



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO

**ESCUELA NACIONAL DE ESTUDIOS PROFESIONALES
ACATLAN**

**METODOLOGIA PARA LA SELECCION Y EVALUACION
DEL SITIO DE UN AEROPUERTO.**

Tesis Profesional

**Que para obtener el Título de
INGENIERO CIVIL**

p r e s e n t a

CRISOFORO MECINAS CRUZ

México, D. F.

1984



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 esta 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.

"METODOLOGIA PARA LA SELECCION Y EVALUACION DEL
SITIO DE UN AEROPUERTO"

<u>I N D I C E .</u>	PAG.
I. ESTUDIO PARA DETERMINAR LAS CARACTERISTICAS DE LAS INSTALACIONES AEROPORTUARIAS.	1
1. PRONÓSTICOS REQUERIDOS.	3
2. EXACTITUD Y LIMITACIONES DE LOS PRONÓSTICOS.	9
3. FACTORES QUE INFLUYEN EN EL CRECIMIENTO DEL TRÁ FICO.	12
4. MÉTODOS DE PRONOSTICACIÓN.	19
5. PRESENTACIÓN DE LOS PRONÓSTICOS.	24
II. AREA NECESARIA PARA UBICAR LAS INSTALACIONES AERO- PORTUARIAS.	25
1. DETERMINACIÓN GENERAL DE LA SUPERFICIE NECESARIA.	25
1.1. LONGITUD DE LAS PISTAS.	25
1.1.1. Restricciones del peso por segundo segmento de ascenso.	29
1.1.2. Consumo de Combustible.	31
1.1.3. Cálculo de las longitudes de pista para despegues y aterrizajes usando momogramas y temperatura de referen cia.	32
1.2. ORIENTACION DE LAS PISTAS.	49
1.2.1. Análisis del viento en condiciones de escasa visibilidad.	54

1.3. NUMERO DE PISTAS.	54
III. SITIOS POSIBLES PARA LA UBICACION DEL AEROPUERTO.	58
1. FACTORES QUE INFLUYEN EN EL SITIO DEL AEROPUERTO.	58
2. ESTUDIO PRELIMINAR DE LOS POSIBLES SITIOS.	61
IV. ESTUDIOS PARA LA SELECCION DEL SITIO.	62
1. CONSIDERACIONES OPERACIONALES.	63
1.1. ESPACIO AEREO.	63
1.2. OBSTACULOS.	64
1.3. PELIGROS.	69
1.4. CONDICIONES METEOROLOGICAS.	69
1.5. AYUDAS PARA LA APROXIMACION Y EL ATERRIZAJE.	70
2. CONSIDERACIONES DE CARÁCTER SOCIAL.	72
2.1. PROXIMIDAD CON RESPECTO A LOS CENTROS DE - DEMANDA.	72
2.2. FACILIDAD DE ACCESO POR TIERRA.	73
2.3. RUIDO	75
2.4. UTILIZACION DE LOS TERRENOS.	77
2.5. ESTUDIO ECOLOGICO.	80
3. CONSIDERACIONES DE ORDEN ECONOMICO.	85
3.1. TOPOGRAFIA.	85
3.2. NATURALEZA DEL SUELO Y LOS MATERIALES DE - CONSTRUCCION.	87
3.3. SERVICIOS	88
3.4. VALOR DE LOS TERRENOS.	89

V. EXAMEN Y EVALUACION DE LOS SITIOS.	93
1. PREPARACIÓN DE LOS PLANOS ESQUEMÁTICOS.	93
2. CÁLCULO DE COSTOS E INGRESOS.	94
3. EVALUACIÓN DEFINITIVA.	97
4. PRESENTACIÓN DEL INFORME.	100
VI. PROPUESTA DEL SITIO.	101
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.	108
BIBLIOGRAFIA.	110

INTRODUCCION

Este trabajo tiene como finalidad proporcionar una -
secuencia lógica de pasos a seguir en la selección del si-
tio más apropiado para la construcción de un aeropuerto, -
basado en un análisis de los factores que intervienen en -
la elección del sitio así como las consideraciones conve-
nientes para cada caso.

Es recomendable que para mayor información sobre los
datos técnicos que se incluyen se consulte la bibliogra-
fía referida ya que el mencionar los diferentes procedi-
mientos que existen para la obtención de dichos datos sería
objeto de otro tema.

Primeramente en el Capítulo I se hace referencia a -
los factores que deben ser objeto de un estudio de pronos-
tificación para determinar, en base a éste, las característi-
cas de las instalaciones aeroportuarias, teniendo en cuen-
ta la exactitud y limitaciones de los estudios así como -
los factores que influyen en el crecimiento del tráfico. -
También se hace mención de algunos métodos de pronostica-
ción y la forma en que deben presentarse.

A continuación se analizará como se determina, en for-
ma general, la superficie necesaria para el aeropuerto con

base en las pistas, ya que estos elementos requieren de un estudio de localización más elaborado y ocupan el mayor -- porcentaje de la superficie total del aeropuerto, por lo -- que en este capítulo se mencionan los factores que influyen en el cálculo de las longitudes, la orientación y el número de pistas.

Una vez obtenida la superficie requerida se procede a una localización de sitios posibles que reúnan ciertas características como se verá en el capítulo tercero. Esta -- elección deberá tomar en cuenta los factores que influyen directamente en la localización, además de realizar un estudio preliminar en los sitios probables.

Por medio de los estudios efectuados anteriormente -- se reduce el número de sitios en los que se realizará un análisis detallado de los factores que intervienen (operacionales, sociales y económicos) para poder establecer la factibilidad de cada uno de los lugares.

En el Capítulo IV se mencionan las consideraciones -- que deben tomarse en cuenta para cada una de las variables.

Dentro de la secuencia seguida el último paso lo constituyen: la preparación de planos esquemáticos, el cálculo de costos e ingresos y la evaluación definitiva de cada uno de los sitios proyectados como probables, anexando

nos el informe correspondiente en el que se indicará la prioridad de los sitios.

Por último se pretende mostrar un ejemplo sobre la elaboración de la propuesta del sitio definitivo, así como la información que deberá presentarse.

I. ESTUDIOS PARA DETERMINAR LAS CARACTERISTICAS DE LAS - - INSTALACIONES AEROPORTUARIAS.

La parte vital para la planificación y el control es la pronosticación, ésta nos definirá la magnitud de las instalaciones necesarias, la importancia de esas instalaciones, así como el momento en el que se necesitarán.

Es importante tener en mente que la pronosticación no nos predecirá con exactitud el futuro, sino facilitará información que pueda ser utilizada en la incertidumbre con respecto al porvenir en función de la precisión de los pronósticos y al hecho de convertirlos en criterios de planificación.

Para períodos de tiempo tan prolongados como los que transcurren entre la planificación y la inauguración de los aeropuertos los pronósticos, en general, se producen anualmente, pero es la demanda en las horas pico, más que la demanda anual la que debe determinarse, a fin de evaluar los requisitos relativos a la instalación, ya que la capacidad de utilización de las instalaciones aeroportuarias se hace más crítica durante los días y horas pico del tráfico. Por lo tanto los pronósticos básicos tienen que convertirse en información relativa a los días y horas pico, tanto para los vuelos de aeronaves (que definen los requisitos de pistas, calles de

rodaje, control de tráfico aéreo, plataformas, etc.), como para los pasajeros, mercancías y correo despachados - (lo que proporciona las características del edificio terminal).

En el siguiente cuadro (figura A), se muestra la función de la pronosticación dentro de la planificación general de aeropuertos. 1/

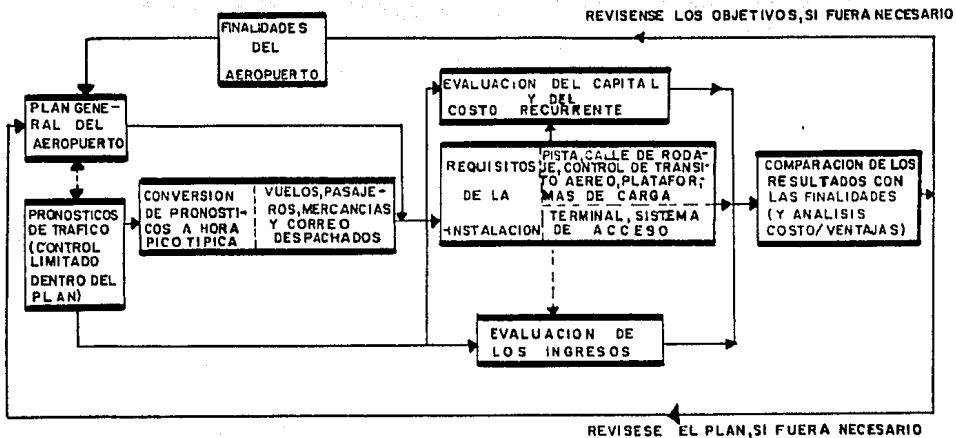


FIG. A

1. PRONÓSTICOS REQUERIDOS

Las cuestiones que deben ser objeto de pronóstico, - así como las unidades en que han de expresarse, dependen fundamentalmente de las necesidades de planificación para cada aeropuerto.

El pronóstico primario 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 delimitada por esos elementos. Esta demanda está determinada principalmente por factores externos al - proceso de planificación aeroportuaria y, por ello, constituye una base firme en la que cabe apoyarse - para proyectar el plan.

Como se mencionó anteriormente, los requisitos en - cuanto a instalaciones están determinados por la actividad en el período pico, principalmente por la - "Hora Pico Típica". A fin de no prever inútilmente para un tráfico que surge raramente, no se define - la "Hora Pico Típica" como la hora pico del año, si no que se acepta generalmente como la 30a. o 40a. - hora de mayor actividad. Similarmente, el "Día de

Mayor Actividad Pico", es el 30^a a 40^a día de mayor actividad. 2/

A continuación se da una lista de algunas cuestiones que requieren pronosticación, aunque la mayoría de ellas es independiente, las hay también interrelacionadas, en cuyo caso será conveniente pronosticarlas por separado, a fin de facilitar la comprobación recíproca de su validez y apreciar la congruencia de los pronósticos.

- a) Pasajeros, mercancías y correo despachados anualmente, agrupados por categorías en tráfico internacional e interior, regular y no regular, y también por llegadas, salidas, en tránsito y de transbordo.
- b) Vuelos y tráfico de pasajeros, mercancías y correo despachados a la hora pico típica, agrupados por categorías, con preferencia, en llegadas y salidas, así como el tráfico combinado (la hora pico típica puede acaecer, respecto a cada elemento y grupo, a diferentes horas).
- c) Los vuelos, pasajeros, mercancías y correo despachados en el día medio del mes pico, agrupados por categorías como en el inciso a) (para la pla

nificación de instalaciones y servicios).

- d) Número de líneas aéreas que utilizan el aeropuerto y sus estructuras de rutas, tanto interiores como internacionales, en relación con el aeropuerto -- (para proporcionar mostradores para las compañías, oficinas, instalaciones de mantenimiento, y para la comprobación recíproca del inciso a) a c).
- e) Tipos de aeronaves que utilizan el aeropuerto, incluyendo el número total de cada tipo importante y su proporción a las horas de mayor actividad.
- f) Número de aeronaves con base en el aeropuerto, - expresado en transportistas regulares, no regulares y aviación general. Requisitos relativos al mantenimiento de base y de línea de éstas y otras aeronaves (sólo se requieren estimaciones aproximadas para evaluar las zonas de servicio de las - líneas aéreas y los requisitos de acceso).
- g) Los requisitos relativos a los sistemas de acceso entre el aeropuerto y la región servida por - el mismo, ya que esto puede afectar el proyecto del aeropuerto tanto en la parte aeronáutica (por ejemplo, si se espera que haya servicios aéreos

secundarios) como en la parte pública.

- h) Número de visitantes y número de trabajadores aeroportuarios por categorías (para utilizarlo en la planificación de las instalaciones, incluyendo posiblemente las necesidades de alojamiento en viviendas).

En el caso de las mercancías, quizás sea necesario agruparlas por categorías específicas. Frecuentemente, las características de llegada y salida de las mercancías difieren notablemente en cuanto al volumen, horarios e instalaciones. Cuando se espera que las mercancías lleguen o salgan en aeronaves exclusivamente de carga o en aeronaves mixtas (pasajeros y mercancías), es necesario establecer categorías para planificar la terminal de mercancías y el aspecto de su manejo, así como también la movilización de las mercancías desde las aeronaves mixtas hacia la terminal de mercancías. Los vuelos de las aeronaves exclusivamente de mercancías, deberían pronosticarse por separado, ya que esas aeronaves pueden utilizarse fuera de las horas pico, aunque estas posibilidades pueden verse limitadas por las horas de cierre nocturno.

Dado que el volumen del tráfico postal es generalmente escaso y debido al hecho de que suele transportarse en aeronaves mixtas, sólo es necesario prever el espacio que requiera el correo en el edificio terminal.

Por lo que respecta a la aviación general y a los vuelos no regulares, sus actividades pueden ser redistribuidas fuera de los períodos pico, con el fin de no saturar aún más las instalaciones aeroportuarias en dichos períodos.

La selección de los pronósticos que se necesitan en algún caso particular, y a la secuencia de las tareas de pronosticación, en concordancia con los métodos propuestos y los requisitos relativos a la actividad para el plan, son características importantes del proceso de pronosticación. El grado de detalle del pronóstico variará con el tiempo. Los requisitos futuros para atender el tráfico durante la existencia proyectada del aeropuerto pueden ser analizados únicamente en forma general, pero puede considerarse, optimistamente desde luego, que una área está suficientemente protegida para asegurar el desarrollo posible y razonable del emplazamiento. El que la demanda evolucione hasta los niveles previstos, pue

de que lleve un período de tiempo mayor o menor que el pronosticado, pero esto no tiene gran importancia si se dispone de zonas de terreno apropiadas que permitan el desarrollo cuando sea necesario.

