y no aeronáuticos afines.
3. Garantizar un proceso de planificación que sea técnicamente sólido y que se ajuste a la política establecida y al proceso de coordinación.

Lo primordial es que las medidas adoptadas sean tales que el plan maestro pueda establecerse en calidad de programa eficaz y continuo, susceptible de realización. Ver fig. IV.1.

En general la organización deberá estructurarse para poder realizar tres funciones principales, a saber: la formulación de la política a seguir; asesoramiento y coordinación; y la planificación técnica.

A.4.6) Método de planificación.

Para preparar el plan maestro se definirán los conceptos fundamentales y el trazado general que permitan aprovechar al máximo las posibilidades del emplazamiento escogido, y deberá surgir del exámen de todos los factores que afectan al transporte aéreo y que fomentará un marco dentro del cual pueda tener lugar el futuro desarrollo y ampliaciones, y se indique su tamaño total definitivo. Definiéndose las capacidades necesarias en cuanto a aeronaves, pasajeros, mercancías y vehículos en tierra, junto con una indicación de las fases principales de construcción en términos materiales y económicos, así como las fechas en que se prevea que se necesitarán. Los procedimientos de planificación de cada una de las instalaciones de un aeropuerto son idénticos a los del plan maestro, con las siguientes fases principales:

Pronósticos.- Preparación de pronósticos a largo plazo que abarquen los factores aeronáuticos operacionales, económicos y de otra clase en los cuales pueda basarse la planificación para el futuro;

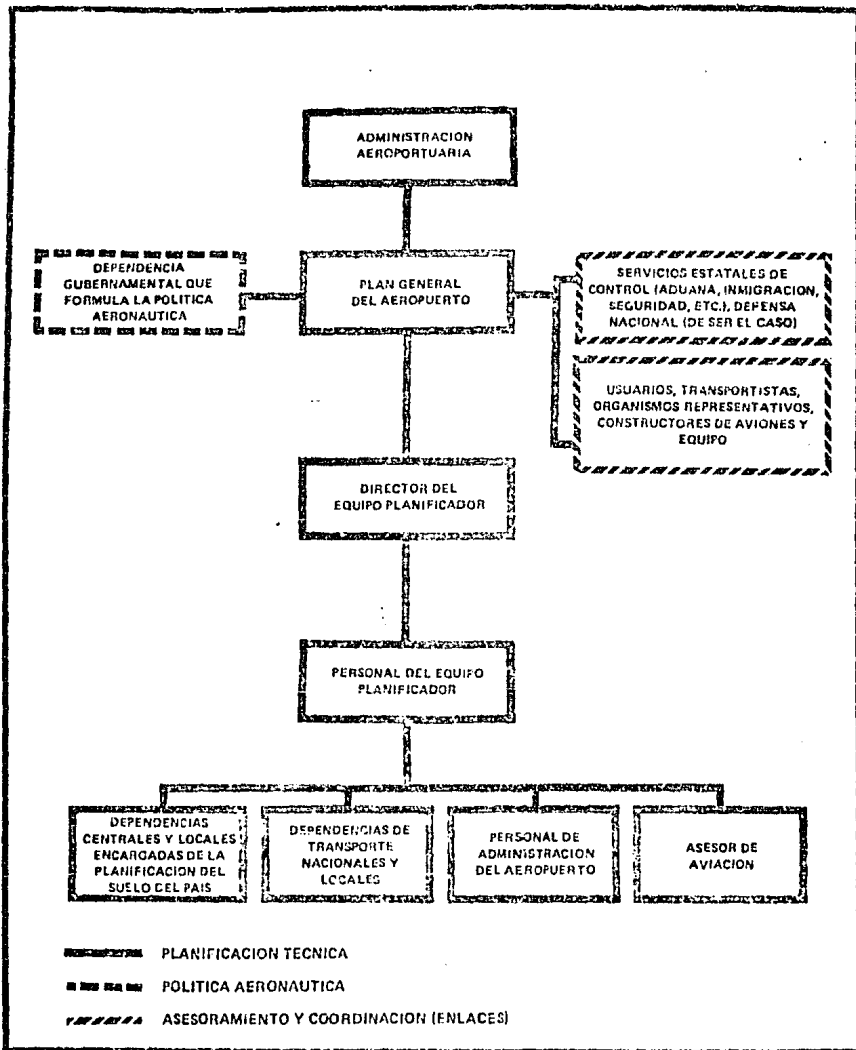


Figura IV-1 ORGANIGRAMA TÍPICO DE LA PLANIFICACION GENERAL DE AEROPUERTOS

Concepto para los sistemas.- Elaboración de conceptos para los sistemas básicos de operación, e identificación del desarrollo necesario para satisfacer las necesidades pronosticadas de todos los usuarios del aeropuerto;

Determinación del trazado general definitivo.- será el emplazamiento que mejores posibilidades ofrezca aprovechando al máximo los accidentes naturales del terreno.

A.4.7) Objetivos perseguidos por el plan maestro en política aeroportuaria.

Los objetivos perseguidos por el plan maestro pueden ser los siguientes:

1. Disponer del desarrollo oportuno y ordenado de un aeropuerto, -- adecuado a las necesidades presentes y futuras del transporte -- aéreo de determinada zona del país.
2. Situar a la aviación en su propia perspectiva con relación a un plan regional o nacional, que abarque tanto la relación que guarda con los aeropuertos primarios y con pequeñas aeropistas, así como la que lleve con los demás sistemas de transporte. Proporcionando de esta manera, una base para la coordinación del plan del aeropuerto con otras actividades de planificación.
3. Proteger el medio ambiente, evitando el deterioro ecológico, así como llegar a niveles inaceptables de ruido y de contaminación del aire.
4. Fomentar la creación de un organismo que logre la ejecución eficiente y sistemática del plan maestro.
5. Garantizar la compatibilidad con el contenido, forma, normas y -

criterios de los diversos organismos encargados de la política - aeronáutica (OACI, IATA, DGAC, etc.)

6. Crear nuevas rutas aéreas en coordinación con las ya existentes.
7. Satisfacer la demanda de todos los sistemas del aeropuerto.
8. Fijar y preparar el orden de preferencia correspondiente al desarrollo del aeropuerto a corto y largo plazo.
9. Hacer el mejor uso de los terrenos y del espacio aéreo, que son inherentemente limitados, generalmente.
10. Utilizar al transporte aéreo como ayuda al desarrollo de la zona y del país.

A.5) Importancia de los pronósticos en la determinación del plan maestro.

La pronosticación es el punto vital de los procesos de planificación y control. Los pronósticos son necesarios para definir las instalaciones - que se requerirán, su importancia y en qué momento serán necesarias.

Una vez que se hayan determinado las metas y objetivos del aeropuerto (tanto a largo como a corto plazo) se podrá establecer un plan provisional y evaluarlo con los pronósticos de tráfico, que estarán influenciados por - aspectos específicos del plan (factores socioeconómicos ajenos al plan maestro).

A.5.1) Pronósticos requeridos.

Las cuestiones que deben ser objeto de pronóstico y las unidades en que han de expresarse deben relacionarse con las necesidades de planificación de cada aeropuerto.

El pronóstico se elabora frecuentemente en función de los pasajeros y mercancías despachados, ya que los datos referentes a estas cuestiones están generalmente disponibles, y la demanda básica para la utilización de las instalaciones aeroportuarias está determinada por dichos elementos.

En el inciso E del capítulo II, se hizo el estudio de la oferta y la demanda a manera de ver en que forma las actividades de la región se ven afectadas por la actividad aérea, y si estas actividades generan alguna demanda; siendo ahora necesario darle otro enfoque al estudio de la demanda con vista a obtener la capacidad de los elementos del aeropuerto.

La demanda será el parámetro principal para determinar las dimensiones de los sistemas del aeropuerto, pero su evaluación no es sencilla y se requieren estimaciones presentes y futuras. Estas estimaciones son pronósticos que generalmente se efectúan para definir demandas anuales, que después se traducirán en períodos críticos diarios y horarios. Siendo la finalidad de los pronósticos, proporcionar información de los rangos aproximados en los que -- fluctuará la demanda, no pretendiendo predecir con precisión el futuro, como se mencionó en el capítulo II.

La precisión en los pronósticos está sujeta a diferentes factores en los que a mayor período de tiempo mayor es la posibilidad de variación de esos factores que pueden ser:

- El método utilizado en la pronosticación sea deficiente;
- Los datos básicos sean deficientes;
- Pronósticos deficientes de factores socioeconómicos que afecten a la demanda del transporte aéreo (ver capítulo II);
- La introducción imprevista de nuevos factores socioeconómicos que afecten a la demanda;
- La influencia de factores difíciles de cuantificar (desarrollo de la tecnología aeronáutica, restricciones en la disponibilidad de combustibles, etc.).

Ante las restricciones anteriores existen dos procedimientos básicos para manejarlos:

- Para considerar la deficiencia en el método y los datos básicos se efectúa el análisis de sensibilidad para investigar el grado de precisión que puede esperarse de un pronóstico único.
- Para considerar la variabilidad de los factores socio-económicos asociados, se supondrán imágenes de ambiente socio-económico futuro y de política a seguir, obteniéndose un conjunto de pronósticos asociados.

Como resultado de los procedimientos antes mencionados se puede obtener un límite superior y un límite inferior del pronóstico único, lo que da origen a un pronóstico pesimista y otro optimista (ver fig. IV.2). El rango entre estos dos pronósticos se le conoce como banda de confianza, que implica un intervalo bastante amplio para evaluar la demanda del transporte aéreo, por lo que debe diseñarse un aeropuerto flexible en todos los sistemas, que permita por medio del desarrollo por etapas adaptarse a la demanda real.

Los pronósticos necesarios por obtenerse serán los siguientes:

- Volumen de pasajeros y equipaje (salida, llegada, tránsito y transbordo, nacional e internacional).
- Volumen de carga general y correo (salida, llegada, tránsito y transbordo, nacional e internacional).
- Volumen de operaciones aeronáuticas (aterrizajes, despegues y carreteo).
- Posiciones simultáneas en plataforma (número y tamaño).
- Tipo y frecuencia de aviones.
- Volumen y tipo de combustibles.
- Posición y volumen del servicio de rampa.
- Número de compañías de aviación.
- Número y tipo de concesiones en el edificio terminal.

FIGURA IV.2

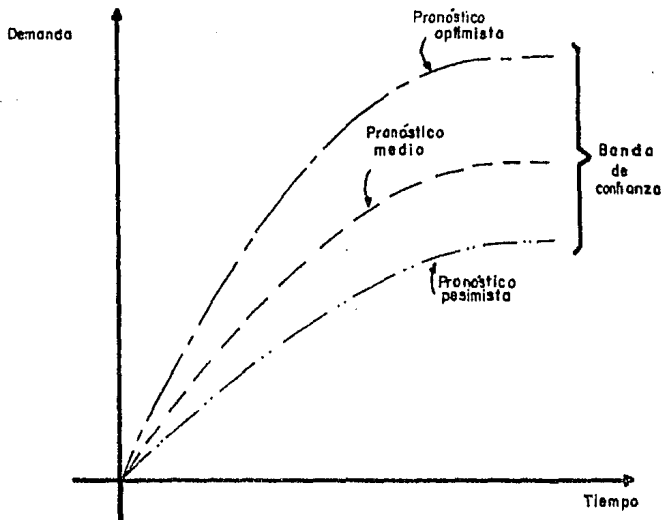
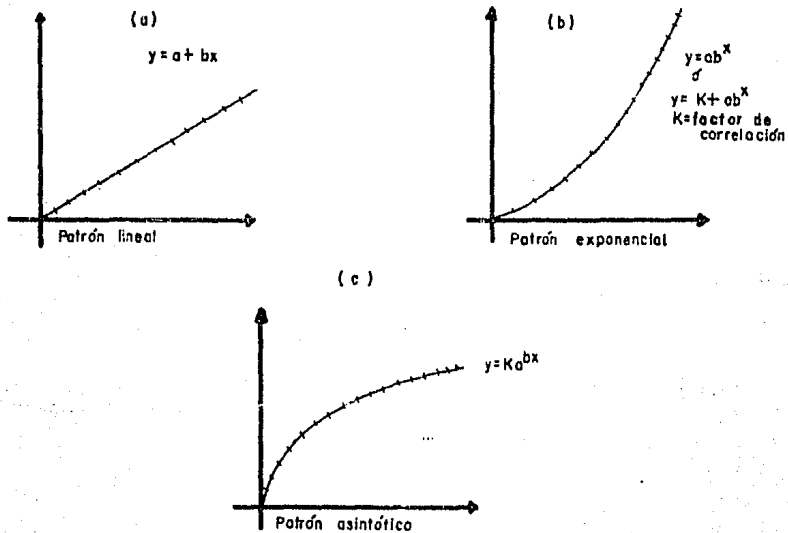


FIGURA IV.3



- Volumen de visitantes (acompañantes, proveedores, etc.).
- Volumen y tipo de vehículos que llegan al aeropuerto por las -
diversas vías de acceso.
- Número de empleados que laboran en el aeropuerto.