Las obras de construcción deberán llevarse a cabo cuando el incremento del tráfico y los pronósticos a corto plazo, que son menos susceptibles de errores importantes, demuestren que son necesarios. Por lo tanto, los pronósticos a largo plazo facilitan las directrices generales necesarias para la planificación general. Los pronósticos a corto plazo, como de tres a cuatro años de anticipación, facilitan las bases para el trabajo de desarrollo real, en tanto que los pronósticos a plazo intermedio (de 5 a 20 años usualmente), cubren las lagunas dejadas por los de largo plazo y facilitan información provisional sobre las bases subsecuentes probables del desarrollo.

2. EXACTITUD Y LIMITACIONES DE LOS PRONÓSTICOS.

La precisión de los pronósticos está sujeta a un gran número de factores y es muy difícil estimar con precisión el momento y magnitud de las necesidades futuras. Cuando más largo sea el período abarcado por el pronóstico, mayor es la posibilidad de variación de los factores que afectan los resultados y mayor el riesgo económico resultante de un error. La precisión que se requiere en la pronosticación de los vuelos está relacionada con la capacidad ofrecida -- por cada pista adicional. En la pronosticación del tráfico de pasajeros y mercancías, despachado, es conveniente una precisión mayor, debido a que las unidades de capacidad, sobre la base de las cuales pueden construirse los edificios de terminal o ampliarse, son menores que las unidades de capacidad que resultan del incremento de pistas. Sin embargo, si un requisito adicional de la terminal sobrepasa la posibilidad física de proporcionarlo en un aeropuerto existente, la unidad de capacidad es entonces mayor. Similarmente, se requiere una precisión mayor en los pronósticos de los requisitos relativos a las plataformas. A pesar de la complejidad creciente de la metodología de pronosticación y la importancia que van adquiriendo los factores objetivos de esa metodo

logía, existirá siempre un cierto número de limitaciones que harán a la pronosticación una ciencia imprecisa, a continuación enlistaremos algunas de ellas:

- a) Deficiencia del método de pronosticación.
- b) Datos básicos deficientes.
- c) Los pronósticos deficientes de los factores socioeconómicos que se considera que afectarán, con la mayor probabilidad la demanda de transporte aéreo.
- d) La introducción imprevista de nuevos factores socioeconómicos influyentes, no considerados anteriormente.
- e) Influencia de factores difíciles de cuantificar.

Existen dos procedimientos principales para tratar las limitaciones de la pronosticación. El primero consiste en lo referente al inciso a) y en cierta forma al inciso b), en efectuar ensayos de sensibilidad para averiguar el grado de precisión que pueda esperarse de un pronóstico único, teniendo en cuenta -- los datos básicos utilizados. El segundo procedimiento, se refiere al inciso c) y en cierta forma al inciso d), consiste en preparar diversas imágenes del ambiente socioeconómico futuro y/o de la política a seguir, y luego diversos conjuntos de las previsiones del tráfico. Lo que pueda ocurrir quizás, es que se considere crítico un solo factor y que los -

cambios se hagan a este factor, dejando los otros -
intactos. 3/

En algunos casos, se puede optar entre emplear el ma-
yor número de recursos para perfeccionar el pronósti-
co primario, o bien, producir una serie de pronósti-
cos posibles.

3. FACTORES QUE INFLUYEN EN EL CRECIMIENTO DEL TRÁFICO.

Las fases preliminares de todo procedimiento de pronosticación están dedicadas usualmente a determinar, aislar y cuantificar los efectos de los factores subyacentes de la actividad de tráfico aéreo.

Estos factores pueden clasificarse en 4 categorías - generales que son: económicos, sociales y demográficos, tecnológicos y sistemáticos, y por último comerciales y políticos. En cada una de estas categorías, se utilizan frecuentemente, indicadores generales para determinar la intensidad del tráfico aéreo total, nacional e internacional, pero en el caso de un aeropuerto específico, quizás sea necesario recurrir a - indicadores más precisos. En algunos casos será recomendable clasificar la propia demanda de tráfico aéreo en razón de los viajes, ya que los motivos y causas subyacentes serán diferentes para cada cuestión en especial (por ejemplo, los viajeros de negocios - con los de placer, los viajeros con una posición económica desahogada con los de ingresos módicos, etc.)

A continuación se presentan algunos factores que influyen en la demanda del tráfico aéreo, (TABLA 1):

TABLA 1

VARIABLES QUE INFLUYEN EN LA DEMANDA DEL TRAFICO AEREO 2/

Tipo de influencia sobre el tráfico	Variable	Aplicación (Tipo de previsión)	Notas (Fuente de datos, definición, etc.)
Volumen y capacidad de gasto del mercado	Población	Tráfico de pasajeros	Fuente: estadísticas nacionales o regionales.
	Índice de la producción industrial (volumen o valor)	Tráfico de mercancías	
	Producto nacional bruto	Todos los tipos de - previsión	Fuente: estadísticas nacionales.
	Renta nacional		
	Ingresos personales disponibles		Definición: ingresos personales (ingresos de las personas o sociedades por todos los conceptos) menos los impuestos personales.
	Gastos personales de consumo	Tráfico de pasajeros	Definición: ingresos personales disponibles menos los ahorros personales e intereses abonados por los consumidores.
	Ingresos discretionales		Definición: ingresos totales de todas las personas cuyos ingresos anuales superan una cantidad determinada.
	Comercio internacional de todas las mercancías elegidas (por volumen o valor)	Tráfico internacional de mercancías	Fuente: estadísticas del comercio nacional o internacional.
Gastos personales totales en viajes y actividades recreativas	Tráfico de pasajeros por motivos personales	Fuente: encuestas entre los consumidores	

Tipo de influencia sobre el tráfico	Variable	Aplicación (Tipo de previsión)	Notas (Fuentes de datos, definición, etc.)
Otras características del mercado	Índice correspondiente al tiempo dedicado al ocio	Viajes por motivos personales	Puede basarse en el número más corriente de vacaciones anuales (o número de días de trabajo anuales) por empleado.
	Índice correspondiente a la inclinación a viajar por vía aérea	Tráfico de pasajeros	Basado en la distribución por edades, en la composición educacional o profesional de la población.
	Índice correspondiente a la conveniencia de expedir las mercancías por vía aérea	Tráfico de mercancías.	Basado en las características de producción o comerciales con respecto al valor por unidad de peso o a su estado perecedero.
	Índice correspondiente a los lazos étnicos, lingüísticos y económicos entre ciudades o regiones	Tráfico direccional de pasajeros o mercancías	Basado en la geografía social o industrial.
Costo de utilizar los servicios de transporte aéreo	Tarifas de transporte aéreo oficiales	Previsión direccional de pasajeros o mercancías	
	Tarifas o fletes ordinarios por pasajero-Km o tonelada-Km	Previsiones no direccionales de pasajeros o mercancías	Fuente: Cálculos basados en las tablas de tarifas o fletes.
	Rendimiento obtenido por las empresas aéreas por pasajero-Km o tonelada-Km.	Tráfico de pasajeros o mercancías	Fuente: datos financieros de las líneas aéreas.
	Pasaje más valor del tiempo invertido en tránsito	Tráfico de pasajeros	Observación: El valor del tiempo se basa generalmente en el salario horario tipo para los pasajeros por vía aérea.
	Gastos medios de viaje	Tráfico de pasajeros	Fuente: precio de los viajes organizados, -tarifas más estadísticas de turismo.

Tipo de influencia sobre el tráfico	Variable	Aplicación (Tipo de previsión)	Notas (Fuentes de datos, definición, etc.)
	Flete más gastos complementarios de envío	Tráfico de mercancías	Fuente: gastos suplementarios basados en los estudios económicos.

Tipo de influencia sobre el tráfico	Variable	Aplicación (Tipo de previsión)	Notas (Fuente de datos, de finición, etc.)
Facilidad de comunicaciones con el aeropuerto	<p>Proporción del mercado en las ciudades - con servicios aéreos</p> <p>Proporción del mercado dentro de cierta distancia de los -- aeropuertos</p> <p>Distancias o tiempos de transporte - medios entre el aeropuerto y la ciudad</p>	<p>Tráfico de pasajeros regional o nacional</p> <p>Previsiones de aeropuerto o de ruta</p>	<p>Fuente: Datos demográficos.</p>
Comodidad de horarios	<p>Número de servicios por unidad de tiempo</p> <p>Proporción de las - horas de salida con venientes dentro de determinados intervalos de tiempo de los servicios regulares</p>	<p>Tráfico regular de pasajeros o mercancías</p>	<p>Fuente: horarios o estadísticas del movimiento del tráfico.</p> <p>Fuente: horarios más estudios sobre las fluctuaciones de la demanda.</p>
Tiempo invertido en el transporte	<p>Tiempo invertido en el viaje o velocidad media de aeropuerto a aeropuerto</p> <p>Tiempo total de -- traslado, incluido el transporte al aeropuerto y las esperas</p>	<p>Tráfico de pasajeros</p> <p>Tráfico de pasajeros y mercancías</p>	<p>Fuente: horarios o estadísticas operacionales.</p> <p>Fuente: encuesta y horarios o estadísticas operacionales.</p>
Regularidad del	Porcentaje de vuelos suspendidos	Todos los tipos de previsión de transporte aéreo	Fuente: estadísticas operacionales.
Competencia	Coste de la hora - ahorrada con respecto a otro modo de - transporte		Observación: obtenidos o estimados a partir de la información del costo y tiempo de viaje.

Tipo de influencia sobre el tráfico	Variable	Aplicación (Tipo de previsión)	Notas (Fuentes de datos, - definiciones, etc.)
	Toda relación entre el costo, facilidad de comunicaciones, finanzas, velocidad o regularidad del servicio aéreo con respecto a los demás servicios	Previsiones direccionales de pasajeros o mercancías.	

Es importante poder distinguir entre los factores ajenos a la planificación y los que pueden ser influenciados por el plan y que pueden llegar hasta la política de transporte público de la región en cuestión.

A causa de la sensibilidad de la demanda a la frecuencia y calidad de los servicios proporcionados, un pequeño cambio de la demanda relativa de dos aeropuertos, puede ampliarse considerablemente por las diferencias resultantes en los servicios proporcionados.

La eficiencia de los aeropuertos existentes es también un factor que requiere examen particular, ya que en un pronóstico sobre la demanda, no deberfan de tomarse en cuenta los efectos de la congestión, ni otras formas de funcionamiento defectuoso, dado que la finalidad del estudio es calcular el tráfico al que el aeropuerto debe servir convenientemente.

4. MÉTODOS DE PRONOSTICACIÓN.

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. Por lo tanto, todo pronóstico o sistema de pronosticación tiene que ser, usualmente, preparado para cada caso, es decir, hecho a la medida según las necesidades de una situación. No será pues posible indicar un método o procedimiento determinado, sino más bien hacer algunas observaciones generales - al respecto. A continuación se presenta un breve resumen de algunas de las técnicas usadas en la planificación de aeropuertos; si se quiere profundizar más - en ellos se recomienda consultar el manual de previsión del tráfico aéreo de la OACI.

La opinión autorizada de un individuo o de un grupo de personas es un método original de pronosticar, y todavía es el más completo, ya que usualmente implica considerar un amplio número de variables. Cualquiera que sea el método de pronosticación, siempre será inevitable una gran parte de opinión personal. La -- opinión puede introducir parcialidades subjetivas y frecuentemente sin base, pero sirve para comprobar - si los resultados obtenidos de otros métodos de pro-

nosticación tiene sentido, y en algunos casos nos auxilian en la determinación de variables difíciles de medir. Es importante considerar si en una evaluación a largo plazo está o no influenciada en demasía por sucesos a corto plazo recientes o actuales.

La extrapolación de tendencias, es un método que consiste en tratar de determinar algunas formas de crecimiento subyacente a largo plazo, que se ajuste al comportamiento considerado en un período de tiempo es usualmente una línea recta o asintótico. Una serie cronológica de datos precedentes tiene que ser primeramente rectificadas debido a factores poco frecuentes tales como las huelgas laborales, acontecimientos especiales, etc. El proceso de crecimiento escogido se adapta a continuación a los datos rectificadas y luego se proyecta. La adaptación puede hacerse a base de técnicas estadísticas, pero también puede efectuarse "a ojo", de forma aproximada mediante el trazado gráfico de datos cronológicos del tráfico. La extrapolación de tendencias supone que todos los factores que influenciaron el tráfico aéreo en el pasado, exceptuando los poco frecuentes, continuarán interviniendo en la misma forma en el futuro, cosa que comúnmente no sucede. La extrapolación crea también un problema cuando los datos del pasado presentan alguna -

anomalía reciente. Sin embargo éste es un instrumento útil, ya que introduce cierto grado de objetividad en la pronóstico. Es una técnica fácil de llevar a cabo y presenta una base para comprobar la validez de los pronósticos obtenidos independientemente por medio de otras técnicas, sin olvidar que si la consideramos como un análisis de tendencias - constituye un elemento de gran utilidad.

El método econométrico es aquel que trata de explicar la evolución del tráfico aéreo en función de causas subyacentes. Por medio de técnicas estadísticas se ha demostrado que solamente pocos factores importantes (cuantificables), que ejercen influencia en la demanda de transporte aéreo, pueden explicar la mayor parte de la variación en esta demanda, y - puede aislarse, hasta cierto punto, la aportación - de cada factor. Los pronósticos de los factores contribuyentes, que son generalmente menos sensibles - que lo de la propia demanda de transporte aéreo, - pueden ser utilizados entonces para producir un pronóstico de transporte aéreo. El método econométrico tiene sus propias limitaciones técnicas. El uso efectivo de este método queda restringido a un número limitado de aeropuertos, debido a la disponibilidad de datos, disponibilidad de recursos y a la naturaleza especializada de muchas operaciones.