Una de las características de la demanda es su variación en el tiempo, presentando horas denominadas "pico" (críticas), en las cuales la demanda crece; sin embargo, en su mayoría la demanda no es crítica pudiendo ésta permanecer constante, o bien ser variable y en algunos casos llegue esta a desaparecer.

Dado que los requisitos en cuanto a instalaciones están determinados por la actividad en el período pico, y con el fin de no preveer inútilmente para un tráfico que sólo surge raramente, se definirá la hora punta típica y el día punta típico, que no será la hora ni el día pico del año, sino que se acepta entre el 30avo al 40avo día u hora de mayor actividad en el año.

El intenso esfuerzo desplegado por conseguir un pronóstico de calidad puede quedar anulado por la conversión deficiente del pronóstico, al convertir éste en instalaciones y servicios necesarios.

Naturalmente la sensación de confianza es mayor cuando un pronóstico está basado en la comprensión del proceso que genera las variables de tráfico observadas. Las fases preliminares de todo procedimiento de pronósticación están dedicadas, usualmente, a determinar, aislar y cuantificar los efectos de los factores existentes de la actividad de tráfico aéreo.

Estos factores pueden clasificarse en cuatro categorías generales a saber: económicos; sociales y demográficos; tecnológicos y sistemáticos; y comerciales y políticos.

Los factores relacionados con el proceso que determina las decisi

siones de los usuarios son muy difíciles de medir.

La calidad del servicio, determinada por la velocidad, regularidad y conveniencia, es un factor al que el desarrollo tecnológico parece haber cambiado sensiblemente. Su repercusión, cuando se considere que es importante, probablemente se pueda evaluar sobre una base subjetiva, fundada en conceptos precedentes y/o complejos.

Siendo importante distinguir entre los factores exógenos (los - ajenos a la función de planificación, que no se pueden alterar) y los endógenos (que pueden ser influenciados por el plan y que pueden llegar hasta la política de transporte público de la región en cuestión).

La determinación de la función que ha de desempeñar cada aeropuerto, en relación con otros, puede resultar una tarea complicada. La distribución demográfica y el emplazamiento de los aeropuertos, en relación con las direcciones predominantes de las afluencias de tráfico aéreo, serán factores - importantes (ver capítulo II). Aparte de la interacción local entre aeropuertos vecinos, la función relativa futura de los aeropuertos de una red puede de pender del crecimiento demográfico, del desarrollo comercial de la región, del índice de crecimiento relativo de la demanda y del tamaño de las aeronaves, de las tendencias en cuanto a radio de acción de las aeronaves, y de la evolución relativa de los gastos motivados por las aeronaves en la terminal y en ruta.

Debido a la sensibilidad de la demanda con respecto a la frecuencia y a la calidad de servicios proporcionados, un pequeño cambio en la demanda relativa de dos aeropuertos (por ejemplo, debido a las fluctuaciones demográficas o a cambios de la accesibilidad a uno de ellos) puede ampliarse con siderablemente por las diferencias resultantes en dichos servicios proporciona dos.

La eficacia de los aeropuertos existentes es también un factor que requiere examen particular. En un pronóstico sobre la demanda, que se apli

que a fines de la planificación técnica de un aeropuerto, no se deberán tener en cuenta los efectos de la congestión del tránsito ni otras formas de funcionamiento defectuoso, dado que la finalidad del estudio es calcular el tránsito al que el aeropuerto debe servir convenientemente. Esto quiere decir que cuando se empleen para los pronósticos las tendencias de tráfico pasadas, deberán ajustarse, cuando sea necesario para tener en cuenta los efectos de la congestión.

Los métodos de pronosticación dependerán de los datos disponibles, del tiempo y recursos de que se dispone para efectuar el pronóstico, y de la finalidad para la cual se prepara el pronóstico. Por lo tanto, todo pronóstico o sistema de pronosticación tiene que ser, usualmente, preparado para cada caso, es decir, hecho a la medida de las necesidades de una situación. Entonces no será posible indicar un método o procedimiento determinado, sino más bien hacer algunas observaciones generales al respecto.

El investigador deberá tratar de utilizar y aprovechar todas las estadísticas pertinentes y toda información que pueda conseguir para abordar el problema desde diferentes puntos de vista y verificar los resultados logrados. Es muy conveniente que mantenga estrecha relación con los órganos de planificación de otras esferas para obtener datos fiables sobre los pronósticos atinentes a la demanda (de los que se hace referencia en el capítulo II).

Debe establecerse también una distinción neta entre la pronosticación para un aeropuerto existente y la pronosticación para un nuevo emplazamiento. En los casos en que el aeropuerto en cuestión haya estado funcionando durante varios años, cuando la región que se ha de servir se encuentra en un estado de desarrollo estable, y cuando la red de explotadores de aeronaves que conecta el aeropuerto con otros, está bien desarrollada, los pronósticos pueden basarse en gran medida, en los antecedentes reunidos respecto al aeropuerto, a la red de transporte aéreo y a la región en cuestión. En base a la proyección de las tendencias del tránsito registradas en el pasado, pueden obtenerse pronósticos preliminares bastante confiables y se pueden elaborar pro-

nósticos más exactos analizando los factores que han afectado al desarrollo en el pasado.

La preparación de pronósticos para un nuevo aeropuerto constituye un problema totalmente diferente, especialmente si el transporte pasa por circunstancias inestables y si la región se encuentra en una fase de rápido desarrollo económico. En tales casos, los métodos de resolver y abordar el problema tendrán que ser también completamente diferentes. La evaluación de la afluencia de tráfico puede que constituya un asunto más delicado que el mismo pronóstico. La forma de afocar el asunto respecto a los nuevos aeropuertos incluye métodos de porcentaje (relacionando los niveles categorizados de la actividad aeronáutica de determinado aeropuerto con los de la región) y métodos de análisis en "corte" (análisis y comparaciones con otros aeropuertos y medios ambientes). Para un país como el nuestro que se encuentra en vías de desarrollo, una forma de abordar la cuestión consiste en basar los pronósticos en estudios de mercado incluyendo el examen de la evolución de la estructura por la actividad económica en el país y su política en materia de turismo.

A.6) Métodos para realizar el pronóstico.

Para fines aeroportuarios se tienen dos métodos a saber, que son: el mecánico y el analítico.

A.6.1) Pronóstico mecánico

Estos pronósticos parten del principio que la tendencia histórica se va a repetir, o sea, siguen la misma ley de crecimiento observada estadísticamente en años anteriores; presenta la ventaja de ser un método sumamente rápido, pero con la dificultad de que pueda existir un gran error a mediano y largo plazo.

Al pronóstico mecánico se le corrige con ciertos factores económicos de correlación. Estos factores pueden ser aspectos económicos, socia--

les y tecnológicos. La relación existente entre dichos factores con la demanda de transporte aéreo se denomina modelo de la demanda. El procedimiento para emplear los modelos de demanda, se basa en lo siguiente:

- análisis de los datos históricos y actuales de la demanda del transporte aéreo.
- recopilación de los datos históricos de cada factor económico-social y tecnológico, así como el análisis de su relación con el transporte aéreo.
- proyección a futuro hasta el horizonte económico de los factores de correlación.
- a través del modelo establecido y de las proyecciones de los factores de correlación, estimar la demanda futura del transporte aéreo.

A.6.2) Pronóstico analítico.

La proyección a futuro de datos históricos sigue para fines aeroportuarios tres patrones bien definidos: el patrón lineal, el exponencial y el asintótico.

Patrón lineal.- Gráficamente este patrón es una línea recta, ya que reconoce una relación constante en términos absolutos; es un patrón conveniente para proyecciones a corto plazo, es decir, que no exceda de 5 años (ver fig. IV.3.a).

Patrón exponencial.- Es aquel que plantea un incremento constante en el porcentaje de crecimiento de la demanda. Se recomienda su utilización a corto y mediano plazo, ya que a largo plazo existen intervalos de duda (ver fig. IV.3.b).

Patrón asintótico.- Implica un desarrollo rápido hasta cierto nivel, a partir del cual se corrige con un decremento gradual en el ritmo de

crecimiento de la demanda. Es recomendable para pronósticos a largo plazo, en donde se habla de volúmenes muy grandes en capacidad y demanda de los componentes del sistema aeroportuario.

Hasta aquí se ha visto lo relativo a la demanda de transporte -- aéreo, corresponderá ahora analizar el lado de la oferta para atender la demanda prevista, es decir, el objetivo de esta etapa para poder definir un esquema de la infraestructura del aeropuerto, lo constituye la definición del equipo -- que deberá operar durante un plazo considerado, ya que esto influirá en la localización del sitio para el aeropuerto. Así también, las exigencias de los equipos están en función del tráfico que se habrá de manejar. Podría pensarse que -- para definir los equipos a emplear bastaría con conocer las características en cuanto a capacidad de los aparatos que actualmente tengan en operación las compañías explotadoras del servicio aéreo del emplazamiento en estudio; sin embargo, es necesario tener presente que en la vida útil del aeropuerto estos equi-- pos podrán cambiar en función de la aparición de nuevos tipos de equipos y aero naves. Por tal motivo es necesario proceder a hacer un análisis de los avances tecnológicos que se contemplen a corto plazo. A primera vista, este análisis po dría parecer difícil; no obstante, debe tenerse presente que para que aparezca una nueva aeronave o equipo, se requiere del transcurso de varios años, mientras se fabrica y se prueba un modelo posteriormente reglamentando y autorizando su operación. Asimismo, se deberá tener presente el tiempo de amortización del --- equipo.

Los pronósticos deben presentarse en forma coherente, que permita su actualización periódica, de ser posible, los pronósticos se examinarán -- anualmente, y de ser necesario, se invocará a la revisión de aspectos generales o específicos del plan general. Siendo las divergencias entre los pronósticos y las cifras reales o los cambios anticipados en las suposiciones relativas a los factores de influencia, los que pueden sugerir la necesidad de revisar el método de pronosticación, así como los pronósticos.

Se ha dicho que todo plan maestro sirve como orientador. No se -- trata de un programa de ejecución.

La elaboración del programa de ejecución está regida por los -- principios de orientación del plan maestro, pero solamente respecto a aquellas fases de la planificación del aeropuerto posteriores a la etapa de la concep-- ción del plan maestro, en las que realmente se conciben y llevan a la práctica las mejoras concretas. Por lo tanto, todo plan maestro no prevee aspectos con-- cretos con respecto a mejoras; sino que únicamente señala los tipos de mejoras que deberán emprenderse. Siendo necesario ir desarrollando en etapas la ejecu-- ción del plan maestro.

B) DESARROLLO POR ETAPAS.

El plan maestro concebido para el final del horizonte económico define un aeropuerto excesivo para la demanda que se tendrá al inicio de las - operaciones; por lo antes expuesto, es conveniente construir un aeropuerto que proporcione una capacidad acorde con la demanda. Ya que como es obvio, no conviene hacer una gran inversión en un proyecto en el que la capacidad de éste - está muy por encima de su demanda; ni el caso contrario en el que se quiera -- ahorrar en el proyecto con la consecuencia de que la capacidad del aeropuerto no satisfaga a su demanda.

El desarrollo por etapas del plan maestro nos define la secuen-- cia del desenvolvimiento del proyecto, permitiendo la programación de las --- ampliaciones necesarias al complejo aeroportuario, permitiendo distribuir las inversiones en las diferentes etapas, siendo esto muy importante desde el pun-- to de vista financiero. Es así como el desarrollo por etapas nos proporcionará la capacidad del aeropuerto acorde con la demanda que se vaya presentando, -- cuando se iniciarán los trabajos de ampliación y cuál será la inversión al fi-- nal de cada etapa de construcción. Permitiendo esto eliminar la demanda insa-- tisfecha, sin hacer derroches en la inversión.

Las obras de construcción deberán llevarse a cabo cuando el -- aumento del tráfico y los pronósticos a corto plazo, que son menos suscepti--- bles a errores importantes, demuestren que son necesarias. Por lo tanto los --

pronósticos a largo plazo facilitan las directrices generales necesarias para el plan maestro. Los pronósticos a corto plazo, de 3 a 5 años de antelación - facilitan las bases para el trabajo del desarrollo real; en tanto los pronósticos a plazo intermedio, de 5 a 20 años usualmente a intervalos quinquenales por conveniencia en los estudios, cubren las lagunas dejadas por los pronósticos a largo plazo (mayores de 20 años) y facilitan la información provisional sobre las bases subsecuentes probables del desarrollo.

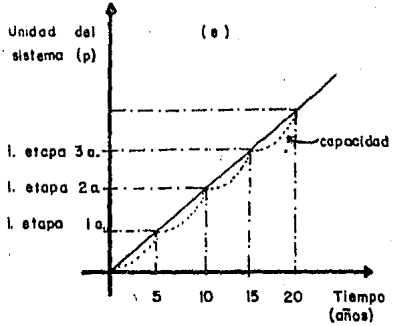
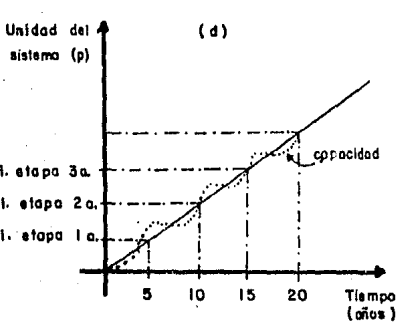
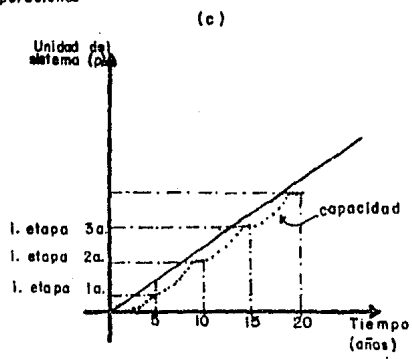
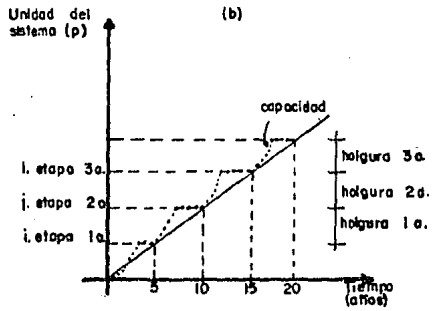
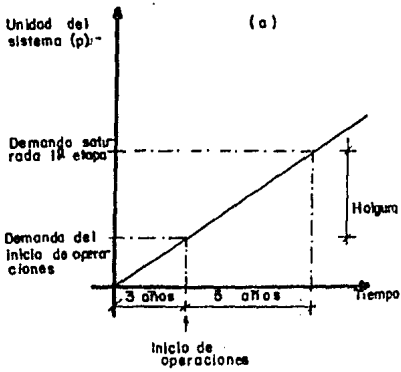
En todas las etapas deberá establecerse y dejarse constancia de todos los motivos en que se fundó cada una de las decisiones, así como de las influencias que apoyaron determinados conceptos. Dichos motivos serán puestos a prueba durante el transcurso de la etapa en la que fueron tomados en cuenta y se podrá constatar si siguen siendo válidos o ya son obsoletos para la siguiente etapa de desarrollo.

Una vez estudiado el pronóstico de la demanda y el de la capacidad del aeropuerto, se relacionarán con la finalidad de definir las diferentes etapas de desarrollo del plan maestro.

Generalmente, cada etapa se considera para una capacidad que satisfaga a la demanda que se estima tendrá el aeropuerto cinco años después de haberse terminado los trabajos de construcción. O sea, que para la primer etapa de desarrollo se requerirá realizar un proyecto que satisfaga a la demanda de cinco años después del inicio de las operaciones del aeropuerto (ver fig. - IV.4.a). Y para poder cumplir con lo anterior, será necesario efectuar los estudios y la construcción de los elementos necesarios antes de que se llegue a la saturación de la capacidad del aeropuerto, como se observa en la fig. IV.4.b.

Siendo un problema que se presenta con frecuencia el del aeropuerto que siempre opera con demanda insatisfecha por la falta de capacidad -- (ver fig. IV.4.c), o cuando se termina la construcción de la siguiente etapa de desarrollo, inmediatamente cumple con la demanda para la que fue proyectada dicha etapa (ver fig. IV.4.e).

FIGURA IV.4



(p) — pasajeros u operaciones.

| — inicia la realizacion.

Para casos como los anteriores se deberá intentar mediar a la situación, de no ser posible hacer una fuerte inversión en el proyecto, intentando mantener un período razonable dentro del cual se cumpla con la demanda (ver fig. IV.4.d); medida que ayudará en el desarrollo económico de la región.

B.1) Análisis de la flexibilidad.

Comparando a la demanda y a la capacidad de un aeropuerto, puede definirse la necesidad futura de obras para ampliar la capacidad del conjunto. Sin embargo, la velocidad de saturación de un sistema componente del aeropuerto, no es igual a la velocidad de saturación de otro sistema del mismo -- aeropuerto.

Puede darse el caso de que el espacio aéreo y el sistema de pistas, calles de rodaje y plataformas, tengan la capacidad suficiente de admitir un avión de gran capacidad (ya sea carguero o de pasajeros), y no así el edificio terminal. Siendo necesario ampliar el edificio terminal, que al estar relacionado con los otros sistemas del aeropuerto, se analizarán las repercusiones debidas a la expansión.

B.1.1) Flexibilidad en espacios aéreos.

Para ampliar la capacidad de los espacios aéreos, deberán estudiarse: el incremento en ayudas para la navegación y aproximaciones; eliminación de obstáculos en el área circundante; consideraciones de control de tráfico aéreo y de contaminación ambiental. Todos estos incrementos en el espacio aéreo pueden efectuarse sin suspender las operaciones del aeropuerto. Presentando una situación flexible.

B.1.2) Flexibilidad en pistas, calles de rodaje y plataformas.

Este sistema es poco flexible en su solución, para adaptarse a la demanda. Si la demanda se incrementa notablemente, puede ser necesaria la -

ampliación de la pista, o construir otra. Si el incremento es referente a la carga, entonces afectará al peso de despegue y la potencia de los motores, y se requerirá aumentar la longitud de pista y estudiar la resistencia de los pavimentos (verificando si su resistencia es adecuada o si se harán modificaciones). Toda obra de ampliación ocasionará problemas de operación en el aeropuerto.

En las plataformas se presenta una problemática similar que en el caso de las pistas, pero con mayores conflictos dada la relación que guarda con la distribución de combustibles y con las conexiones hacia el edificio terminal, por lo que no podrán hacerse modificaciones significativas a la plataforma sin afectar a los sistemas antes mencionados. Siendo una solución económica la construcción de plataformas remotas.

B.1.3) Flexibilidad de la zona terminal.

Conjuntamente con la expansión de la plataforma, puede requerirse la expansión de la zona terminal y en especial del edificio terminal (carga o pasajeros). En el edificio terminal al incrementarse el número de pasajeros se incrementa el tiempo de servicio (documentación, reclamo de equipaje y otros) por lo que deberán ampliarse los modelos descritos de filas de espera, de redes y de simulación para definir las ampliaciones necesarias. Para el caso de manejo de equipaje y carga general, deberá automatizarse o cuando menos, mecanizarse para agilizar el servicio.

B.1.4) Flexibilidad de las vías de acceso.

El camino de acceso generalmente es poco flexible, ya que su ampliación implica el incremento en el número de carriles. Al incrementarse la demanda en el camino de acceso se tendrá el efecto de disminución de la velocidad de acceso que trasciende en el incremento en el tiempo de acceso al aeropuerto, que repercute negativamente en los demás sistemas.

B.1.5) Flexibilidad de la zona de combustibles.

Esta zona deberá expandirse hasta que llegue a presentarse la demanda ya que sus costos de operación y mantenimiento son elevados. Para expander esta zona, se incrementará el número de tanques, siendo más flexible el sistema si se emplean unidades móviles en lugar de instalaciones fijas - que son más conflictivas.

CAPITULO V.

LOCALIZACION .

La construcción de un nuevo aeropuerto o la ampliación de uno ya existente, exige grandes inversiones de capital y la ejecución de trabajos de gran envergadura. Para evitar que quede prematuramente obsoleto y que no se derrochen valiosos recursos financieros y materiales, es importante que su vida útil sea lo más prolongada posible. Para lograr este fin, deberá contarse con suficiente terreno para llevar a cabo las progresivas ampliaciones al mismo ritmo que el del crecimiento de la demanda de tráfico aéreo. A fin de que la inversión rinda los máximos beneficios, además de disponer de suficiente terreno, es igualmente necesario velar por la seguridad de las operaciones aeronáuticas y evitar peligros o molestias a las poblaciones vecinas, sin restringir el crecimiento y la eficacia del aeropuerto. Por consiguiente, deberán elegirse emplazamientos en los terrenos que ofrezcan las máximas posibilidades de ampliación a largo plazo, con las mínimas cargas financieras y sociales.

El punto de partida en la selección del emplazamiento de un aeropuerto o en la evaluación de un emplazamiento existente, consiste en determinar la finalidad a la que debe destinarse el aeropuerto. Para ello, deben considerarse las previsiones de la futura demanda y el volumen y tipo de tráfico que haya que atender, detalles que deben obtenerse de los pronósticos operacionales y económicos (capítulos II y IV). A continuación es necesario determinar el tipo de aeropuerto y los sistemas operacionales. A base de esta información, el método para la selección del emplazamiento se divide en varias etapas principales, que comienzan con la determinación de la forma y dimensiones del área necesaria para el aeropuerto, el emplazamiento de las zo-

nas que ofrecen posibilidades de ampliación, y el examen y evaluación de dichos emplazamientos. Tomandose en cuenta que el sitio debe ser accesible a los usuarios, sin requerir de caminos costosos o tiempo excesivo de traslado por tierra, la pista debe estar perfectamente orientada con relación a los vientos dominantes y protegida de obstáculos.

Otros factores importantes, son también, el costo del terreno, la posibilidad de construir pistas transversales cuando los vientos dominantes así lo requieran, la resistencia del terreno, el drenaje natural y en algunos casos la proximidad de otros aeropuertos. Dentro de lo posible, las aproximaciones y umbrales de las pistas no deberán ocurrir sobre zonas urbanas aún cuando las zonas respectivas se ajusten a las normas de restricción de obstáculos, cuando esto no sea posible se evitará que en estas zonas existan escuelas, hospitales, iglesias, estadios, u otros edificios públicos o privados destinados a reuniones populares. Se deberá prever que el terreno no se inunde en tiempos de lluvias y también habrá que estudiar la posibilidad de que el sitio no esté sujeto a una incidencia excesiva de neblina o nubes bajas.