Otros métodos utilizados, son las encuestas de mercado, que nos permiten obtener datos primarios de las fuentes de demanda de instalaciones aeroportuarias: los usuarios. Las encuestas constituyen, probablemente, el único método de aplicación universal, y son un valioso instrumento de planificación. Sin embargo, las encuestas con resultados satisfactorios y bien fundamentadas, dependen de una serie de preguntas bien estructuradas, de la eliminación de distorsiones y finalmente, sobre todo, de la competencia de quienes organicen y lleven a efecto las encuestas.

Una de las dificultades que presentan las encuestas, es que son relativamente caras. Estas han sido utilizadas en el mercado: directamente en el proyecto de aeródromos; para reducir las distorsiones subjetivas de otros métodos de pronosticación, verificando las teorías; y como base para la pronosticación de tráfico aeroportuario. Este último método ha sido preparado particularmente por la administración portuaria de Nueva York 4/, aunque las necesidades de esta ciudad son bastante más amplias y detalladas de lo que podría necesitarse para aeropuertos pequeños, los principios y métodos serían similares.

Como se menciona en el manual de previsión, para países en vías de desarrollo, una forma de abordar el problema consiste en basar los pronósticos en estudios de mercado incluyendo el examen de la evolución de la estructura de la actividad económica del país, su política en materia de turismo y la estructura de su comercio.

Cualesquiera que sean los métodos seleccionados, es probable que la recopilación y análisis de los datos (probar su validez y rectificación) consumirán la mayor parte del tiempo dedicado a la actividad de pronosticación.

5. PRESENTACIÓN DE LOS PRONÓSTICOS.

Como se ha mencionado anteriormente, y dentro de los límites de los recursos disponibles, al producir el pronóstico es bueno utilizar más de un método. Tanto si se utilizan uno o varios métodos, es esencial -- que se registren en forma clara y explícita las suposiciones, datos utilizados y la técnica o técnicas - en las que se basa cada pronóstico. Todo ajuste efectuado a base de apreciaciones personales deberá estar claramente indicado.

Los pronósticos deberán presentarse en forma coherente que permita su actualización periódica. Si es posible, los pronósticos deberían examinarse anualmente y si es necesario ser revisados (posiblemente con vistas a la revisión de aspectos generales o específicos del plan general). Las divergencias entre los pronósticos y los datos reales, o los cambios anticipados en las suposiciones relativas a los factores - de influencia, pueden sugerir la necesidad de revisar el método de pronosticación, así como también - los pronósticos.

II. AREA NECESARIA PARA UBICAR LAS INSTALACIONES AEROPORTUARIAS.

1. DETERMINACION GENERAL DE LA SUPERFICIE NECESARIA.

Antes de proceder a la inspección de cualquiera de los sitios probables, incluso de los existentes, es necesario determinar en términos generales, la extensión de terreno que probablemente se necesitará. Para ello, se considera el espacio necesario para la ampliación de las pistas que, por lo general, constituyen la mayor parte del terreno requerido para un aeropuerto.

A este fin, deben examinarse los siguientes factores:

- Longitud de las pistas.
- Orientación de las pistas.
- Número de pistas.

La combinación de la longitud, número y orientación de las pistas servirá para trazar a grandes rasgos su configuración, a efecto de calcular aproximadamente la magnitud del terreno necesario.

1.1 LONGITUD DE PISTAS.

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 y las calles de rodaje son el punto de partida para considerar el trazo del aeropuerto, por ser los elementos menos flexibles de éste.

Fundamentalmente la longitud de las pistas estará en relación de las características del tipo de aeronave (carga máxima, peso máximo de despegue, peso máximo de aterrizaje, etc.), su restricción de peso por el segundo segmento de ascenso. La importancia del aeropuerto determinará, en cierta forma, el tipo de aeronave que operará, y por lo tanto, la longitud básica de la pista, la cual deberá ser suficiente para satisfacer los requisitos operacionales para los que esté prevista.

Dentro de la OACI existe una clasificación básica de pistas de acuerdo con su longitud (Tabla 2), esta disposición, que se presenta en el anexo 14 5/, nos proporcionará tanto las características de la pista como de ciertas instalaciones relacionadas con ella, en función de la letra de clave que se le asigne; para otras características, como separación entre -

pistas paralelas, anchura de las márgenes de pista, franjas de pista, etc., consultar el -- Capítulo 3 del anexo 13.

Las dimensiones indicadas en la Tabla no deben delimitar, de ningún modo, la longitud verdadera de una pista.

A fin de no imponer innecesariamente limitaciones de utilización a las aeronaves ni de incurrir en gastos desproporcionados de construcción y mantenimiento, deberá preverse el suficiente espacio para que las pistas puedan ampliarse de acuerdo con las necesidades a largo plazo. En consecuencia, es importante conocer las características de funcionamiento de las aeronaves críticas actuales y futuras, es decir, las que presentan las máximas exigencias dentro del grupo general de las que se prevé que utilizarán el aeropuerto.

TABLA 2

	CATEGORÍA DEL AERODROMO				
	A	B	C	D	E
Longitud básica de pista.	De 2,100 m	De 1,500 m a 2,100 m	De 900 m a 1,500 m	De 750 m a 900 m	De 600 m a 750 m
Anchura de pista.	45 m	45 m	30 m	23 m	18 m
Anchura de la pista más márgenes	60 m	60 m	4)	4)	4)
<u>Pistas</u>					
Pendiente 1) y 3) longitudinal máxima	1.25	1.25	1.5	2.0	2.0
Pendiente máxima efectiva	1.0	1.0	1.0	2.0	2.0
Cambio máximo longitudinal entre pendientes	1.5	1.5	1.5	2.0	2.0
Cambio de pendiente por 30 m	0.1	0.1	0.2	0.4	0.4
Pendiente transversal máxima	1.5	1.5	1.5	2.0	2.0
Anchura total de las franjas de seguridad (2).	150 m	150 m	150 m	80 m	60 m
<u>Franjas de seguridad</u>					
Pendiente longitudinal máxima	1.5	1.75	2.0	2.0	2.0
Pendiente transversal máxima	2.5	2.5	2.5	3.0	3.0

1) Todas las pendientes se dan en porcentaje.

2) 300m para las pistas por instrumentos.

3) En conveniente que la pendiente no sea inferior al 1% para lograr el drenaje apropiado.

4) Los márgenes no son necesarios.

Aún en el caso de que las aeronaves cuya entrada en servicio esté prevista dentro de un futuro próximo, no exigieran para efectuar etapas de longitud similar, pistas más largas que las grandes aeronaves civiles actuales, es preciso tener presente factores tales como la posibilidad de que se efectúen vuelos directos más largos y de que se releguen a rutas secundarias, los aviones de gran tonelaje, lo que impondría la necesidad de ampliar y renovar las pistas. Para que la planificación sea eficiente, deberá preverse un margen razonable para el futuro y adquirir o reservar terreno suficiente para la máxima aplicación de las pistas, incluso la protección de las aproximaciones y la instalación de las correspondientes ayudas visuales y radioayudas para la navegación.

1.1.1. Restricciones del peso por segundo segmento de ascenso. 6/

La trayectoria de vuelo de despegue se divide en varios segmentos: primero, -segundo, tercero y final; algunas veces los segmentos tercero y final se conocen como segmento de transición. En cada segmento existen varias pendientes

de ascenso, dependiente del número de -
turbinas de los aviones.

Las pendientes mayores corresponden al segundo segmento; por lo que, dicho segmento es el crítico para determinar el peso máximo en ascenso. Este segmento se inicia en el punto en que se retrae el tren de aterrizaje y termina cuando el avión alcanza una altura de 400 pies sobre la elevación del umbral de la pista. En el segmento de transición, el piloto tiene varias opciones de ascender, siempre que las pendientes promedio no sean menores que las especificadas en la FIGURA 1.

Las normas de ascenso correspondientes a la trayectoria de vuelo de despegue, se aplican desde que el avión alcanza una altura de 35 pies sobre el umbral, hasta el punto donde se logra una altura de 1,500 pies.

Cuando se encuentren obstáculos en la trayectoria de vuelo las pendientes que se muestran en la figura no se aplicarán.

1.1.2. Consumos de combustible.

El combustible de una aeronave está constituido por: el combustible de etapa, el combustible de espera y el combustible - al alterno.

Se le llama combustible de etapa, a la - cantidad requerida para el viaje desde la partida hasta su llegada, en vuelo - sin escalas. El peso de este combustible se puede calcular en función del consumo de combustible por hora, que está incluido en las características que presenta - el fabricante de la aeronave y del tiempo de recorrido; otra forma de calcularlo es por medio de nomogramas en base a la distancia total del vuelo y el peso de la aeronave al aterrizar como se ve en - la FIGURA 2.

El combustible de espera está en función del tiempo en que la aeronave sobrevuela el aeropuerto esperando que se le designe una pista para aterrizar. Generalmente se calcula tomando el 75% (45 minutos) del combustible consumido en una ho

ra, este dato también es proporcionado por el fabricante de la aeronave.

Por último, el combustible al alterno, es la cantidad requerida para llegar hasta el aeropuerto más cercano (alterno), en caso de que en el aeropuerto de destino no se pudiera aterrizar. Se calcula de manera similar al combustible de etapa, con la diferencia de que debe hacerse con el nomograma destinado al combustible al alterno (FIGURA 3) y tomando para este caso 75,000 libras como peso de aterrizaje.

1.1.3. Cálculo de las longitudes de pista, por medio de nomogramas y por el método de la OACI.

La longitud de pista necesaria para el despegue o aterrizaje de los aviones, está influida por factores tales como:

- Funcionamiento de la aeronave.
- Peso de despegue o aterrizaje.
- Grado de aletas seleccionado.
- Pendiente de la pista.
- Dirección y velocidad del viento.

El peso de despegue depende, a su vez, de estos otros factores:

- Elevación y temperatura del aeropuerto (segundo segmento)
- Distancias de itinerario y del aeropuerto alterno.
- Grado de aletas.

Para efectos de ilustración del cálculo por medio de nomogramas, seguiremos como ejemplo el caso siguiente: Un avión del tipo DC-9-15, suponemos que despegue de Salina Cruz, Oax., con destino a la Cd. de México, D.F., y como aeropuerto alterno, el de Acapulco, Gro. En la hoja correspondiente se observará la secuencia seguida para el cálculo de la longitud.

Primeramente se anotan los datos del aeropuerto, haciendo hincapié en que para cuestiones de proyecto, al no existir la pista, la temperatura usada debe ser la de referencia y la pendiente y los vientos deben considerarse de magnitud cero. En seguida se anotan las distan-

cias a los aeropuertos de destino y alterno en millas náuticas. En el recuadro de características del avión 7/, se anotan las referentes al tipo de aeronave utilizada y que son dadas por el fabricante - (FIGURA 4). A partir de este momento comienza el verdadero cálculo de la longitud de pista, obteniendo primeramente - en el recuadro siguiente- el peso máximo de despegue, el cual estará afectado por las condiciones de elevación y temperatura del aeropuerto (segundo segmento) y que variará de acuerdo con el grado de aletas utilizable. Estos pesos se calculan utilizando las gráficas marcadas como FIGURAS 5 y 6.

A continuación se procede al cálculo del peso con el que la aeronave debe despegar, que no necesariamente debe ser - igual al calculado por segundo segmento o al máximo estructural, sino el necesario para cubrir la etapa bajo las condiciones de carga deseadas. Primeramente al peso básico de operación (peso del avión sin carga, pasajeros ni combusti-

bles), se le añaden el peso de los pasajeros y el de la carga, lo que constituye el total de la carga pagable. A esto se le añaden los pesos de combustible para el itinerario indicado y alterno, que se obtienen de las gráficas de las figuras 2 y 3. El peso del combustible de espera, se obtiene calculando el 75% del consumo de combustible de una hora. Este consumo por hora, está anotado dentro de las características de la aeronave y así, sumando todos estos elementos, obtendremos el peso total del avión. En seguida se procede a comparar los pesos obtenidos por segundo segmento y el peso necesario para realizar la etapa.

Si hay igualdad de pesos, se elegirá al que tenga mayor grado de aletas, puesto que es el que menos longitud de pista necesita. Con el peso total de avión y el grado de aletas seleccionado, finalmente se procede a utilizar la gráfica correspondiente, figuras 7 y 8 para el cálculo de la longitud necesaria de pista para el despegue. En este caso,

se ha hecho el cálculo con los dos grados de aletas para ilustrar la diferencia en longitudes necesarias para cada una.

Para el cálculo de la longitud necesaria para el aterrizaje, se procede a utilizar la gráfica de la figura 9 para una superficie de pavimento seca, y habrá que añadir un 15% a la longitud así calculada, cuando la superficie se encuentre mojada.

CALCULO DE LONGITUDES DE PISTA

AEROPUERTO DE: SALINA CRUZ, OAX.
 ELEVACION (S.N.M.): NIVEL DEL MAR TEMPERATURA: 35°C
 DISTANCIA DEL DESTINO MEXICO, D.F. 363 M.N.
 ITINERARIO ALTERNO ACAPULCO, GRO. 166 M.N.