Es difícil encontrar sitios perfectos, pero siempre hay manera de resolver estos problemas. No siendo regla que el terreno sea totalmente nivelado; además la existencia de árboles en las cercanías de la pista, generalmente no es una desventaja ya que estos pueden reducir los vientos laterales y los ruidos, siempre y cuando se encuentren a distancia suficiente para no constituir un obstáculo.

A) Estudios meteorológicos.

Las condiciones meteorológicas pueden variar entre diversos emplazamientos situados en la misma zona. La distribución de los vientos, combinada con la visibilidad y el techo de las nubes, son elementos de primordial importancia para decidir la orientación y longitud de las pistas y tomar medidas en previsión de que las operaciones se realicen en todo tiempo o solamente

en condiciones visuales. Ciertas regiones pueden estar sujetas a la formación de niebla, fenómenos de turbulencia, o mayor precipitación de lluvia o nieve, lo cual puede restar eficiencia y regularidad a las operaciones. Por consiguiente para poder realizar la localización de un posible emplazamiento del aeropuerto deseado, se deberá contar con los estudios meteorológicos de cuando menos cinco años y de estaciones climatológicas que se encuentren lo más próximas posible a la zona deseada, con objeto de que los datos obtenidos de dicho estudio sean lo más apegado a las condiciones meteorológicas del lugar donde se piensa desarrollar el aeropuerto.

Los estudios requeridos son: la anemometría (dirección y velocidad del viento); termometría; pluviometría; visibilidad, obteniéndose los mínimos meteorológicos del aeropuerto a partir del techo (altura en que se encuentra la parte baja de las nubes medida desde la superficie de la pista) y la longitud horizontal.

B) NUMERO Y ORIENTACION DE LAS PISTAS.

El número de pistas que habrá de proveerse en cada dirección, dependerá del número de movimientos de aeronaves previsto y de los vientos reinantes en la zona. Será necesario tener debidamente identificados a los vientos dominantes, por la importancia que ellos representan en la capacidad de la pista. Dicha capacidad se verá disminuída si se presentan con frecuencia fuertes vientos cruzados, o bien, cuando el viento obliga al cierre de las operaciones al impedir una buena visibilidad abajo de los mínimos meteorológicos autorizados.

Generalmente, puede considerarse que la pista o pistas del aeropuerto han alcanzado su punto de saturación cuando las demoras totales son de un promedio de cuatro minutos, durante el período punta normal de dos horas (horas consecutivas) de la semana. En ciertas pistas utilizadas solamente por aeronaves pequeñas, este nivel de demora a la salida es de dos minutos en hora punta de la semana. La capacidad de determinada configuración de pista puede -

determinarse mediante la aplicación de los métodos indicados en la figura V.1 que especifica los límites inferiores probables de la actividad de la pista - que hay que pronosticar. Es así que, si la actividad pronosticada no alcanza dichos límites inferiores, no se justificarían normalmente las pistas adicionales para satisfacer la demanda. Los límites superiores representan los probables valores inferiores de capacidad de pista para configuraciones apropiadas que se obtendrían mediante técnicas más complejas.

Pueden utilizarse los siguientes criterios para determinar la necesidad de una pista adicional para aumentar la capacidad.

Puede proyectarse una pista paralela cuando se prevé que la de manda alcanzará la capacidad de la pista existente en el transcurso de alguna de las etapas del desarrollo del plan maestro.

Una pista paralela corta podría justificarse en un aeropuerto en el cual se pronostica que en el transcurso de alguna etapa del plan maes--tro tendrá una demanda mayor que el 60% de la capacidad de la pista existente. Teniéndose en cuenta que las distancias de rodaje no deben ser excesivas, ya que de no ser así se reducirá la demanda por la nueva pista. Esta pista paralela corta deberá tener las dimensiones suficientes para poder satisfacer a - la demanda dentro de los cinco años subsecuentes de la terminación de la obra.

Puede preverse una pista paralela corta para prestar servicio a aeronaves pequeñas en un aeropuerto que alcance 75,000 movimientos.

Quando la demanda alcanza o se espera que alcance el 75% o más de la capacidad de las pistas paralelas existentes, puede prolongarse una pis ta corta a fin de aumentar la capacidad.

Aunque las pistas secantes o divergentes, no son recomendables,

Configuración		Si de aeronaves de más de 12 500 libras se usaban el aeropuerto,		Observaciones
		menos del 10% ¹	más del 80%	
		Mostradores anuales		
	Pista única	90,000-150,000	80,000-140,000	
1.	Dos pistas paralelas Ubicación de la intersección <ol style="list-style-type: none"> En el medio o al extremo de la pista. 	95,000-160,000	85,000-160,000	La capacidad puede ser menor que se lo muestra el más del 80% de las aeronaves no pueden utilizar una pista. Esta observación se refiere para todas las otras configuraciones indicadas.
2.	<ol style="list-style-type: none"> En los extremos (movimientos apartados de la intersección). <ol style="list-style-type: none"> 60% del tiempo o menos. 95,000-160,000 80% del tiempo. 120,000-200,000 90% del tiempo. 135,000-225,000 100% del tiempo. 160,000-270,000 	95,000-160,000 120,000-200,000 135,000-225,000 160,000-270,000	85,000-160,000 100,000-170,000 125,000-210,000 145,000-230,000	
	Pistas divergentes Movimientos apartados de la intersección <ol style="list-style-type: none"> 60% del tiempo o menos. 110,000-180,000 80% del tiempo. 135,000-225,000 90% del tiempo. 150,000-230,000 100% del tiempo. 210,000-350,000 	110,000-180,000 135,000-225,000 150,000-230,000 210,000-350,000	100,000-170,000 120,000-200,000 135,000-225,000 160,000-270,000	
	Tres pistas paralelas Ubicación de las intersecciones <ol style="list-style-type: none"> Una sola intersección común en medio de las pistas. 100,000-170,000 Un par en los extremos. 110,000-180,000 Dos pares que se cruzan en los extremos. 125,000-210,000 Todas las pistas se cruzan en los extremos. 160,000-270,000 	100,000-170,000 110,000-180,000 125,000-210,000 160,000-270,000	100,000-170,000 110,000-180,000 125,000-210,000 140,000-230,000	
4. Terminal O < 3500' a) Terminal O < 2500' b) 2. Terminal O < 4500' c)	Pistas paralelas <ol style="list-style-type: none"> Paralelas próximas (separación de 3 500 pies). <ol style="list-style-type: none"> Ninguna más de rodaje entre las pistas. 240,000-400,000 Cada de rodaje que cruza las pistas activas a más de 1/3 de sus anchuras activas. 170,000-280,000 Paralelas distantes (separación de más de 4 500 pies). 240,000-400,000 	240,000-400,000 170,000-280,000 240,000-400,000	140,000-230,000 140,000-230,000 180,000-300,000	Se obtienen valores bajos en las paralelas próximas indicadas en la segunda columna debido a la capacidad limitada de los vuelos IFR. Para pistas paralelas distantes a más de 3 500 pies pero menos de 4 500, la segunda columna de 1. a) y 1. b) puede aumentarse un 20%.

1 Se supone que las torres y depósitos representaron el 60% del total de la población de aeronaves, de la cual el 90% o más, eran aeronaves pequeñas.

2 El valor inferior indicado para cada configuración representa el 60% del límite inferior probable de la capacidad anual. El mayor valor es el límite inferior probable de la capacidad anual. Para obtener las capacidades indicadas en esta tabla se utilizaron pistas con salidas bien concebidas.

Figura V-1. CUÁNDO CONVIENE PREVER PISTAS ADICIONALES - GAMA PROBABLE DE VALORES INFERIORES²

generalmente para aumentar la capacidad, las consideraciones topográficas, el ruido, y los obstáculos pueden hacer estos trazados más prácticos. Habrá que demostrar que este tipo de configuración resulta ser mejor opción que la de pistas paralelas.

B.2) Orientación de las pistas.

En términos generales, las pistas deben estar orientadas de manera que las aeronaves no tengan que pasar a baja altura sobre zonas pobladas y eviten obstáculos. Deberán orientarse las pistas en dirección del viento dominante siempre y cuando otros factores no afecten a esta disposición. Durante el despegue y aterrizaje, las aeronaves pueden maniobrar sobre una pista siempre que la componente transversal del viento (a 90° de la dirección del movimiento del aeronave), no sea excesiva. La componente transversal máxima permisible depende del tamaño de la aeronave (principalmente), de la configuración alar y del estado de la pista. Las aeronaves pesadas pueden maniobrar en vientos transversales de una velocidad máxima de 30 nudos pero es bastante difícil hacerlo por lo que en la planificación de aeropuertos, se utilizan valores inferiores.

La OACI especifica que la orientación de las pistas deberá ser tal que el coeficiente de utilización del aeropuerto no sea inferior al 95% -- con componentes de viento transversal de 20 nudos (23 mph) para las pistas con clave de diferencia A y B, de 13 nudos (11.5 mph) para las pistas con clave de referencia C, y de 10 nudos (11.5 mph) para las pistas de categoría D y E.

Una vez elegida la componente máxima transversal del viento permisible, puede determinarse la orientación más conveniente de las pistas considerando los vientos.

La orientación de las pistas puede determinarse gráficamente como se indica a continuación:

Partiendo de los datos relativos al viento, puede trazarse una rosa de los vientos, como la de la figura V.6.

Se obtiene el porcentaje de vientos que corresponda a una dirección y un cierto intervalo de velocidad, considerando viento en calma de 0 a 4 mph. Estos porcentajes, por comodidad se pueden poner en una tabla en la que se tenga como renglones la dirección del viento (N, NNE, NE, ENE, E, ESE, SE, S, SSW, SW, WSW, W, WNW, NW, y NNW) en donde cada dirección se considera para un ángulo de 22.5° y como columnas la velocidad en intervalos (4-V 1 mph, V 1-V2 mph, y >V 2 mph).

Sobre la rosa de vientos se trazan a escala las circunferencias de radios iguales a los límites de los intervalos tomados para la velocidad. Y se procede a marcar en el sector apropiado de la rosa de los vientos, cada uno de los porcentajes de vientos obtenidos. Ahora, utilizando una franja de material transparente en la que se hallan trazado tres líneas paralelas, igualmente espaciadas las líneas extremas de la línea central, siendo la distancia de dicho espaciamiento a escala, la de la componente transversal del viento permisible. A esta franja comunmente se le denomina "maravilla" (ver fig. V.2).

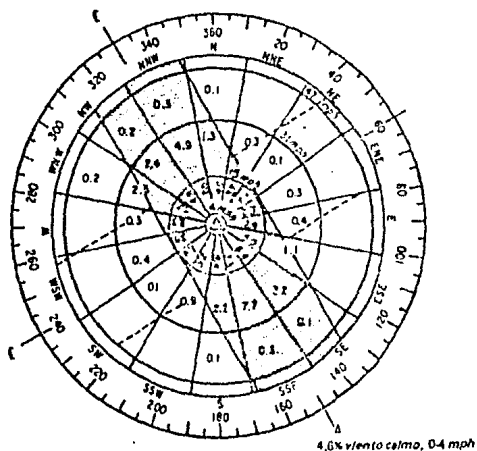


Figura V-2 ROSA DE LOS VIENTOS TÍPICA

La mascarilla se coloca encima de la rosa de vientos, de tal manera que la línea central de la franja pase por el centro de la misma (la línea central representa al eje de la pista). Utilizando dicho centro como eje de rotación, se hace girar a la mascarilla y los valores de los porcentajes comprendidos entre las líneas se van anotando en una tabla que presenta en las columnas la orientación de la franja a cada 10° (girando la mascarilla de 10° en 10° hasta llegar a los 180°), y en los renglones presenta a los intervalos de velocidad y las sumatorias de cada columna. Cuando una de las líneas exteriores de la mascarilla divide un segmento de dirección y velocidad del viento, la parte fraccionaria se calcula visualmente, al 0.1% más próximo. Este procedimiento no perjudica a la precisión de los datos relativos al viento. Serán posibles emplazamientos, aquellas orientaciones en las que la suma de porcentaje sea mayor o igual que el 95%.

La orientación óptima de la pista será en la dirección de los vientos dominantes, aunque no siempre es posible darla, debido a las restricciones por espacios aéreos que presenta la zona. Si el terreno circundante es bastante llano, los registros de las estaciones cercanas nos indicarán las características de los vientos dominantes en el emplazamiento del aeropuerto propuesto. No obstante si el terreno es accidentado, la configuración de los vientos viene dictada por la topografía y es peligroso utilizar los registros de las estaciones situadas a cierta distancia. En este caso será útil, además de estudiar la topografía de la región, consultar a sus habitantes.

C) ESPACIOS AEREOS.

Los obstáculos naturales como montes, cerros y toda prominencia natural y los artificiales como antenas, líneas de alta tensión y edificaciones en general, próximos al área de aterrizaje, crean dificultades reales y de orden mental, máxime cuando quedan ubicados dentro de las direcciones que siguen las zonas de aproximación y despegue de las pistas; por lo que, el espacio aéreo es de gran importancia ya que está definido como el volumen de aire de las inmediaciones del aeropuerto en el que se efectúan las maniobras de aproxi

mación y de despegue de las aeronaves, que exige particular atención para cerciarse de que cada emplazamiento satisface las condiciones a este respecto y, en caso contrario, para determinar la magnitud de cualquier restricción y sus probables efectos. Siendo el dominio del medio aeronáutico el conjunto de superficies imaginarias que definen los espacios que deben estar exentos de cualquier obstáculo; este complejo volumen se constituye por la superficie hoorizontal interna, superficie cónica, la de transición, y los trapecios de despegue y aproximación. Esta disposición geométrica debe siempre analizarse detendidamente, con objeto de que la aplicación de tales especificaciones sea consecuente, más que a un patrón normativo, a un criterio aeronáutico de caarakter científico. Esto implica la necesidad de una observancia de conducta perfectamente centrada; es decir, que sin caer en soluciones de fría reglamentación sin ninguna flexibilidad, se caiga en el extremo opuesto, exceso de flexibilidad que redunde en detrimento de la seguridad de las operaciones aeronáuticas, rompiendo la esencia de una norma. Por ejemplo, un lugar situado cerca de un núcleo de demanda, aunque imponga ciertas restricciones al espacio aéreo puede ser preferible a uno cuyo espacio aéreo no existan restricciones, pero que por su situación alejada o de difícil acceso, origine una demanda de tráfico limitada o nula. Estos factores deben de ponderarse para llegar al mejor equilibrio.

Al proyectarse un nuevo aeropuerto se gestionará la prohibición de nuevas construcciones que pudieran sobresalir de las superficies de aproximación, de despegue, de transición, cónica y horizontal; eliminándose también todos aquellos obstáculos que puedan ser un peligro para las aeronaves. La distancia de los extremos de las pistas o zonas de parada, a caminos o vías férreas, se calculará tomando en cuenta elevaciones sobre los primeros de cinco metros y los segundos de ocho metros (ver fig. V.3); pasando sobre estas elevaciones los trapecios de despegue o de aproximación. También se gestionará la prohibición de nuevas construcciones que aunque no sobresalgan de las superficies de protección, puedan constituir un riesgo para las operaciones aeronáuticas por encontrarse aisladas de otras construcciones o por tener formas esbeltas poco visibles, así como la construcción en las áreas de aproxi

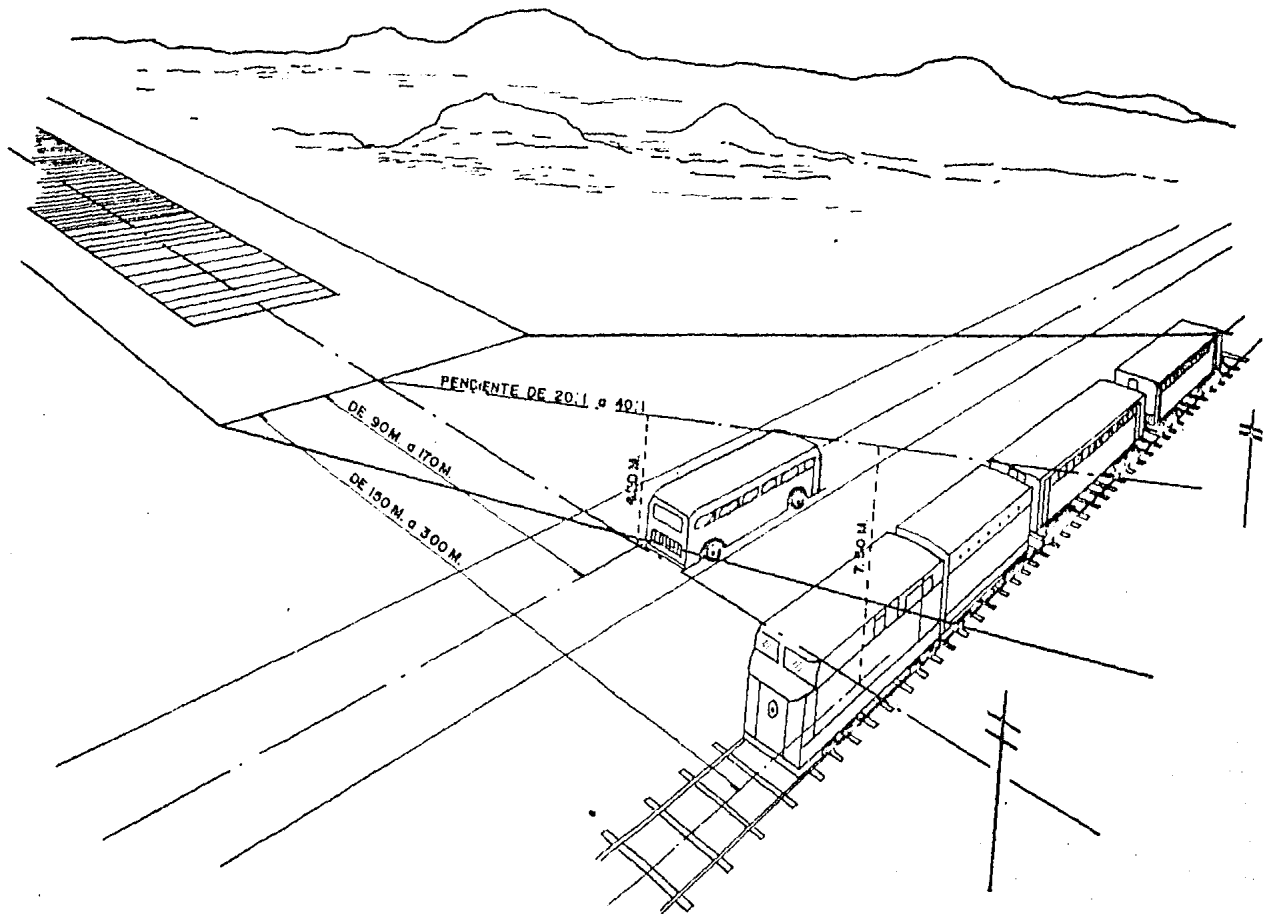


FIGURA V.3

mación edificaciones con grandes concentraciones de personas, en forma permanente o eventual.

C.1) Áreas y superficies de despegue y aproximación.

Se establecerán para cada sentido de pista en la que se proyecten utilizar para el despegue y para el aterrizaje de los aviones.

C.1.1) Área de despegue.

Es la porción de terreno situada en ambos extremos de una pista, cuya proyección en un plano horizontal tiene forma de trapecio, simétrico con respecto a la prolongación del eje de la pista y cuya base menor se encuentra en el extremo de la zona libre de obstáculos, si existe (ver fig. V.4 y tabla V.1), o a 60 metros si la clave de pista es A, B, C y 30 metros si es D o E, - del extremo de la pista o zona de parada, si existe.

C.1.2) Área de aproximación.

Es la porción de terreno que precede al umbral de la pista. Su forma es igual a la del área de despegue y su base menor se encuentra a 60 ó - 30 metros del umbral, según corresponda (ver fig. V.4 y Tabla V.2).

C.1.3) Superficie de despegue.

Es un plano inclinado, de forma trapecial y cuya proyección en un plano horizontal coincide con la del área de despegue. La base menor de la superficie de despegue se encuentra en el plano horizontal que pasa por el eje en el extremo de la pista de la zona de parada o de la zona libre de obstáculos, según corresponda (ver fig. V.5).

C.1.4) Superficie de aproximación.

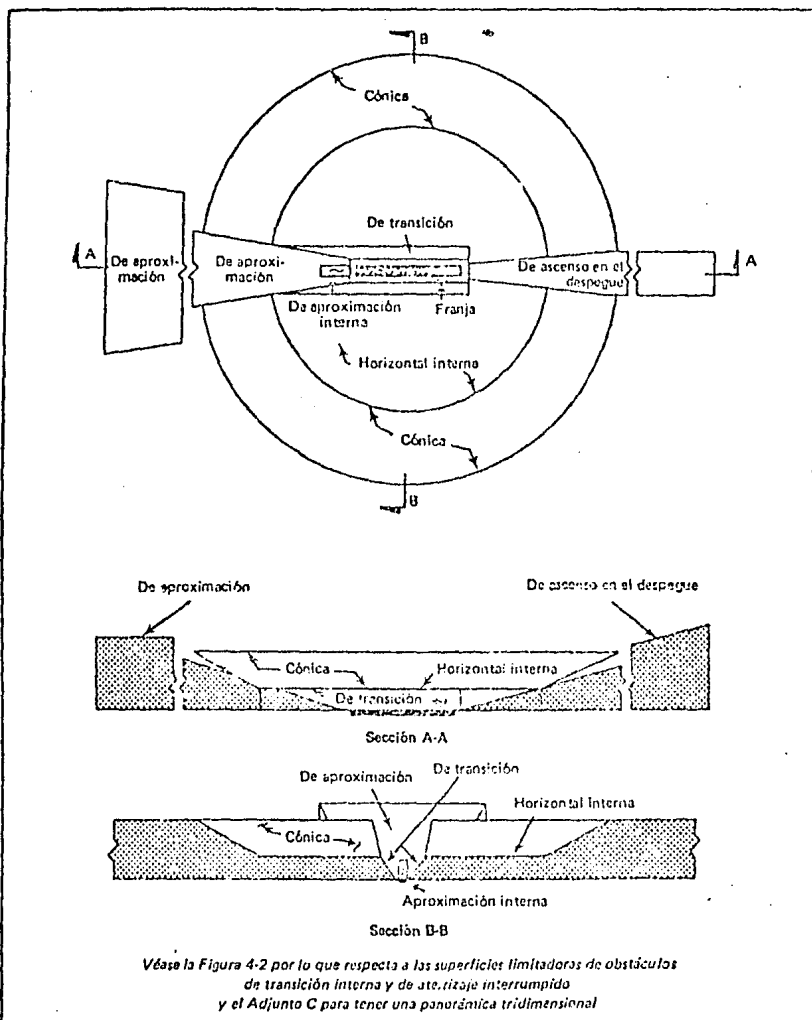


Figura V-4 Superficies limitadoras de obstáculos

T A B L A V . 1

DIMENSIONES Y PENDIENTES DE LAS SUPERFICIES
LIMITADORAS DE OBSTACULOS EN EL DESPEGUE

DIMENSIONES	LETRA DE CLAVE		
	A, B y C	D	E
LONGITUD DE BORDE INTERIOR	80m	80m	60m
DIVERGENCIA DE CADA LADO	12.5%	10%	10%
DISTANCIA DESDE EL UMBRAL	60m	30m	30m
ANCHURA FINAL	1,200-1,800m	580m	380m
LONGITUD	15,000m	2,500m	1,600m
PENDIENTE	2%	4%	5%

T A B L A V . 2

DIMENSIONES Y PENDIENTES DE LAS SUPERFICIES
LIMITADORAS DE OBSTACULOS EN EL ATERRIZAJE.