CARACTERISTICAS DEL AVION

TIPO DC-9-15
 VELOCIDAD 437 NUDOS
 CONSUMO DE COMBUSTIBLE 6000 LB/H
 PESO DE LOS PASAJEROS 17786 lb
 PESO CARGA, EXPRES Y CORREO 5519 lb
 PESO TOTAL DE LA CARGA PAGABLE 23305 lb
 PESO MAXIMO DE DESPEGUE (ESTRUCTURAL) 90619 lb
 PESO MAXIMO DE ATERRIZAJE (ESTRUCTURAL) 81627 lb
 PESO BASICO DE OPERACION 50627 lb

PESO MAXIMO DE DESPEGUE (SEGUNDO SEGMENTO) LIMITADO POR ELEVACION
 Y TEMPERATURA

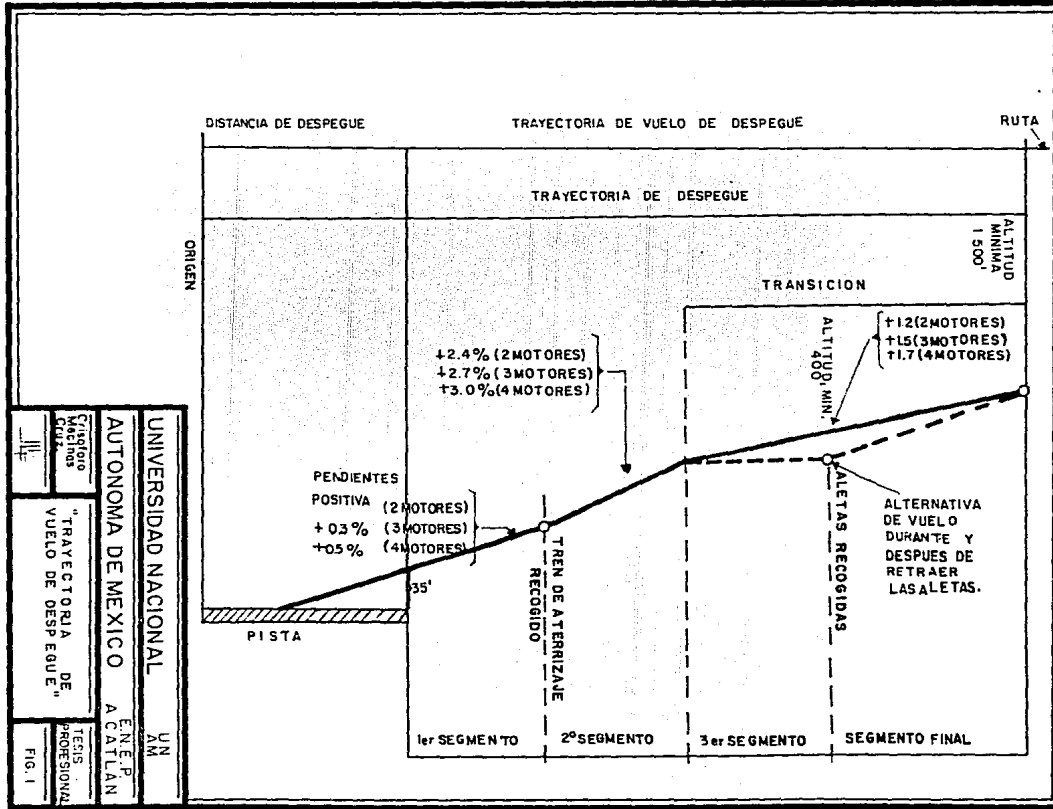
ALETAS (10°) 90619 lb ALETAS (20°) _____ ALETAS () _____

PESOS (AVION+CARGA+COMBUSTIBLE) PARA EL ITINERARIO INDICADO

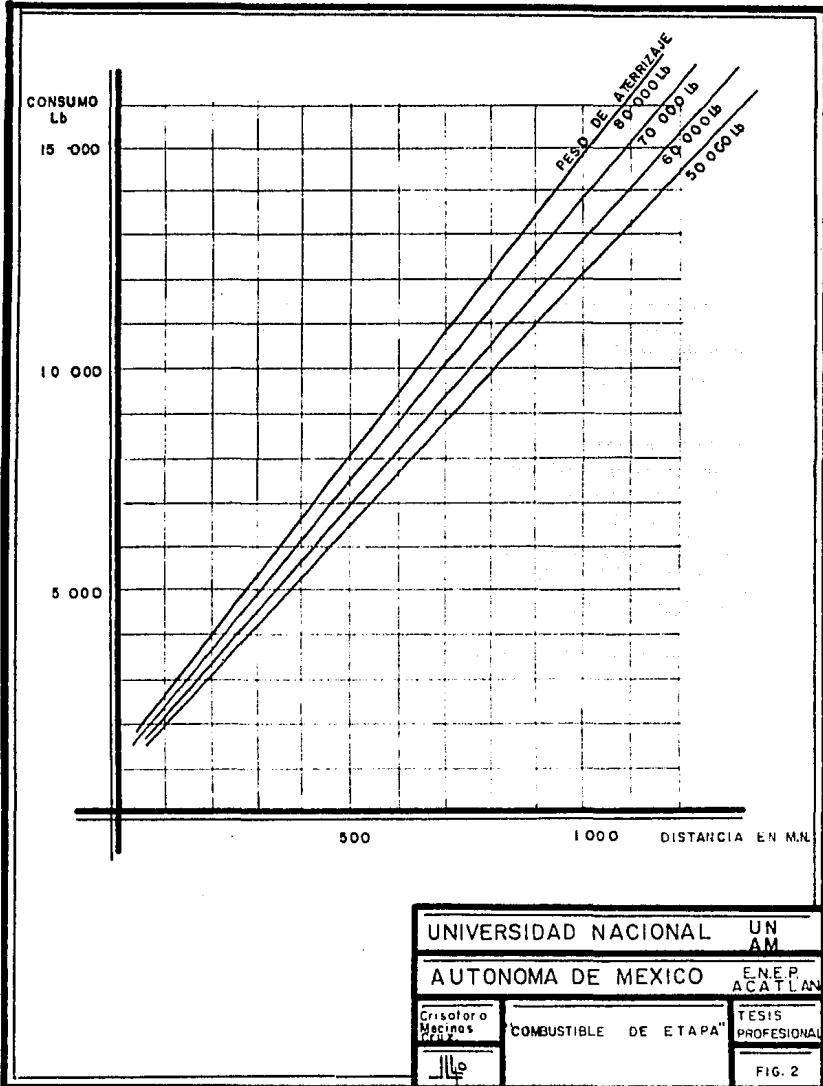
PESO BASICO DE OPERACION + CARGA PAGABLE = 50627+23305 = 73932 lb
 PESO COMBUSTIBLE ETAPA _____ 5900 lb
 PESO COMBUSTIBLE ESPERA _____ 4500 lb
 PESO COMBUSTIBLE ALTERNO _____ 2550 lb
 PESO TOTAL _____ 86882 lb

LONGITUDES NECESARIAS DE PISTA

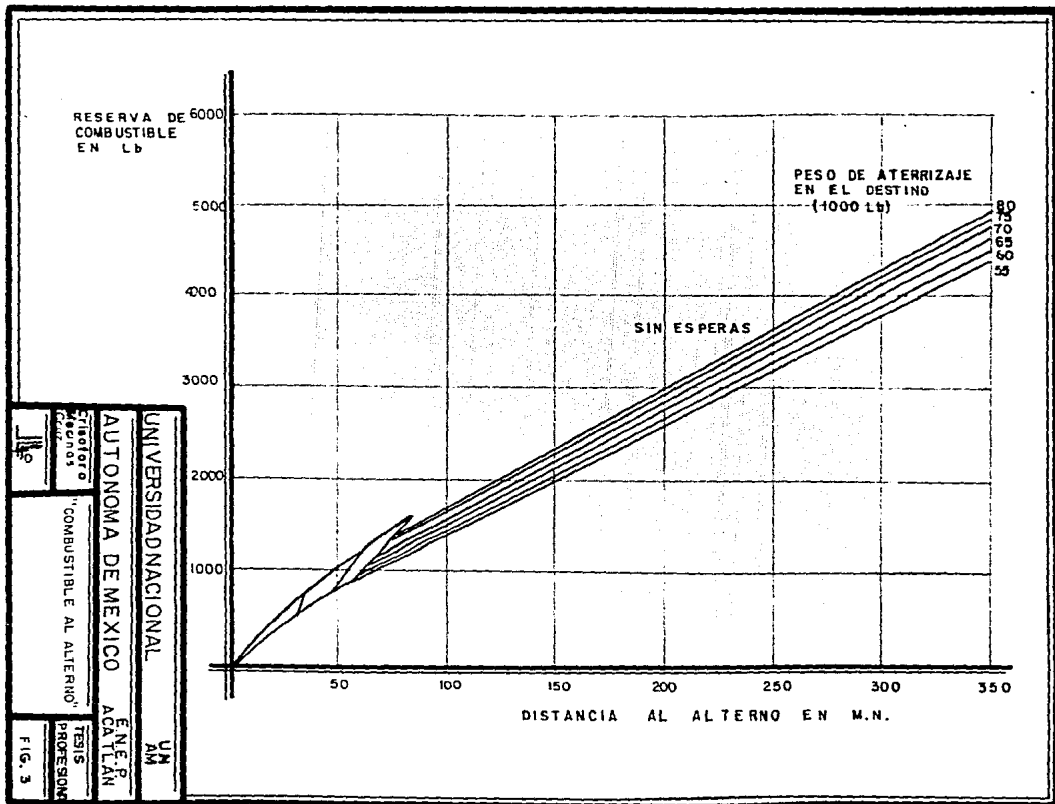
ALETAS (10°) 7250' = _____ 2210 m
 ALETAS (20°) 6750' = _____ 2057 m
 RESTRICCION DE LA CARGA PAGABLE = _____ 0%



Instituto de Estudios Científicos y Tecnológicos
 AUTONOMA DE MEXICO
 UNIVERSIDAD NACIONAL
 ENEP
 ACATLAN
 UN
 TESIS PROFESIONAL
 "TRAYECTORIA DE VUELO DE DESPEGUE"
 FIG. 1



UNIVERSIDAD NACIONAL		UN
AUTONOMA DE MEXICO		AM
		E.N.E.P.
		ACATLAN
Crisóforo Mecinas Pérez	"COMBUSTIBLE DE ETAPA"	TESIS PROFESIONAL
JLP		FIG. 2



UNIVERSIDAD NACIONAL
AUTONOMA DE MEXICO
"COMBUSTIBLE AL ALTERNO"