LETRA DE CLAVE DIMENSIONES	APROXIMACION VISUAL				APROXIMACION POR INS- TRUMENTOS NO DE PRECISION		
	A	B	C	D y E	A	B	C, D y E
<u>APROXIMACION</u>							
LONGITUD DE BORDE INTERIOR	150m	150m	80m	60m	300m	300m	150m
DIVERGENCIA A CADA LADO	10%	10%	10%	10%	15%	15%	15%
DIST. DESDE EL UMBRAL	60m	60m	60m	30m	60m	60m	60m
PRIMERA SECCION LONGITUD	3000m	3000m	2500m	1600m	3000m	3000m	2500m
PENDIENTE	2.5%	3.3%	4%	5%	2%	2%	3.3%
SEGUNDA SECCION LONGITUD	-	-	-	-	3600m*	3600m*	-
PENDIENTE	-	-	-	-	2.5%	2.5%	-
SECCION HORIZONTAL LONGITUD	-	-	-	-	8400m*	8400m*	-
LONGITUD TOTAL	-	-	-	-	15000m	15000m	-
<u>DE TRANSICION</u>							
PENDIENTE	14.3%	14.3%	20%	20%	14.3%	14.3%	20%
<u>CONICA</u>							
PENDIENTE	5%	5%	5%	5%	5%	5%	5%
ALTURA	100m	75m	55m	35m	100m	75m	60m
<u>HORIZONTAL INTERNA</u>							
ALTURA	45m	45m	45m	45m	45m	45m	45m
RADIO	4000m	4000m	2500m	2000m	4000m	4000m	3500m

* Longitud variable.

SUPERFICIES DE SUBIDA EN EL DESPEGUE

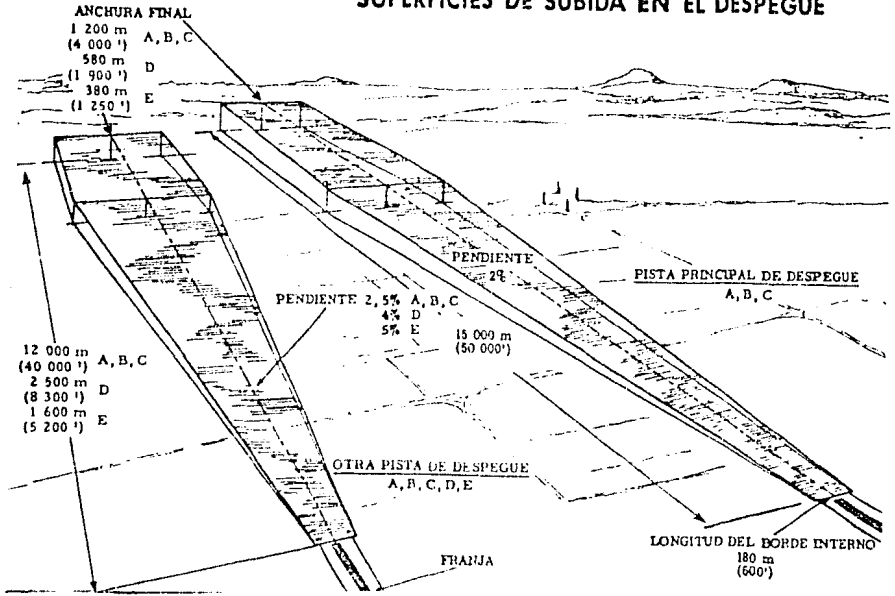


FIGURA V.5

SUPERFICIES DE APROXIMACIÓN

Para mayor claridad, se muestra la continuación de las superficies de aproximación por encima de las superficies horizontal y oblicua.

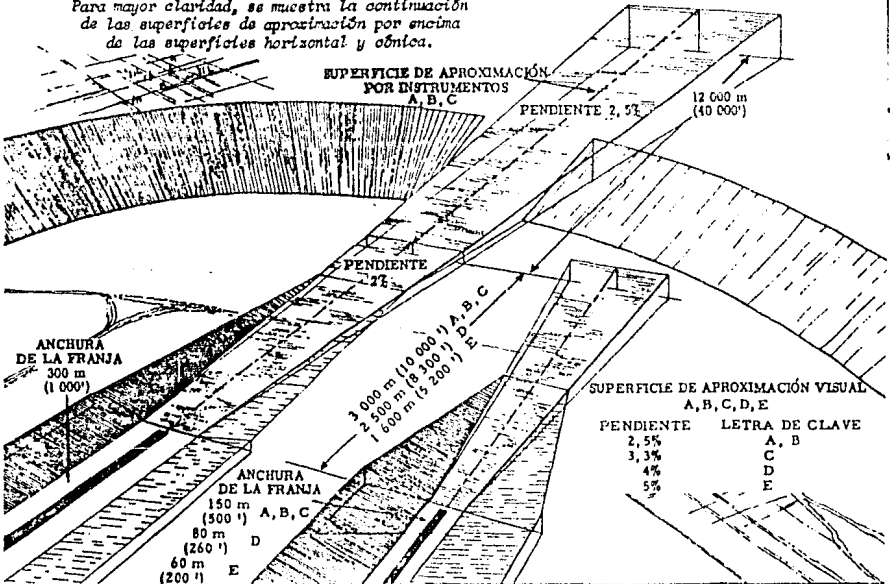


FIGURA V.6

Es un plano inclinado, de forma trapecial, y cuya proyección - en un plano horizontal coincide con la del área de aproximación. La base menor de la superficie de aproximación se encuentra en el plano horizontal que pasa por el eje de la pista y en el umbral (ver fig. V.6).

C.2) Superficie de transición.

Las superficies de transición son planos inclinados hacia afuera de las franjas, cuyos límites inferiores coinciden con los bordes de éstas y con las orillas de las superficies de despegue y aproximación, y se extienden hasta cortar la superficie horizontal.

C.3) Superficie horizontal.

Es un círculo horizontal situado a una altura de 45 metros sobre nivel medio de las pistas y cuyo centro coincide con el centro geométrico del aeropuerto.

C.4) Superficie cónica.

Es la superficie lateral de un tronco de cono cuya base menor coincide con el borde de la superficie horizontal y cuya pendiente es de 5%.

C.5) Protección del Espacio aéreo.

También se protegerá de cualquier obstáculo el espacio aéreo al procedimiento de aproximación al aeropuerto. El documento 8168 Operación de -- Aeronaves, Tomo II, de la OACI, recomienda hacer uso de la simulación del procedimiento de aproximación con la aeronave de diseño, para verificar si el espacio aéreo de dicho procedimiento de aproximación es seguro para las operaciones aeronáuticas y para reglamentar a este procedimiento.

D) DETERMINACION DE LOS SITIOS PROBABLES DE UBICACION.

Con la combinación de la longitud, número y orientación de -- las pistas se traza a grandes rasgos la configuración de las mismas, a efectos de calcular aproximadamente el orden de magnitud del terreno necesario.- Una vez determinadas las dimensiones aproximadas y tipo del aeropuerto, se - procede a trazar en cartas los posibles emplazamientos del nuevo aeropuerto o del terreno adicional necesario para la ampliación del aeropuerto existente, se tabulan los factores que influyen en dichos emplazamientos, como son: la actividad aeronáutica, consultando a los explotadores de aeronaves (con- firmados y posibles); el desarrollo de la zona circundante, estableciendo -- contacto con las autoridades de planificación; condiciones atmosféricas, pre- parando una lista de todos los factores meteorológicos locales, de caracter especial, que puedan reducir la visibilidad y, en consecuencia, la capacidad del aeropuerto, por ejemplo variaciones climatológicas, vientos dominantes, - niebla, nubes bajas, precipitación (lluvia, nieve), turbulencia, etc.; accesi- bilidad por otros medios de transporte; disponibilidad de terrenos para am--- pliación o construcción de un nuevo aeropuerto, examinando y estudiando mapas (aeronáuticos, topográficos, geológicos) así como fotografías aéreas, determi- nando el valor general de los terrenos; observando los factores que repercu-- tan en el precio de la construcción, tales como la necesidad de excavar o re- llenar, ubicando la posición de los bancos de préstamo de material, condicio- nes de drenaje y mecánica de suelos; protección al medio ambiente; disponibi- lidad de servicios (líneas de conducción de energía eléctrica y de agua pota- ble, drenaje, teléfono); las facilidades, o dificultades que se puedan presen- tar en la adquisición de terrenos; y los efectos socio-económicos que ejerza la construcción del aeropuerto sobre la población afectada.

La finalidad de este estudio de localización del sitio para el aeropuerto, es eliminar los emplazamientos inapropiados (que no justifiquen - un examen más profundo), y determinar la solución idónea para cualquier empla- zamiento. Siendo evidente que para adoptar una decisión no se requiere contar con todos los detalles técnicos de la etapa física de montaje del proyecto; - lo que se necesita es, que los estudios de ingeniería contengan suficiente in- formación para poder basar en ella un juicio socio-económico que permita deci-

dir que emplazamientos no son eliminados y requieren de estudios más detallados.

C A P I T U L O V I .

EVALUACION Y JUSTIFICACION DEL PLAN

Para la evaluación y justificación, deberá contarse con información suficiente y más detallada, acerca de aquellos emplazamientos que presenten las mejores disposiciones hacia los factores que influyen en la localización de las instalaciones, es decir, de aquellos lugares que por sus características físicas, sean buena opción para realizar la construcción del nuevo -- aeropuerto, o ampliación del ya existente; dado que, como ya se mencionó, son trabajos de gran magnitud que requieren de grandes inversiones que no pueden -- ser arriesgadas sin haber realizado su justificación. Siendo en esta fase (cuando se consideran varios posibles emplazamientos), la cuestión relativa al costo, la que desempeña un papel importante en la elección definitiva. Lógicamente, la selección debería basarse en el costo mínimo, si todos los emplazamientos presentaran los mismos beneficios. Pero en la práctica, rara vez existe -- una situación tan netamente definida, por lo que, normalmente, es necesario -- ponderar las ventajas e inconvenientes hasta llegar a una decisión. Teniendo -- en cuenta que el capital de inversión generalmente es muy limitado y puede ser mal gastado si se destina para usos antieconómicos; sin embargo, si se emplea con inteligencia y eficacia una cantidad más modesta, se pueden lograr los objetivos perseguidos. Pero antes de analizar cualquier alternativa se deberá de -- terminar si se justifica realmente la construcción del nuevo aeropuerto o la -- ampliación de uno ya existente; es decir, si el aeropuerto llegará a operar -- como se está planeando, si es verdaderamente necesario para la comunidad, o -- bien para el medio aeronáutico, etc.

La tarea primordial para los técnicos es contribuir directa o -- indirectamente a que los recursos disponibles sean asignados, entre las distintas alternativas, a la que rinda el máximo de beneficios. En rigor no corresponderá a los proyectistas recomendar preferencias, ya que cada proyectista co-

noce su proyecto pero no los demás, por lo que no puede hacer comparaciones. Sin embargo, no será frecuente encontrar (en la actualidad y en el futuro inmediato en América Latina), un esquema institucional ideal con una división tan clara de funciones entre proyectistas y encargados de asignar prioridades. Las mismas personas deben cumplir muchas veces con ambas funciones, y ello requiere por parte del proyectista un conocimiento adecuado del problema de las prioridades. Las personas que deben decidir preferencias entre los diversos proyectos y cuando recomiendan que un determinado proyecto se lleve adelante, asignan a un uso determinado de ciertos recursos a preferencia de otros.

Para poder hacer tal tipo de recomendación es preciso definirlo que se entiende por beneficios, disponiendo de algún patrón o norma que permita demostrar que el destino dado a los recursos empleados será el óptimo. La evaluación de los proyectos consiste precisamente en seleccionar y aplicar tales patrones o normas a los proyectos sujetos a análisis. Así pues, la evaluación económica consiste en realizar una apreciación comparativa entre las posibilidades de uso de los recursos; los distintos criterios de evaluación y su mayor o menor complejidad derivan, a su vez, de la forma de definir los beneficios y de la selección que se haga entre las distintas normas y tipos de cálculos. Estos criterios se suelen expresar en forma de coeficientes numéricos.

Para poder evaluar, entonces, se requiere medir objetivamente ciertas magnitudes resultantes del estudio del proyecto y combinarlas en operaciones aritméticas a fin de obtener los coeficientes de evaluación. La objetividad no implica desconocer que existen diversos criterios de evaluación y que se discute, cual o cuales sean más adecuados; sin embargo, definido un criterio y reconocidas como válidas sus premisas, se deberá poder expresar en cifras. Y aunque la medición fuera hecha por distintos observadores, se obtendría aproximadamente el mismo resultado si se respetan los principios del criterio utilizado.

Debido a la diferente naturaleza física de los bienes y servicios producto de la operación del aeropuerto, la determinación de su cuantía relativa para fines de evaluación se expresa mediante un denominador común -- que es la unidad monetaria. Por lo tanto la valoración consiste en asignar -- precios a los bienes y servicios relacionados con el proyecto, y es una tarea que reviste decisiva importancia para la evaluación, pues no siempre se consideran los precios de mercado como representativos del valor de los bienes o - servicios (denominando precios de mercado, a los que se registran normalmente en las transacciones habituales de bienes o servicios).

Como los cálculos de evaluación abarcan toda la vida útil del - proyecto, habrá que operar con valores monetarios correspondientes a transac-- ciones realizadas en distintas fechas. Para que tales magnitudes monetarias -- sean comparables, es necesario hacerlas homogéneas respecto al tiempo, utili-- zando para ello equivalencias financieras.

Las distintas formas de valorar, la posibilidad de incluir o no, los efectos indirectos, y definir de distintas maneras los patrones de compara-- ción, hacen que existan muchos criterios de evaluación y que se plantee la cues tión de cuál de ellos será más adecuado.

Una buena parte de las controversias registradas en torno a los criterios de prioridad surgen indudablemente de la falta de una distinción cla ra del objetivo del proyecto. No siempre se ha tenido en cuenta que la evalua-- ción depende de la entidad en favor de quién se evalúa, por lo que han surgido confusiones al valerse de criterios adecuados para seleccionar en función del interés individual y tratar de aplicarlos a casos en que hay que hacerlo en -- función del interés social. Sin embargo, cada día hay ideas más claras sobre - las diferencias que existen entre asignar recursos según el interés individual o según el interés social, y sobre la forma muy imperfecta en que los precios de mercado reflejan las preferencias de los consumidores o el valor esencial de los factores. En consecuencia, es cada vez mayor el interés por saber que - modificaciones habría que introducir en las normas del empresario privado para hacerlas aplicables al caso social.

No hay problemas conceptuales en cuanto a lo que el empresario privado entiende por beneficios, ya que su móvil fundamental es el de las utilidades. Tampoco hay dudas sobre las formas de medición: en cuanto a valoración le interesan los precios de mercado y en cuanto a extensión sólo los beneficios y costos directos del proyecto (entendiéndose por extensión, a la repercusión que tendrá el proyecto en su zona de influencia). El problema es conceptual y prácticamente más difícil en el caso de la evaluación social.

En la evaluación social los problemas existen desde el momento de elegir un criterio, de entre la gran diversidad de criterios sugeridos en la práctica, y a la vez la dificultad para lograr una clasificación satisfactoria de los mismos. Los coeficientes de dicha evaluación se pueden definir aritméticamente y que se llamarían en términos generales "ventajas" y "desventajas" del proyecto. Y siempre se pretenderá elevar al máximo las ventajas y reducir al mínimo las desventajas. Así pues, las fórmulas de evaluación miden productividades de algún tipo, entendiéndose por productividad a la cuantía de la producción (u otro beneficio).

Y de esta manera se seleccionará aquel emplazamiento en el que justifique que la inversión rinda los máximos beneficios, disponiendo del terreno suficiente, velando por la seguridad de las operaciones aeronáuticas, -- evitando peligros o molestias a las poblaciones vecinas, sin coartar la eficacia del aeropuerto y ofreciendo las máximas posibilidades de ampliación a largo plazo, con las mínimas cargas financieras y sociales.

A) ANÁLISIS DE ALTERNATIVAS.

El objetivo básico del análisis de alternativas es evaluarlas, calificarlas y compararlas entre sí, a fin de establecer un orden de prelación entre éstas. Esta tarea exige precisar las ventajas y las desventajas que presenta cada emplazamiento, estableciendo cuales son los patrones de comparación que van a ser utilizados y cómo se podrán medir.

Es evidente que se tratará en todo caso de señalar el máximo - de las ventajas y el mínimo de las desventajas, pero ambos casos resultarán - cualitativa y cuantitativamente distintos según el criterio de evaluación que se elija. Desde el punto de vista del programador conviene distinguir entre los aspectos teóricos y prácticos, que implica la selección de los criterios más adecuados para el análisis (basados en los datos con que se cuentan para la evaluación, siempre y cuando sea justificable). Se trata de un tema de fundamental interés para los programadores del desarrollo económico y al que se presta actualmente gran atención, ya que se relaciona con el problema constante de la asignación de recursos, teniendo que tomar en cuenta no sólo los beneficios y recursos directamente relacionados con el proyecto, sino también los llamados beneficios y costos indirectos.

Las consideraciones de naturaleza política suelen desempeñar - un papel decisivo en las prioridades de inversión. Además hay muchos proyectos aeroportuarios destinados a abastecer servicios que no son materia de mercado y cuya demanda no se expresa en términos monetarios, sino en peticiones o gestiones de grupos interesados ante los representantes del gobierno.

En muchos de los proyectos es difícil expresar los beneficios en términos monetarios, aunque sea posible conocer sus costos con exactitud.- En las decisiones que se tomen respecto a estos proyectos influirán consideraciones de orden político-social. Y existirán casos en los que no son indispensables, pero si recomendables, los criterios de evaluación, dado que se argumentaría que a la postre la evaluación económica está sujeta a un criterio político, y por consiguiente no habrá justificación para esforzarse en una evaluación detallada. Toda discusión sobre prioridades sería una cuestión puramente académica y no se fundaría desde un punto de vista realista.

A.1) Etapas principales en el análisis y justificación del emplazamiento.

Las etapas principales del análisis de alternativas son la eva-

luación, la justificación y la selección del emplazamiento, ya sea de un aero puerto existente o de una nueva instalación, y dichas etapas incluyen entre - otros puntos a los siguientes :

- a) Determinación general de la extensión de terreno necesaria.
- b) Situación topográfica, política, social y económica de los emplazamientos.
- c) Estudios preliminares, sobre papel, de los emplazamientos probables.
- d) Inspección del terreno.
- e) Examen de los posibles emplazamientos.
- f) Preparación de los planos esquemáticos y cálculo de gastos e -- ingresos.
- g) Evaluación y selección definitiva.
- h) Informe y recomendaciones.

B) OBTENCION DE COSTOS.

Los puntos citados en los capítulos anteriores guardan relación directa con las informaciones necesarias para juzgar la construcción de un aero puerto secundario. Es decir, una vez que se han establecido los requisitos rela tivos a la instalación, pueden ser determinados los costos de capital necesa--- rios para la construcción del proyecto aeroportuario mediante un presupuesto es timativo, y a continuación, se determinarán los costos que se originan a partir del inicio de las operaciones del aeropuerto construido (tomándose en cuenta, - aquí, los pronósticos de la demanda). El cálculo de los costos se realiza asig--- nando precios a los distintos recursos requeridos, que físicamente han sido --- cuantificados, de acuerdo con los estudios de ingeniería. Una vez determinado - el costo aproximado de la inversión, se volverá a revisar la justificación del proyecto. Ya que puede presentarse el caso de ser una gran inversión y la zona no la amerite, por lo que se deberá buscar otra solución, o definitivamente de--- sertar de la idea del proyecto en estudio.

Los computos de evaluación deben considerar el factor tiempo - en el uso de los capitales y en el espaciamiento de los egresos, y ello implica la adopción de una cierta tasa de interés. Ya que el problema, consiste en hacer homogéneas en el tiempo a series de dinero, que para efectos de comparación económica y evaluación no se pueden considerar homogéneas para fechas -- distantes.

Los presupuestos pueden variar a lo largo de la vida útil del proyecto, siendo las principales causas de dicha variación, las siguientes: -

- a) las fluctuaciones de los precios de mercado, y
- b) la variación de la prestación de servicios reales con respecto a la pronosticada para esa fecha.

Como la determinación de los costos del proyecto deben referirse a toda su vida útil, en rigor, será necesario preparar un presupuesto para cada año de la vida útil; se actualizará cada presupuesto de costos anuales, mediante la formula :

$$S = P (1 + i)^{-n}$$

(que es el valor que alcanzará en el futuro un presupuesto efectuado con precios del año cero del proyecto; presupuesto - P, interés en decimales - i, -- años a futuro - n); y el costo total del proyecto se obtendrá de la acumulación de los presupuestos de toda la vida útil y el presupuesto de la inversión inicial del proyecto aeroportuario.

C) DETERMINACION DE LOS BENEFICIOS.

En el análisis de los beneficios causados a la comunidad y al aeropuerto, debidos a la operación del mismo aeropuerto, se presentan limitaciones prácticas y conceptuales para fundir todos estos beneficios y sumarlos en unidades homogéneas, ya que cualquier proyecto aeroportuario produce efectos variados (directos o indirectos).

Al hablar de prosperidad o pobreza de una zona, es muy frecuente referirse al ingreso real por habitante o al consumo real por habitante, siendo estos, intentos de representar cierta medida del bienestar corriente de la zona, por medio de los beneficios asociados al consumismo. Por lo anterior nos damos cuenta que son índices problemáticos, para cuantificarse.

El pago de efectivo por la utilización del transporte aéreo en los sectores de producción, le otorgará un cierto precio a los productos y su beneficio se calculará casi directamente.

Surgen dificultades de medición cuando los servicios del aeropuerto presentan repercusiones que no se compran en el mercado. Es decir, que parte de la producción del servicio aéreo puede involucrar servicios de enseñanza, o medicina y programas de vivienda o bienestar, los cuales a menudo poseen ningún precio significativo de mercado. La evaluación de tales beneficios, que generalmente se encuentran en la inversión pública, es una tarea interesante. Y hemos de observar que en estos casos los planificadores tendrán que hacer su propia evaluación directamente que habrá de basarse en la medida de la importancia que tengan los beneficios. El planificador puede encontrar cierta orientación, tratando de imaginar el precio que los consumidores hubieran estado dispuestos a pagar por algún producto o servicio que fuera transportado por otro (s) medio (s) de transporte que no involucre al aéreo en ese punto. Siendo esta una tarea difícil que queda en manos y bajo los principios de los planificadores que se verán obligados a utilizar su criterio en la evaluación de los beneficios para la comunidad y para el aeropuerto en sí.

D) INDICE DE RENTABILIDAD.

Una vez que se ha estudiado un proyecto y que se ha determinado para cada uno de los años del horizonte económico los valores de los beneficios y los del costo, se procede a homogenizar, por un lado, el flujo de beneficios y por otro lado, el de costos, utilizando el factor de actualización, a manera de poder sumar todos los beneficios y contar con todos los costos como

ya se mencionó.

Al cociente de la suma de beneficios actualizados, entre la suma de los costos actualizados, se le llama relación beneficio-costos, o índice de rentabilidad, cuyo valor debe ser superior a la unidad para considerar -- atractivo el proyecto. A medida que el valor de este cociente es mayor más -- atractivo será el proyecto.

Este indicador no sólo mide los beneficios y los costos económicos, sino también los sociales.

Para el caso de medir los beneficios y costos económicos, se contarán los que sean directos del proyecto; y para el caso de medir beneficios y costos sociales se considerarán tanto los que sean directos del proyecto como los indirectos.