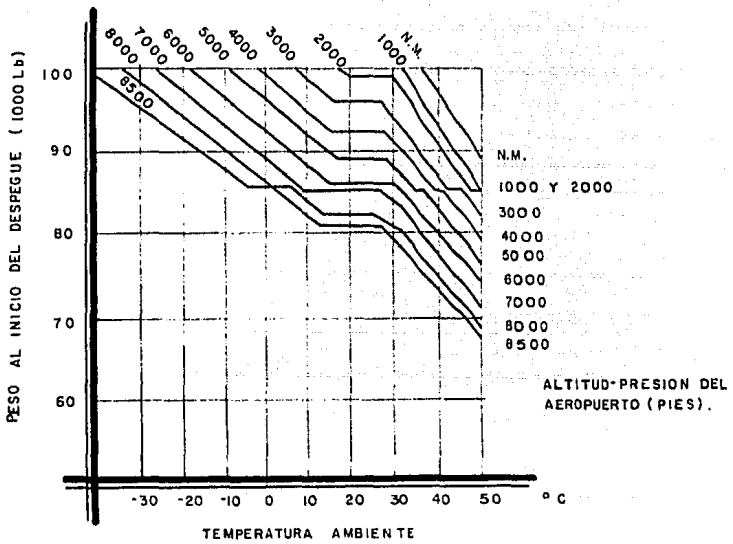
UM
AM
E.N.E.P.
ACATLAN

TESTIS
PROFESOR

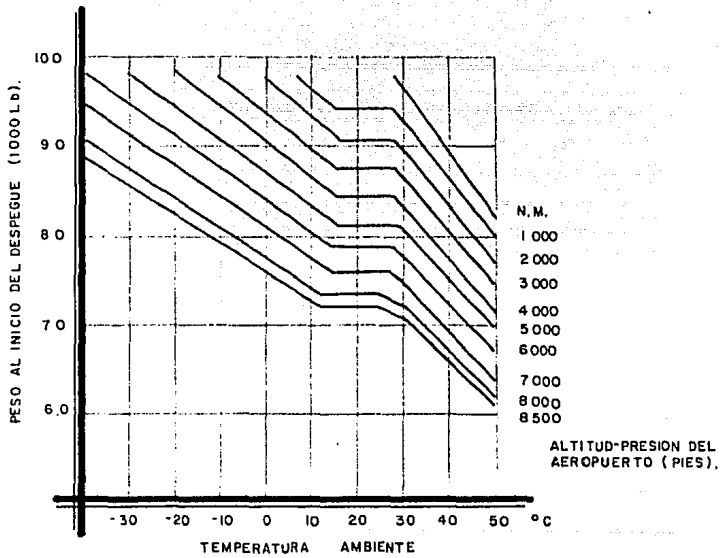
FIG. 3

MODELOS	PESO MAXIMO DESPEGUE LBS.	PESO MAXIMO ATERRIZAJE LBS.	PESO BASICO DE OPERACIONES LBS.	PESO CERO COMBUSTIBLE LBS.	PESO COMBUSTIBLE ESPERA LBS.	SUMADO COMBUSTIBLE LBS./HORA.	VELOCIDAD NUDOS	PAX.	PESO POR PASAJERO LBS.	PESO TOTAL DE PASAJEROS LBS.	CARGA PAGABLE LBS.	COEFICIENTE PARA OBTENER DISTANCIAS	COEFICIENTE PARA OBTENER COMBUSTIBLE
BAC-III-400	88 000	78 000		88 500	3 330	4 440	345	79	200	15 800	2 114 0	0.078	12.87
BOEING-747	710 000	564 000		528 500	18 867	25 138	500	480	205	100 450	142 750	0.020	50.31
BOEING-727-200	175 000	150 000	97 400	138 000	9 098	12 128	500	155	205	31 775	40 638	0.041	24.28
BOEING-727-100	160 000	137 500	88 300	118 000	6 525	8 700	500	116	220	23 200	29 700	0.051	19.55
BOEING-707A-430	312 000	207 000		190 000	12 000	16 000	500	189	205	38 745	47 400	0.051	32.00
DC-34	25 203	25 203		18 676	40 650	542	183	24	200	4 800	6 500	0.358	2.98
DC-68	97 218	73 400		74 013	1 654	2 205	240	74	200	14 800	15 435	0.109	9.19
DC-9-15	90 819	81 627	50 627	73 932	4 500	6 000	473	85	20 925	17 788	23 305	0.079	12.68
DC-9-32	108 000	98 100	59 905	87 000	5 250	6 500	473	115	20 925	24 035	32 400		
DC-8-63	355 000	258 000		230 000	10 500	14 000	473	259	205	53 085	67 735	0.054	29.60
DC-10-10	558 000	337 000		310 500	13 050	17 400	480	257	170	43 690	80 435	0.028	58.25
DC-10-30	553 100	403 070		388 067	13 282	17 723	477	277	200	55 400	108 995		
PH-827-D	43 500	43 000		41 000	1 127	1 502	256	48	205	9 840	13 647	0.170	5.87
88-DH-125	23 500	20 000		13 000	1 500	2 000	400	10	200	2 000	2 000	0.200	5.00
88-748-2A	44 485	41 500		37 500	1 133	1 510	225	48	200	9 600	11 400	0.149	6.71
LEAR JET 24 B	13 500	11 800		10 000	1 050	1 400	418	8	200	1 600	1 600	0.299	3.35
SUPER CONSTELLATION 1045 G Y 1049 K	137 500	113 000		108 000	2 625	3 500	250	94	200	18 800	37 500	0.071	14.00

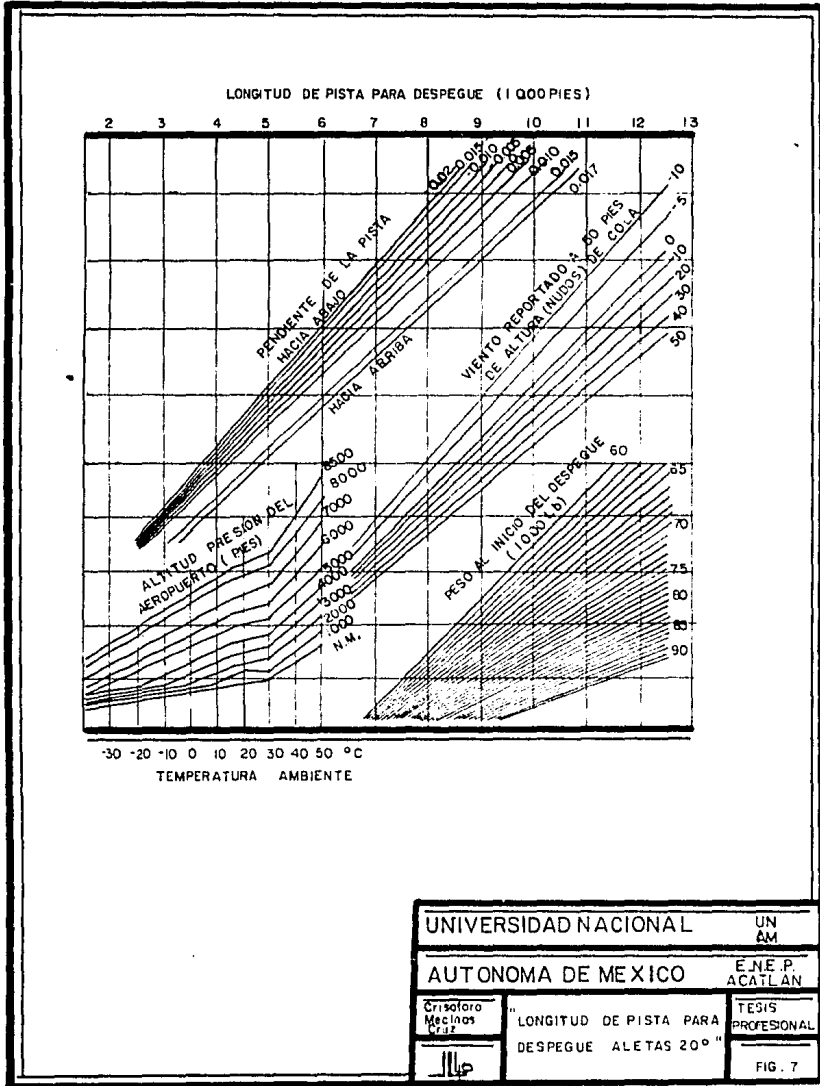
UNIVERSIDAD NACIONAL		U N
AUTONOMA DE MEXICO		A M
		EN EP
		ACATLAN
Creadora de la E N E P	"CARACTERISTICAS DE AERONAVES"	T E S I S PROFESIONAL
III		FIG N° 4

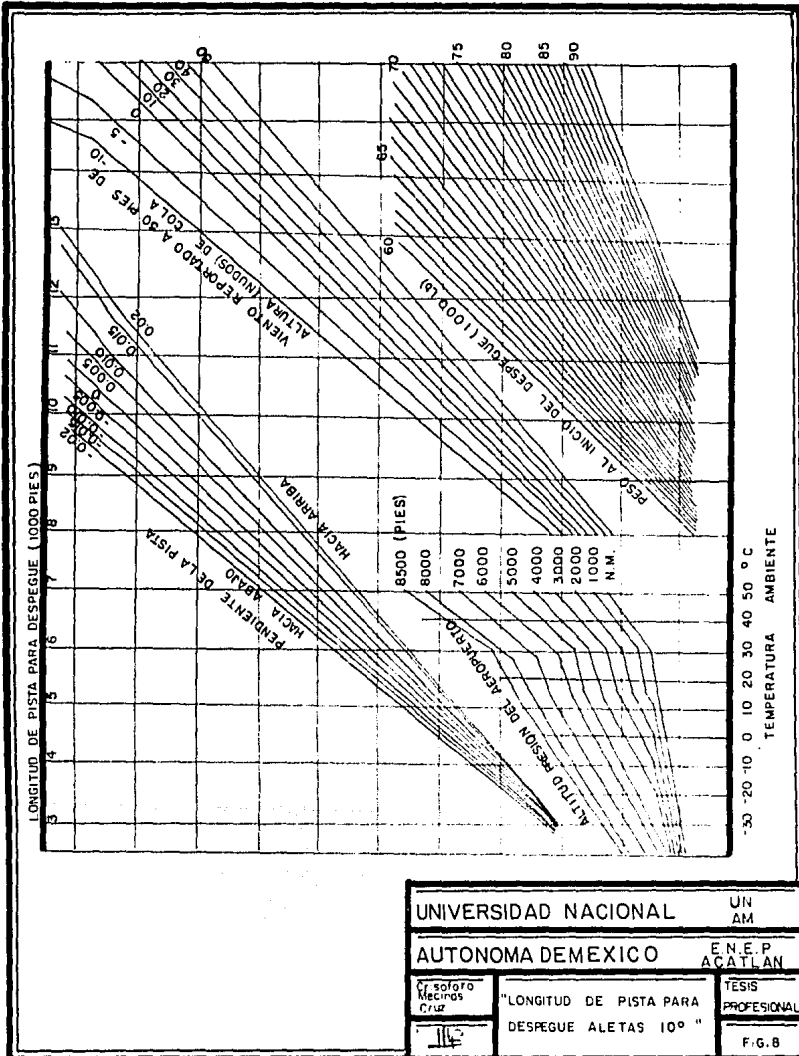


UNIVERSIDAD NACIONAL		UN AM
AUTONOMA DE MEXICO		E.N.E.P. ACATLAN
Crisoforo Mechain	"PESO DE DESPEGUE LIMITADO POR SEGUNDO SEGMENTO ALETAS 10°"	TESIS PROFESIONAL
<i>JLp</i>		FIG. 5

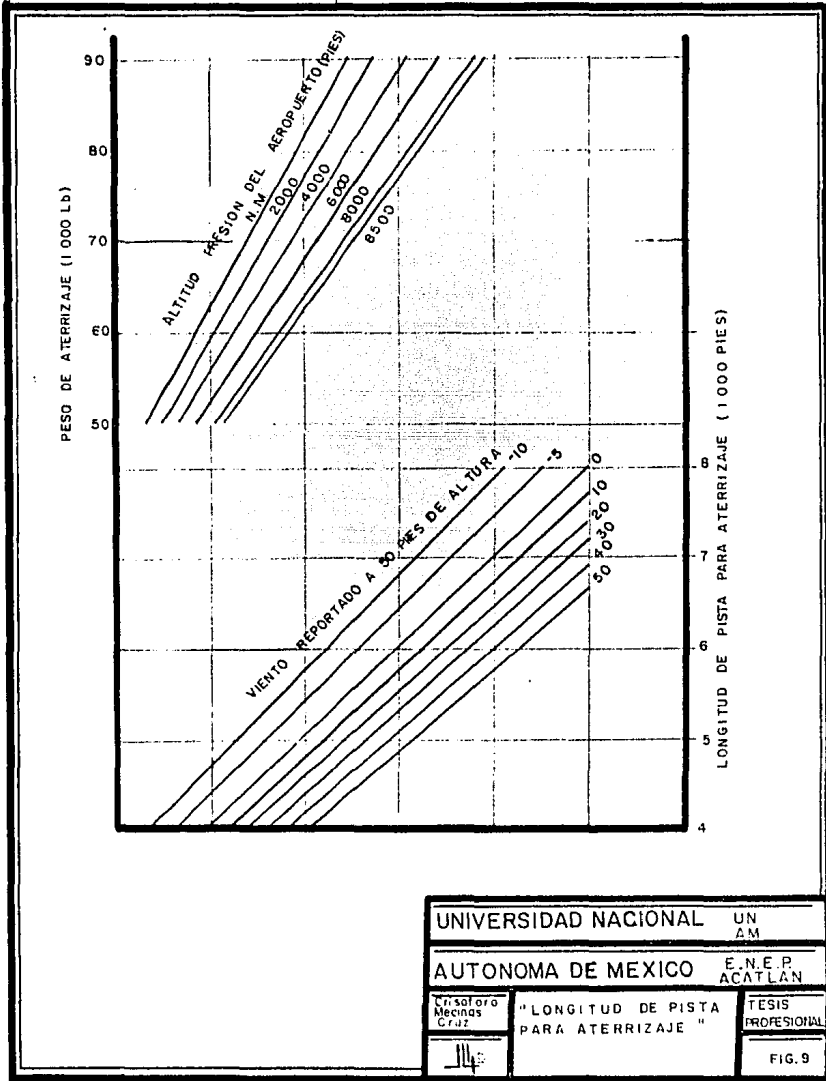


UNIVERSIDAD NACIONAL		UNAM
AUTONOMA DE MEXICO		E.N.E.P. ACATLAN
Crifoforo Medinos C. 42	"PESO DE DESPEGUE LIMITADO POR SEGUNDO SEGMENTO ALETAS 20 ° "	TESIS PROFISIONAL
UNAM		FIG. 6





UNIVERSIDAD NACIONAL		UN
AUTONOMA DEMEXICO		AM
		ENE P
		AGATLAN
Cr. soforo Narcos Cruz	"LONGITUD DE PISTA PARA DESPEGUE ALETAS 10° "	TESIS PROFESIONAL
		F.G.8



UNIVERSIDAD NACIONAL		UN
		AM
AUTONOMA DE MEXICO		E.N.E.P. ACATLAN
Cristóforo Méndez Cruz	"LONGITUD DE PISTA PARA ATERRIZAJE "	TESIS PROFESIONAL
		FIG. 9

METODO O.A.C.I.

Para determinar la longitud de pista necesaria para el despegue y el aterrizaje de acuerdo con este método, se requiere efectuar las correcciones necesarias a la longitud básica. - Existen normas para corregir estas longitudes, dependiendo de la altitud, presión y temperatura 5/. Dichas normas son las siguientes:

1. Se debe corregir la longitud básica, aumentando el 7% por cada 300m (1,000 pies) de altitud que tenga el aeropuerto considerado.
2. A su vez, esta longitud, debe corregirse aumentando el 1% por cada grado centígrado que la temperatura de referencia del aeropuerto, exceda de la temperatura estandar correspondiente a aquella altitud.

La OACI indica que cuando la corrección total es superior al 35%, las correcciones necesarias deberán obtenerse utilizando los manuales de vuelo por cada avión.

3. La corrección para pendiente de pista deberá hacerse aumentando el 10% por cada 1% de la pendiente efectiva de la pista.

En el ejemplo siguiente se ilustra la corrección de la longitud de una pista por el método de la OACI.

DATOS:

1. Longitud de pista requerida para el aterrizaje al nivel

- del mar en condiciones de atmósfera tipo. 2,100m
2. Longitud de pista requerida para el despegue en un desplazamiento nivelado al nivel del mar en condiciones de atmósfera tipo. 1,700m
 3. Elevación del aeródromo. 150m
 4. Temperatura de referencia del aeródromo. 24°C
 5. Temperatura a 150m en la atmósfera tipo. 6/
(Conforme a la gráfica de conversión de temperatura). 14.025°C
 6. Pendiente de la pista. 0.5%

Correcciones de la longitud de pista para el despegue:

1. Longitud de pista para el despegue corregida por elevación=
 $(1,700 \times 0.07 \times \frac{150}{300}) + 1,700 = 1,760m$
2. Longitud de pista para el despegue corregida por elevación y temperatura =
 $(1,760 \times (24-14.025) \times 0.01) + 1,760 = 1,936m$
3. Longitud de pista para el despegue, corregida por elevación, temperatura y pendiente=
 $(1,936 \times 0.5 \times 0.10) + 1,936 = 2,035m$

Corrección de la longitud de pista para el aterrizaje:

1. Longitud de pista para el aterrizaje corregida por elevación=
 $(2,100 \times 0.07 \times \frac{150}{300}) + 2,100 = 2,175m$

Por lo tanto, la longitud verdadera de la pista será=2,175m

En cada caso se tomará como longitud definitiva la que resulte mayor de acuerdo con el cálculo.

1.2 ORIENTACION DE LAS PISTAS.

En el adjunto B del Anexo 14, se indica que para seleccionar la dirección y localización de las pistas, deben tomarse en cuenta varios factores que son:

- A) Regularidad y tipo de las operaciones de acuerdo con los operadores que se propongan utilizar el aeropuerto. Convendrá examinar especialmente si el aeropuerto se va a utilizar en todas las condiciones y si se ha previsto su empleo durante el día y durante la noche.
- B) Condiciones climatológicas, en especial viento, visibilidad y techo.
- C) Topografía del sitio del aeropuerto en sus aproximaciones y alrededores:
 - a) Previsión de procedimientos operacionales que se ajusten a las especificaciones correspondientes.
 - b) Establecimiento de áreas definidas.
 - c) Longitudes requeridas de las pistas.
 - d) Costos de construcción.
 - e) Posibilidad de instalar ayudas visuales y no visuales para la aproximación.

D) Tránsito aéreo en la vecindad del aeropuerto, considerando especialmente:

- a) Proximidad de otros aeropuertos o aerovías.
- b) Densidad del tránsito.
- c) Procedimiento de control de tránsito aéreo.

En términos generales, las pistas deben estar orientadas de manera que las aeronaves no tengan que sobrevolar zonas pobladas y se eviten los obstáculos. Siempre que todos los demás factores no varíen, deberán estar orientadas en la dirección del viento predominante, en el caso de que éste sople preferentemente en una dirección. Durante el aterrizaje y el despegue, las aeronaves pueden maniobrar en una pista siempre que la componente del viento normal a la dirección del movimiento de la aeronave (viento transversal) no sea excesiva. En el Anexo 14 se especifica que el número y la orientación de las pistas deberían ser tales que el coeficiente de utilización del aeropuerto no sea inferior al 95% con vientos transversales que excedan de 20 nudos, cuando se trata de aviones que exijan una longitud básica de pista, -

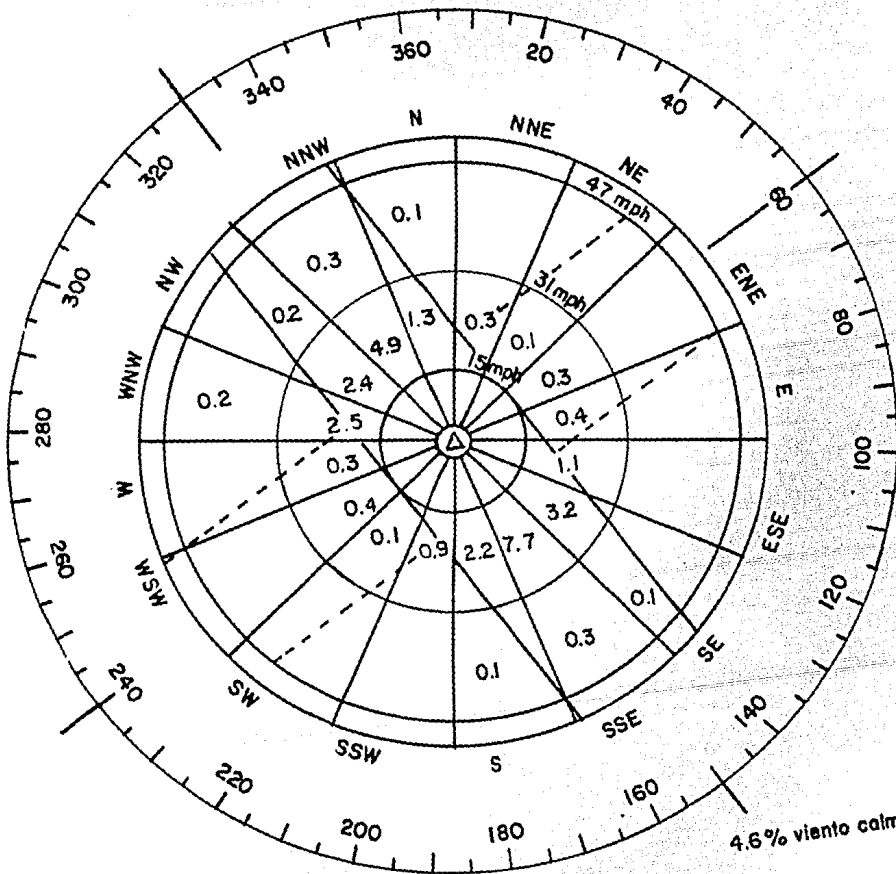
cuya letra de clave sea A o B, 13 nudos para los que exijan una longitud básica de pista, cuya letra de clave sea C y 10 nudos en el caso de aviones que exijan una longitud básica de pista, cuya letra de clave sea D o E.

"Los registros meteorológicas se obtienen normalmente en la instalación de estaciones meteorológicas. Las estadísticas sobre el viento que se emplean, deben comprender un período no menor de cinco años. Frecuentemente no se han registrado los datos relativos a los vientos dominantes en los lugares donde se construirá el aeropuerto, por lo que deberán consultarse los registros de las estaciones meteorológicas cercanas; si el terreno circundante es bastante llano, los registros de dichas estaciones indicarán las características de los vientos predominantes en el sitio requerido, 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".

La orientación de las pistas puede determinarse gráficamente en base a los datos relativos al -

viento, en todas las condiciones de visibilidad; partiendo de éstos datos puede trazarse una rosa de los vientos, como la de la figura siguiente. El porcentaje de los vientos que corresponden a una dirección y velocidad determinadas, se marca en el sector apropiado de la rosa de los vientos. Utilizando una franja de material transparente, en la que se hayan trazado tres líneas paralelas e igualmente espaciadas entre sí, puede determinarse la orientación óptima de las pistas. La línea central representa el eje de la pista y la distancia entre las dos líneas exteriores es, a escala, el doble de la componente transversal del viento permisible (en el ejemplo, 19.9 nudos o 30 mph).

Debido al hecho de que en los datos publicados sobre el viento se utiliza el norte verdadero, normalmente esta marcación será distinta de la utilizada en la numeración de las pistas, que se basa en la marcación magnética.



4.6% viento calmo, 0-4 mph

ROSA DE LOS VIENTOS

1.2.1. Análisis del viento en condiciones de escasa visibilidad.

Deben considerarse las características del viento durante las condiciones de escasa visibilidad cuando el techo se encuentra entre 61m y 305m y la visibilidad es de 0.8km a 4.8km, estas condiciones exigen la utilización de instrumentos para el aterrizaje. Generalmente si la visibilidad se acerca a 0.8km, el techo es de 61m y hay muy poco viento, la niebla, el humo y la mezcla de ambos, reducen la visibilidad.

En estas condiciones se calcula el porcentaje anual de horas cerradas, y de acuerdo con este análisis, se determinará si en las pistas pueden haber operaciones, por lo menos el 95% del tiempo, cuando la visibilidad es escasa.

1.3. NUMERO DE PISTAS.

La pista o pistas deben ser suficiente para satisfacer las exigencias del tránsito previsto, de acuerdo con el número de aeronaves, la variedad de éstas y la combinación de llegadas y sa-

lidas que pueden admitirse en una hora durante los períodos de máxima actividad. Generalmente, puede considerarse que la pista o pistas de los aeropuertos han alcanzado su nivel máximo de capacidad, cuando se tienen ciertos límites tolerables de demoras durante la hora crítica normal. El momento oportuno de desarrollo de un aeropuerto en función de su capacidad, depende necesariamente de que se excedan estos niveles de demora. 3/

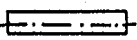
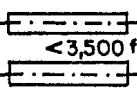
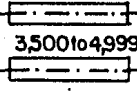
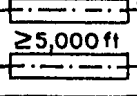
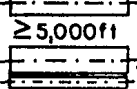
La capacidad horaria y anual en condiciones IFR y VFR de determinada configuración de pistas, puede establecerse mediante la aplicación de los valores indicados en la Tabla 3, de acuerdo en las mezclas de los aviones que operarán en el aeropuerto de proyecto. 6/

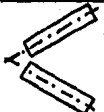
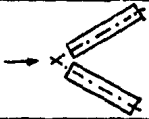
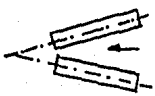


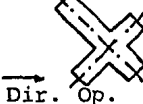
Sin embargo, estos valores son aproximados y solamente mediante un estudio a fondo podrá determinarse cuando una pista ha llegado a su total saturación, y es necesario construir otra para satisfacer la demanda.

El 95% de utilización especificado en el anexo 14 constituye un mínimo. En los aeropuertos -

muy activos, la imposibilidad de funcionar durante el periodo restante del 5%; aproximadamente 18 días por año, puede representar un serio inconveniente. En consecuencia, además de las pistas principales, tal vez sea necesario prever una o más pistas adicionales para poder admitir las operaciones de las aeronaves en condiciones de viento cruzado. Pueden construirse pistas secundarias en el caso de que se considere probable que los trabajos de mantenimiento del aeropuerto puedan interrumpir la regularidad del servicio aéreo.

TABLA No. 3

CONFIGURACION					
FIGURA	DESCRIPCION	MIX	CPA	CPH	
				IFR	VFR
	Pista única Llegadas-Salidas	1	215,000	53	99
		2	195,000	52	76
		3	180,000	44	54
		4	170,000	42	45
	Paralelas cerradas. (IFR Depend.)	1	385,000	64	198
		2	330,000	63	152
		3	295,000	55	108
		4	280,000	54	90
	Indep. IFR Aprox./Salidas Paralelas	1	425,000	79	198
		2	390,000	79	152
		3	355,000	79	108
		4	330,000	74	90
	Indep. IFR Salidas y Llegadas	1	430,000	106	198
		2	390,000	104	152
		3	360,000	88	108
		4	340,000	84	90
	Paralelas Indep. Más de dos paralelas cerradas.	1	770,000	128	396
		2	660,000	126	304
		3	590,000	110	216
		4	560,000	108	180

CONFIGURACION					
FIGURA	DESCRIPCION	MIX	CPA	CPH	
				IFR	VFR
	Muy espaciadas abiertas en V con operaciones independientes	1	425,000	79	198
		2	340,000	79	136
		3	310,000	76	94
		4	310,000	74	84
	Abiertas V Dep. Operaciones fue <u>r</u> a de intersec <u>ci</u> ón.	1	420,000	71	198
		2	335,000	70	136
		3	300,000	63	94
		4	295,000	60	84
	Abiertas V Dep. Operaciones ha <u>ci</u> a la intersec <u>ci</u> ón.	1	235,000	57	108
		2	220,000	56	86
		3	215,000	50	66
		4	200,000	50	53
	2 intersectadas cerca del umbral	1	375,000	71	175
		2	310,000	70	125
		3	275,000	63	83
		4	255,000	60	69
	2 intersectadas en el centro	1	220,000	61	99
		2	195,000	60	76
		3	195,000	53	58
		4	190,000	47	52
	2 intersectadas lejos del umbral	1	220,000	55	99
		2	195,000	54	76
		3	180,000	46	54
		4	175,000	42	57

% DE CLASES ESPEC.				
MIX	A	B	C	D + E
1	0	0	10	90
2	0	30	30	40
3	20	40	20	20
4	60	20	20	0

CPA.- Capacidad Promedio Anual

CPH.- Capacidad Promedio Horaria

MIX.- Mezcla de Aeronaves

III. SITIOS POSIBLES PARA LA UBICACION DEL AEROPUERTO.

Una vez decidida la necesidad y conveniencia de construir un aeropuerto para una región determinada, se procede a la localización del sitio o sitios apropiados sobre la base de una evaluación general del terreno necesario, - por medio de un trazo provisional de los distintos elementos indicados en el plano general del aeropuerto.

1. FACTORES QUE INFLUYEN EN EL SITIO DEL AEROPUERTO.

Los factores que deberán de recopilarse con el fin - de determinar varios sitios probables de localiza-- ción son:

- a) Actividad Aeronáutica.- Será necesario consultar a las compañías aéreas, y a las asociaciones de - pilotos.
- b) Desarrollo de la zona circundante.- Conocer la uti lización, presente y futura, y el valor de los te rrenos.
- c) Condiciones meteorológicas.- Tener en cuenta los datos de las estaciones meteorológicas sobre niebla, humo, tolvánas, etc. que pueden reducir la visibilidad, y en consecuencia la capacidad del - aeropuerto; preparar un informe de factores meteo rológicos como vientos predominantes, nieve, pre-

cipitación, etc.