De lo anterior se desprende que un mismo proyecto podrá presentar situaciones distintas en cuanto al valor resultante del índice de rentabilidad (I.R.). Es decir, que el valor resultante del I.R. puede presentar las siguientes situaciones:

1. No será un proyecto atractivo tanto económicamente como socialmente, si los dos valores del I.R. resultan inferiores a la -- unidad.
2. Si será un proyecto atractivo tanto económicamente como socialmente, si los valores del I.R. resultan superiores a la unidad.
3. Si el valor del I.R. bajo el criterio económico resulta mayor a la unidad, mientras que el otro resulta inferior, significa que el proyecto será atractivo para el aeropuerto pero no para la sociedad.
4. Si se presenta que el I.R. es mayor a la unidad, bajo el criterio social, significa que el proyecto es atractivo a la socie-

dad, y no así, para la administración del aeropuerto, ya que no tendría rentabilidad financiera.

El gobierno puede utilizar como instrumento de apoyo para la elección del sitio, al subsidio, que se tratará de evitar al máximo, ya que con este se tendrían pérdidas financieras pero sería de gran ayuda social.

$$I:R. = \frac{\text{VALOR ACTUALIZADO DE BENEFICIOS}}{\text{VALOR ACTUALIZADO DE COSTOS}} = \frac{\sum_j B_j (1+i)^{-j}}{\sum_j C_j (1+i)^{-j}}$$

en donde B = beneficios en el año j; C_j = costos en el año j; i = tasa de interés.

Ningún incremento en costos, para un proyecto será justificable a menos que ocasione un incremento en los beneficios mayor o igual que el costo.

Esta técnica involucra algunas dificultades en la selección entre varias alternativas que pueden propiciar errores en los criterios de selección. Sin embargo es el método más utilizado actualmente para la evaluación de inversiones, pues permite evaluar alternativas con distintos horizontes económicos.

E) INDICE DE PRODUCTIVIDAD.

El problema fundamental que supone el cálculo de los beneficios en productos de consumo, de la repercusión de un proyecto aeroportuario, consiste en medir la disposición a pagar de los usuarios y consumidores por la "producción neta" del aeropuerto. Bajo esta denominación, nos referiremos a los bienes y servicios que quedan a disposición de la economía y que no existirían si faltara el aeropuerto. Los bienes y servicios, consecuencia directa de la operación del aeropuerto pueden considerarse correctamente como la producción neta para fines de nuestro análisis.

El índice de productividad es un indicador de tipo social que nos mide el incremento de la producción debida a la inversión en el proyecto, este indicador nos permite medir el impacto de la inversión en el valor de -- los productos que tengan relación con el aeropuerto. Y por medio de este comparar con los de otras alternativas.

El índice de productividad es un cociente en el que el numerador es el incremento en el valor de la producción a lo largo del horizonte -- económico, y en el denominador, el capital que se invirtió para lograr dicho incremento en la producción.

F) BENEFICIO NETO ACTUALIZADO.

Si en lugar de hacer el cociente de la suma de beneficios actualizados entre la suma de costos actualizados (como en el índice de rentabili--dad), obtenemos su diferencia, al valor resultante se le llama beneficio neto actualizado, que deberá ser mayor que cero para que el proyecto sea atractivo. Es decir, una inversión será conveniente efectuarla, cuando su beneficio neto actualizado sea mayor o igual a cero; lo que implica que los beneficios sean - iguales o mayores a los costos.

Quando se tienen varias alternativas el problema consiste en -- seleccionar a aquellas que maximicen el valor actualizado de los beneficios menos los costos actualizados; lo cual conduce a determinar un listado de prela--ciones de inversión.

Estos métodos requieren para su aplicación de la determinación de la tasa de rendimiento mínima atractiva, la cual es un aspecto importante - en las decisiones, ya que dependen directamente del valor que tenga dicha tasa.

C A P I T U L O V I I

CONCLUSIONES.

El transporte aéreo, así como los demás medios de transporte - en México, necesita ser planeado y construido de manera tal, que brinde a los usuarios del transporte los mayores y mejores beneficios, sin ser este una -- carga, o molestia para la comunidad a la que éste da servicio.

La finalidad de los aeropuertos secundarios es mejorar el sistema de transporte aéreo sirviendo de enlace de los grandes centros de asentamientos humanos, que brindan o necesitan ciertos bienes y servicios, con poblaciones de menor magnitud que ofrecen y necesitan otro tipo de bienes y servicios, es decir, agilizar el intercambio industrial, comercial y de turismo, en regiones apartadas y de gran actividad.

Asimismo, este tipo de aeropuertos tratará de ayudar a los aeropuertos de la red primaria en disminuir un poco o en buena medida el congestionamiento que dichos aeropuertos presentan, sobre todo en lo que respecta a la disminución de afluencia de aeronaves cargueras, cuyo embarque posteriormente será distribuido a otros puntos por otro medio de transporte.

El proyecto del aeropuerto secundario se enfrentará como caso individual, pero no por ello se desligará de los lineamientos que le marca el sistema de transporte aéreo y que le señalará ciertas restricciones institucionales debidas a los planes parciales o global de desarrollo.

Dado que, el rápido crecimiento del transporte aéreo está rebasando la capacidad de muchos aeropuertos, se deberán reconsiderar los conceptos, los métodos de despacho, y las instalaciones y servicios que estos --

brindan. El tráfico cada vez mayor de pasajeros y de carga general, impondrá nuevas exigencias a los elementos del aeropuerto, no obstante, los movimientos de aeronaves puede que aumenten con menor rapidez, debido a la introducción de aeronaves de mayor tamaño. Es aquí donde surge la compleja tarea de preparar planes maestros para la ampliación de aeropuertos secundarios actuales o/y la construcción de nuevos emplazamientos.

Al efectuar los estudios que anteceden a la realización del proyecto, se debe ver la posibilidad de que el emplazamiento en estudio pueda convertirse en un aeropuerto de mayor magnitud, debido al auge en que se encuentre la zona en la que repercute dicho aeropuerto; o bien, el caso contrario, en el que la demanda sea tan pequeña que no se necesite un aeropuerto secundario.

Es por esto, que los estudios por efectuarse en la planificación de los aeropuertos deberán ser de acorde a la magnitud del proyecto. Es decir, que para el caso de un aeropuerto primario, que tendrá cierto tipo de instalaciones, los estudios realizados, o por realizar, deberán ser más profundos que los que se efectúen a un aeropuerto secundario, y consecuentemente los estudios e instalaciones para un aeropuerto secundario deberán ser superiores a los de un aeropuerto terciario.

Lo primordial es que las medidas adoptadas sean tales que el plan maestro pueda establecerse en calidad de programa eficaz y continuo, susceptible de realización. Ya que el proyecto del aeropuerto secundario puede comprender tareas programadas para varios años, puede existir una rotación de personal, y dichos programas pueden verse desarticulados por la falta de un sólo grupo de administración y planificación encargado de la totalidad del programa (desde el inicio hasta el fin).

A menos que se cree una organización eficiente en los términos indicados, desde el principio, existirá la posibilidad de que las metas determinadas en el plan maestro se cumplan en casi su totalidad. Ya que todo esfuer

zo mal organizado dará lugar a:

1. apoyo fragmentado del público, incluso controversias públicas, evitables, producto de la falta de información con respecto a los lineamientos del plan maestro;
2. recomendaciones fuera de la realidad que no sean aceptables para la comunidad aeronáutica ni para los encargados de la planificación del transporte de superficie;
3. un estudio completo sin utilidad posterior y que no es actualizado oportunamente, ni mucho menos ejecutado. Por lo tanto, el insistir sobre la importancia de organizar eficazmente la labor del plan maestro del aeropuerto, no puede considerarse nunca exagerada, ya que puede constituir el paso más crítico del proyecto.

Siempre convendrá analizar varias alternativas y establecer algunas hipótesis para poder determinar cuál de los proyectos probables será el que justifique su ejecución.

Para adoptar una decisión no se requiere contar con todos los detalles técnicos de la etapa física de ejecución del proyecto; lo que se necesita es que los estudios de ingeniería contengan suficiente información para poder basar en ella un juicio económico que permita tomar alguna decisión acerca de las preferencias.

Convendrá tener presente que en las prioridades de inversión - pueden influir planteamientos relacionados con la necesidad de dar mejor cohesión social y administrativa a una determinada zona.

En todo el largo y complejo proceso de la preparación del plan maestro de un aeropuerto, se encontrará el caso de la toma de decisiones que se basan en juicios que son totalmente válidos en sí mismos, pero que a su vez, están en contra de los razonamientos que motivaron decisiones anteriores, es -

por ello que deberá dejarse constancia de todos los motivos en que se fundó cada una de las decisiones, así como de las influencias que las apoyaron.

La planificación, de un aeropuerto de cualquier índole, es la fase más importante e imprescindible en el desarrollo de dicho aeropuerto, y ésta será necesaria antes de comenzar el proyecto.

El gobierno debería ayudar a las pequeñas compañías aéreas,-- así como ayuda a las dos grandes compañías aéreas mexicanas; con subsidios en combustible, facilidades de importación de refacciones, reducción de impuestos, etc., ya que dichas compañías se encuentran en graves problemas económicos, y son estas compañías las que mantienen en operación a los aeropuertos - secundarios. También se deberá fomentar la inversión en estas compañías haciéndolas más atractivas para los interesados.

B I B L I O G R A F I A

=====

- MANUAL DE PROYECTOS DE DESARROLLO ECONOMICO.
Por el Ingeniero Julio Melnick. Editado por la ONU en diciembre de 1958.
- ANALISIS DE PROYECTOS DE INTEGRACION.
Por Benjamín Hopenhayn y Héctor Fernández M.
ONU, CEPAL 1962.
- NOTAS SOBRE FORMULACION DE PROYECTOS.
Por Hernán Calderón y Benito Roitman.
ONU, CEPAL 1960.
- FORMULACION DE PROYECTOS AGROPECUARIOS, EXTRACTIVOS, DE TRANSPORTE Y ENERGETICOS.
Por Hernán Calderón y Benito Roitman
ONU, CEPAL 1960.
- DISCURSO SOBRE POLITICA Y PLANEACION.
Por J. Medina Echavarría.
ONU, CEPAL 1960.
- MANUAL DE PLANIFICACION DE AEROPUERTOS.
(Doc. 9184-AN/902), Parte I. Planificación General.
OACI primera edición 1977.
- MANUAL DE PLANIFICACION DE AEROPUERTOS.
(Doc. 9184-AN/902), Parte 2. Utilización del terreno y control del medio ambiente.
OACI primera edición 1977.
- MANUAL DE PROYECTO DE AERODROMOS.
(Doc 9157-AN/901), Parte I. Pistas.
OACI, segunda edición 1984.

- MANUAL DE PROYECTO DE AERODROMOS.
(Doc. 9157-AN/901), Parte 2. Calles de rodaje, plataformas y apar-
taderos de espera.
OACI, segunda edición 1983.
- ANEXO 14. AERODROMOS
OACI, octava edición, marzo de 1983.
- DOCUMENTO 8168.
Operación de aeronaves tomo II.
OACI.
- MANUAL DE PREVISION DE TRAFICO AEREO.
(Doc 8991-AT/722)
OACI 1972
- AVIATION DEMAND AIRPORT FACILITY REQUIERIMENT FOR LARGE AIR TRANS-
PORTATION HUBS THROUGH 1980.
FAA agosto de 1967.
- CIRCULAR 150/5070-6. AIRPORT MASTER PLANS.
FAA febrero de 1971.
- PLANNING AND DESIGN OF AIRPORTS.
Robert Horonjeff
Mc Graw - Hill Book Company. Second edition 1975.
- TRABAJO. NUEVOS CONCEPTOS FINANCIEROS Y OPERATIVOS PARA AEROPUERTOS
Y SERVICIOS AUXILIARES.
Ing. Alvaro Leal García.
SCT, DGAC, octubre de 1976.
- AIRCRAFT FUELING.
Shell Oil Company. 1967.

- APUNTES DE SISTEMAS AEROPORTUARIOS.
Cátedra impartida por el Ing. Federico Dovalí Ramos. 1984.
- APUNTES DE SISTEMAS DE TRANSPORTE.
Cátedra impartida por el Ing. Miguel Angel Nava Uriza. 1982.
- APUNTES DE PLANEACIÓN.
Cátedra impartida por el Ing. Francisco Gorostiza Pérez. 1981