- d) Localización del sitio con respecto a la demanda.- Conocer los accesos al sitio probable (carreteras, vías férreas, etc.) y la capacidad de estos accesos. El aeropuerto no debe situarse muy lejos de los centros de demanda, debido al tiempo perdido en el traslado.
- e) Disponibilidad de terreno para ampliar el aeropuerto existente o construir uno nuevo.
- f) Topografía.- Analizar factores que repercutan en el precio de la construcción, tales como excavar o rellenar, condiciones de drenaje, etc.
- g) Medio ambiente.- Conservar las zonas naturales reservadas a la flora y fauna y los destinados a refugios migratorios, así como las sensibles al ruido como escuelas y hospitales.
- h) Existencia de otros aeropuertos.- No interferir en el espacio aéreo de otro aeropuerto y conocer las rutas que cubre.
- i) Disponibilidad de servicios públicos.- Observar las redes principales de distribución de energía eléctrica, agua, alcantarillado, servicios telefónicos, etc.

Estos factores se pueden dividir en tres grandes grupos por que son:

Consideraciones operacionales.

Consideraciones de carácter social.

Consideraciones de orden económico.

Esta clasificación se analizará con más detalles en el Capítulo IV.

2. ESTUDIO PRELIMINAR DE LOS POSIBLES SITIOS.

Después de determinar las dimensiones aproximadas y el tipo de aeropuerto, en relación con los factores expuestos anteriormente, se realiza una primera selección del sitio en base al análisis de datos, cartas topográficas y mapas, descartando aquellos lugares en los que no se satisfagan las características requeridas. Este análisis de los sitios probables es importante, ya que reduce el número de lugares en los que habrá de realizarse una inspección más detallada (sobre el terreno), las cuales siempre resultan muy costosas.

Las brigadas de localización son las encargadas del análisis más completo de los sitios posibles y sus principales funciones son:

- a) Replantear en el campo todos los componentes de un aeropuerto (del plano general).
- b) Realizar orientaciones solares para determinar rumbos astronómicos y magnéticos.
- c) Localización exacta de obstáculos.
- d) Colocación de bancos de nivel específico.
- e) Verificar parteaguas, drenaje, etc.

IV. ESTUDIOS PARA LA SELECCION DEL SITIO.

Después de establecer una lista de todos los sitios probables que se consideran interesantes para realizar estudios más amplios, será necesario llevar a cabo un reconocimiento completo sobre el terreno y desde el aire, a fin de que sirva de base para evaluar las ventajas y desventajas de cada uno de los lugares considerados. - Es recomendable que los aeropuertos se localicen de manera que puedan ser utilizados con eficacia y seguridad por las aeronaves, en forma compatible desde el punto de vista social y de manera que los costos de construcción se mantengan en un nivel óptimo, tomando en cuenta los factores mencionados anteriormente, entre los cuales los más importantes pueden agruparse en consideraciones operacionales, sociales y económicas.

1. CONSIDERACIONES OPERACIONALES.

Los factores operacionales, o de seguridad, debemos considerarlos preferentemente a los económicos y so ciales. Es recomendable no pasar por encima de éstos, con el fin de obtener un costo de construcción menor, ya que esto se reflejaría en la seguridad del servicio. En general es difícil catalogar y por lo tanto reglamentar todos los factores que afectan la seguri dad de las operaciones aeronáuticas; en cada caso de berá efectuarse un estudio detenido de estas, considerando trayectorias de vuelo tanto alrededor del ae ropuerto como en ruta.

1.1. ESPACIO AEREO.

Un espacio aéreo apropiado es tan importante pa ra el funcionamiento eficaz de un aeropuerto, - que es uno de los principales factores a consi derar en la localización del aeropuerto. Un lugar situado cerca de un núcleo de demanda, aun- que imponga ciertas restricciones al espacio aé reo, puede ser preferible a uno en cuyo espacio aéreo no existan restricciones, siempre que, - por su situación alejada o de difícil acceso, - origine una demanda de tráfico limitada o nula. Es muy importante tener en cuenta esta conside-

ración que afectaría la relación beneficio/costo. Cuando dos aeropuertos tengan que compartir el mismo espacio aéreo, tal vez habrá que limitar el ritmo del movimiento combinado de aeronaves, en lugar de operar de manera totalmente independiente hasta el límite de sus posibilidades.

En consecuencia los nuevos aeropuertos deberán estar situados de manera que reduzcan al mínimo la superposición del espacio aéreo requerido -- por las aeronaves que utilizan otros aeropuertos y por consiguiente la limitación de la capacidad total.

Es importante consultar las rutas de vuelo existentes en relación con la elección del sitio, con el fin de evitar problemas similares.

1.2. OBSTACULOS.

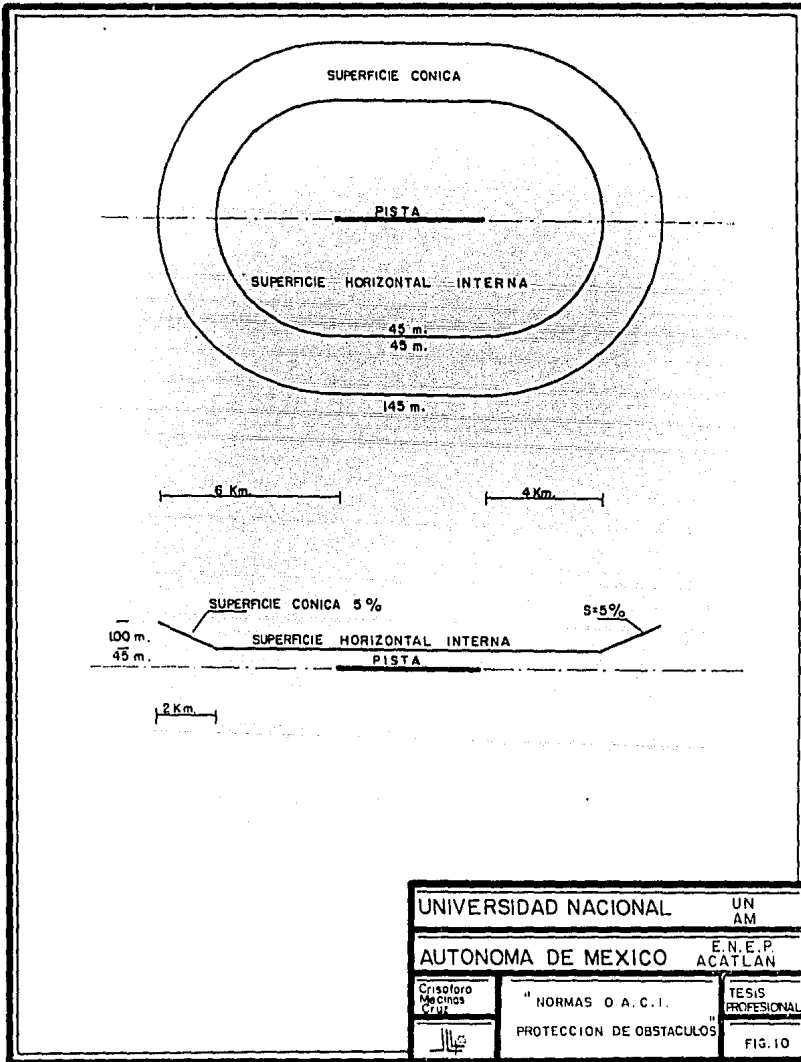
Uno de los primeros conceptos a considerar en la localización de un aeropuerto son los obstáculos con respecto al mismo, este factor de seguridad tiene prioridad sobre cualquier consideración.

En las figuras 10, 11 y 12 se muestran algunas

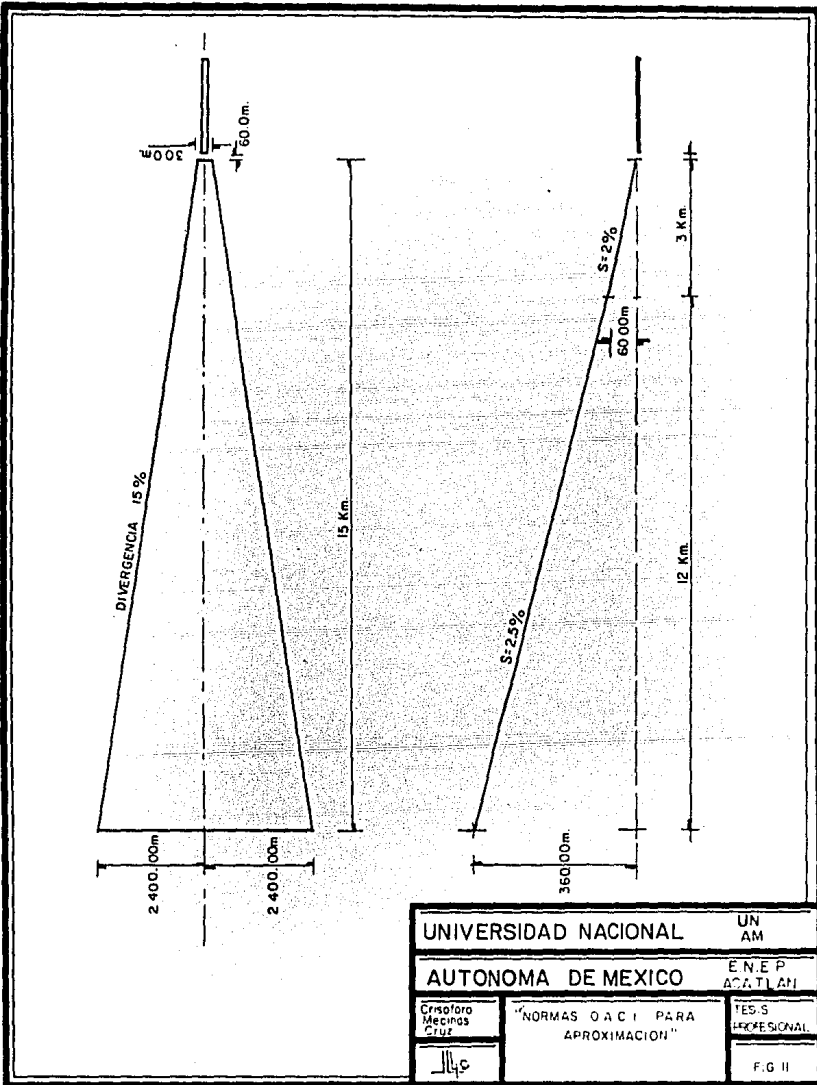
normas de la OACI para las superficies de protección de obstáculos necesarias para el despegue y aterrizaje de aeronaves; para un análisis más detallado de los requisitos relativos a la protección contra obstáculos, es necesario consultar en el anexo 14 - Aeródromos, el capítulo 4 y el adjunto A.

En general, a causa de las grandes extensiones de terreno que abarcan los aeropuertos, es difícil conseguir terrenos que ofrezcan todos los márgenes deseados, teniendo que evitar relieves accidentados, tales como elevaciones de terreno, árboles y estructuras artificiales que constituyen obstáculos. La OACI recomienda mantener un margen de separación con mástiles y otras armazones estructurales poco perceptibles porque - pese a que el señalamiento y el balizaje ayudan a distinguirlos, estas medidas no ofrecen una protección total, especialmente cuando la visibilidad es reducida.

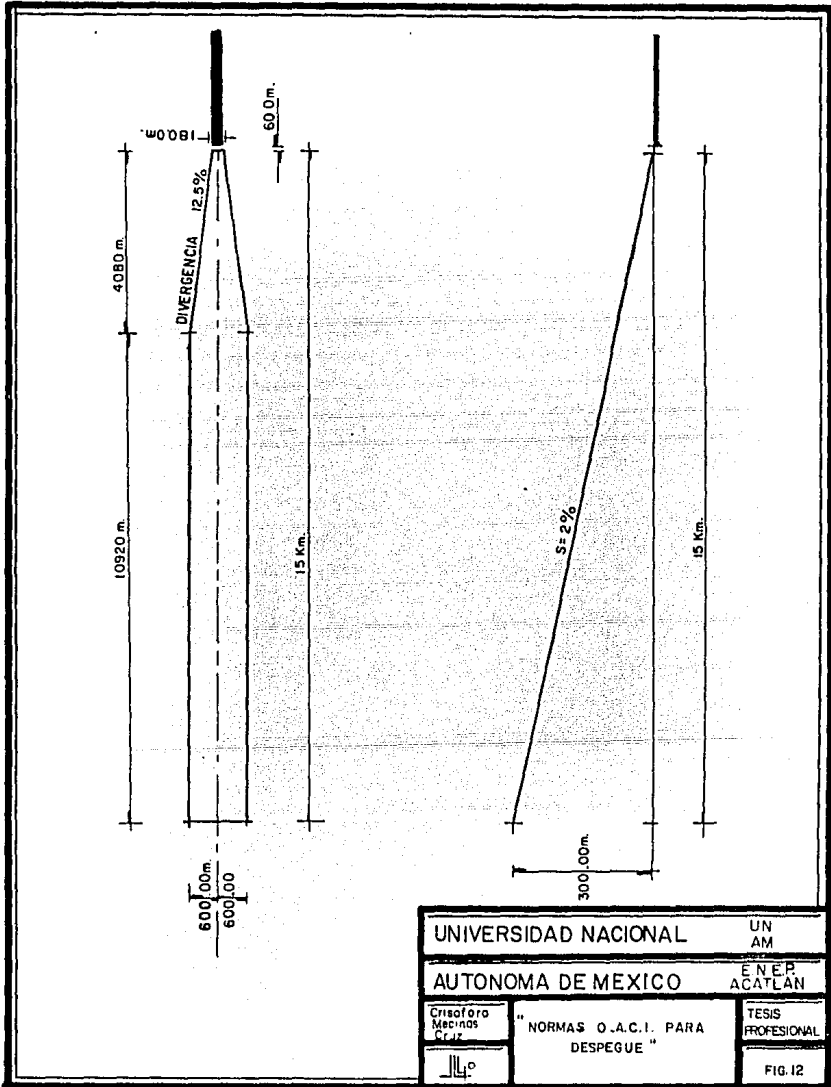
Se deben evitar los desplazamientos del umbral debido a obstáculos que interfieren las maniobras de aterrizaje de las aeronaves.



UNIVERSIDAD NACIONAL		UN AM
AUTONOMA DE MEXICO		E.N.E.P ACATLAN
Crisoforo Medinas Cruz	"NORMAS O.A.C.I. PROTECCION DE OBSTACULOS"	TESIS PROFESIONAL
JLC		FIG. 10



UNIVERSIDAD NACIONAL		UN AM
AUTONOMA DE MEXICO		E.N.E.P ACADEMIA
Crisoforo Mejias Guz	"NORMAS O A C I PARA APROXIMACION"	TES.S PROFESIONAL
		F.G II



Ningún obstáculo deberá sobrepasar las superficies protectoras, debiendo mantener un margen vertical entre los obstáculos y las trayectorias de los aviones.

1.3. PELIGROS.

Los factores locales pueden tener importancia - en lo que respecta a la localización de un aeropuerto, por ejemplo: en centros industriales el humo puede concentrarse debido a los vientos predominantes y en consecuencia reducir la visibilidad. Los lugares adyacentes a reservas destinadas a la fauna, lagos, ríos y zonas costeras, son peligrosos, ya que existe el riesgo de que las aves que las habitan choquen con las aeronaves, ocasionando daños. Es igualmente importante conocer las rutas de migración seguidas - por las aves, principalmente las de gran tamaño, con el fin de evitar que el aeropuerto se sitúe cerca de estas rutas, de lo contrario, esto representaría un peligro potencial para las aeronaves.

1.4. CONDICIONES METEOROLÓGICAS.

Las condiciones meteorológicas pueden variar de un lugar a otro aún situados dentro de la misma

zona. La distribución de los vientos combinada con la visibilidad y el techo de nubes, son elementos de primordial importancia para la orientación de las pistas y tomar medidas en previsión de que las operaciones se realicen durante todo el tiempo o solamente en condiciones visuales. Ciertos lugares pueden estar sujetos a la acción de la niebla, mayor precipitación pluvial, etc., lo que restaría eficiencia y regularidad a las operaciones. Es recomendable conocer el tiempo en que el posible sitio esté bajo mínimos de techo y visibilidad. Se debe localizar el sitio donde no existan vientos irregulares en forma de remolino, corriente ascendientes y descendientes, vientos arrachados o muy variables en dirección o intensidad. Al efectuar los vientos dominantes la orientación de las pistas, alteran también la ubicación de las zonas o áreas de aproximación y de transmisión, y por lo tanto, la posible localización del aeropuerto.

1.5. AYUDAS PARA LA APROXIMACION Y EL ATERRIZAJE.

En el anexo 14-Aeródromos, Capítulo 5, se encuentran detalles sobre las ayudas visuales para la navegación (aspectos técnicos).

Las ayudas para la navegación, la aproximación y el aterrizaje, son elementos esenciales del sistema de transporte aéreo. Las ayudas no visuales (electrónicas) para guía de las aeronaves, especialmente con nubes bajas y poca visibilidad, -- tienen mayor importancia desde el punto de vista de la localización del aeropuerto, a causa del margen vertical necesario sobre los objetos (líneas de alta tensión, grandes edificios, vehículos en movimiento, etc.), que pueden afectar la seguridad de su funcionamiento. Deben localizarse en relación con el aeropuerto, el espacio aéreo y las trayectorias de vuelo de las aeronaves a que han de servir, y los lugares considerados tendrán que comprender áreas idóneas para su instalación.

2. CONSIDERACIONES DE CARÁCTER SOCIAL.

Es necesario elegir con gran cuidado la localización de un aeropuerto en relación con las zonas pobladas circundantes y la orientación de las pistas ya que las aeronaves no podrán pasar por encima de centros habitados cuando se encuentren volando por debajo de ciertas alturas; sin embargo es importante tener en cuenta que los aeropuertos deberán estar situados cerca de las ciudades o de los centros de demanda. La conjunción correcta de ambos factores nos dará aquel sitio que presente las mayores ventajas para la ubicación del aeropuerto.

2.1. PROXIMIDAD CON RESPECTO A LOS CENTROS DE DEMANDA.

El aeropuerto se debe de localizar tomando en cuenta la distancia y el tiempo necesario para trasladarse hasta él desde los núcleos de población existentes y futuros, así como desde las zonas industriales o comerciales a los que esté destinado a servir. Para esto es importante conocer los medios de transporte con que se cuentan, así como su capacidad para el traslado de personas y mercancías hasta el aeropuerto o viceversa.

Será necesario conocer la localización exacta - del sitio con respecto a otros aeropuertos existentes, así como los tiempos de traslado a los núcleos de población, ya que pueden quedar más distantes pero contar con una carretera de acceso en la cual se permitan desarrollar altas velocidades lo que reducirá el tiempo de traslado.

La conveniencia de la ubicación de un aeropuerto con relación a las zonas que sirve, puede medirse en función del tiempo y el precio del viaje hasta el mismo.

2.2. FACILIDAD DE ACCESO POR TIERRA.

Para que un aeropuerto preste servicio eficientemente, es necesario que los pasajeros y mercancías tengan un rápido y cómodo acceso al mismo. Los sitios posibles que cuenten con un sistema de transporte inadecuado o inexistente, que no permita un tránsito fluido en todo momento, requerirán de fuertes inversiones para mejorar o crear un sistema eficiente. En igualdad de circunstancias es recomendable escoger los sitios que estén comunicados por una red de carreteras apropiadas y, cuando sea el caso, por ferrocarriles y vías navegables.

En las primeras etapas de investigación, deberá comunicarse a las dependencias oficiales encargadas del transporte público por carretera, toda propuesta de construcción de un aeropuerto - y de obras importantes de ampliación de los ya existentes, con el fin de que se proporcione una información más detallada de las instalaciones existentes, así como de posibles modificaciones. Esto creará una colaboración futura por parte de las dependencias.

Cuando el tiempo invertido en el traslado por tierra sea aproximadamente igual entre varios sitios posibles, el precio del viaje será el factor determinante, así como la comodidad en el recorrido. Por ejemplo: una autopista de varias vías, con un número limitado de intersecciones, es preferible, a una carretera congestionada, con semáforos, o una carretera que no permita desarrollar altas velocidades. Además de los vehículos particulares, es importante tener en cuenta los servicios de transporte público, tales como autobuses, ferrocarriles, taxis y en algunos casos helicópteros.

2.3. RUIDO.

Con la aparición de los aviones a reacción, la intensidad del ruido en los alrededores de los aeropuertos se ha incrementado notablemente. La población en vecindad con las terminales aéreas no solo ha resentido molestias ocasionales, sino que en exposición severa y prolongada de los altos niveles de ruido, ha experimentado daños físicos. 8/

Entre los factores que deben considerarse al proyectar un aeropuerto se cuentan: la medición y descripción del ruido producido por las aeronaves, la reglamentación de la utilización de los terrenos, los procedimientos para amortiguar el ruido de los motores en tierra y en vuelo, la tolerancia humana al ruido de las aeronaves, la entrada en servicio de nuevos tipos de aeronaves, etc.

La construcción del aeropuerto lejos de los núcleos de población no es recomendable, ya que es un poco práctica y costosa, sin contar que va contra el objetivo de reducir el tiempo en el traslado de los usuarios de la población al aeropuerto o viceversa. Por lo tanto, es importante adquirir o disponer de una extensión su-

ficiente de terreno para salvar o amortiguar el problema del ruido, tanto en el propio aeropuerto como en los núcleos de población cercanos.

Al tratar de evaluar la magnitud de las molestias que puede causar en el futuro el ruido en los sitios que se estén considerando, es importante conocer el ritmo previsto de movimientos de aeronaves y las fases en que se efectuarán las obras, así como los tipos de aeronaves y las horas en que tendrá lugar su utilización.

En el anexo 16 y la circular 16-An/86 de la OACI, se describen numerosas técnicas para el estudio del ruido, de las cuales la LDN (Day-Night Average Sound Level) es la más usada comúnmente, y de la cual haremos una breve descripción enseguida.

Los valores de LDN se obtienen mediante modelos de predicción para computación. El programa utilizado es la versión 1.3 del modelo de ruido integrado (INM) de la administración federal de aviación (FAA) del Departamento de Transportes de Estados Unidos.

El programa calcula los puntos de las trayectorias de vuelo en condiciones de operación específicas, a fin de definir la localización de las fuentes de ruido en el espacio, en cualquier tiempo dado y posteriormente analiza los archivos de datos almacenados que describen las características de emisión de ruidos de cada tipo de avión. La exposición al ruido, en forma de isolneas se computan para valores LDN 65, 70, 75 y 80, estos valores compuestos se basan en operaciones durante un período representativo de 24 horas del aeropuerto en estudio, su trazo permite definir las áreas de exposición al ruido, en tierra, que asociadas a una clasificación del uso de terrenos en las inmediaciones del aeropuerto, adoptada por el método LDN, proporcionan los lineamientos generales de gran utilidad en la planeación del uso de esas áreas circundantes (Tabla 4).

2.4. UTILIZACION DE LOS TERRENOS.

La localización de un aeropuerto dependerá en gran parte de la utilización de los terrenos circundantes. Es importante considerar también el terreno suficiente para posibles ampliaciones.

TABLA 4

CRITERIOS LDN PARA EL USO DEL TERRENO CIRCUNDANTE
VALOR LDN-dBA INTEGRADO PONDERADO

78.

Uso del suelo	Normalmente Aceptable	Condicionamente aceptable	Normalmente Inaceptable	Claramente inaceptable
Residencial de baja densidad, Casas sencillas, Casas duplex, Remolques	50-60	55-70	70-75	75
Residencial de alta densidad, Conjuntos habitacionales	50-65	60-70	70-75	75
Casas de huéspedes, Moteles, Hoteles	50-65	60-70	70-80	80
Escuelas, Bibliotecas, Iglesias, Hospitales, Orfanatos	50-70	60-70	70-80	80
Auditorios, Salas de conciertos, Anfiteatros	50	50-70	65-85	85
Instalaciones deportivas cerradas, Instalaciones deportivas al aire libre	50	50-75	70-85	85
Áreas de juegos infantiles, Parque Públicos	50-70	65-75	70-85	75
Campos de Golf, Equitación, Albercas, Cementerios	50-75	70-75	70-80	80
Edificios de oficinas públicas, Edificios de despachos, Comercios	50-70	65-75	75-85	85
Industrias, Compañías manufactureras, Agricultura	50-75	70-80	75-80	85
Normalmente Aceptable:	El uso específico del terreno es satisfactorio basado en el supuesto que cualquier edificio este construido dentro de lo convencional, sin ningún requerimiento especial de instalación contra ruido.			
Condicionamente aceptable:	Las nuevas construcciones o el desarrollo urbano podrá iniciarse - después de un análisis detallado de los requerimientos de reducción del ruido e incluir en el diseño las instalaciones para la eliminación del ruido. Normalmente bastará la construcción convencional, pero con ventanas cerradas y sistemas de suministro o de aire fresco o aire acondicionado.			
Normalmente inaceptable:	Deben impedirse nuevas construcciones o detener el desarrollo urbano. Si esto no es posible, debe hacerse un detallado análisis sobre los requerimientos de reducción de ruido, y los diseños de construcción deben incluir características de aislamiento contra ruido.			
Claramente Inaceptable:	No deben emprenderse nuevas construcciones o desarrollo urbano.			

Los aeropuertos deberán ubicarse de manera que se cree o conserve la armonía, sin que las características existentes de utilización del terreno se vean perturbadas por las aeronaves-9/. Con ello se evitaría la implantación de medidas reguladoras en materia de uso de los terrenos, que pudiera considerarse necesarias para pasar por alto los problemas planteados por el ruido o los obstáculos. En general son preferibles los lugares cuyas trayectorias de vuelo pasen sobre extensiones de agua, pero exentos del peligro que representan las aves y en los que las ayudas para la aproximación puedan instalarse donde sea necesario, etc., en vez de los adyacentes a las zonas residenciales.

Cuando en un posible sitio sea necesario modificar la utilización de los terrenos, pueden surgir problemas sociales evidentes, así como dificultades de carácter legal y económico. En ciertos casos, tal vez sea necesario recurrir a la compra o expropiación forzosa con las autoridades competentes para que reglamenten la utilización, de manera que se conserven los terrenos actualmente compatibles, evitando problemas futuros. 10/

La ubicación de un aeropuerto tiene gran influencia en las áreas vecinas. Una observación somera sobre los aeropuertos de ciudades que inicialmente fueron ubicados fuera de sus áreas urbanas, - demuestra que son rápidamente rodeados por zonas habitacionales, industriales y turísticas, cambiando radicalmente los usos originales del terreno. Como se mencionó anteriormente, solo con severos reglamentos de uso del suelo que garanticen su estricto cumplimiento, se evitarán estos fenómenos.

2.5. ESTUDIO ECOLOGICO.

La operación de un aeropuerto no solo modifica el medio ambiente del sitio en que se localiza, sino que además, la actividad aérea seguramente afecta a un gran número de personas influenciando seriamente la calidad de su vida. La importancia de conocer las emisiones de contaminación producidas por la actividad del aeropuerto, radica en permitir la evaluación del impacto ambiental que se genera y proponer las medidas de prevención y mitigación para minimizar sus efectos adversos.

Los estudios de impacto ambiental que se han -

realizado en México, han tenido el carácter de - estudios previos a la construcción de un nuevo aeropuerto o ampliación de los existentes. En - ambos casos se ha establecido la metodología - adecuada, que ha permitido cuantificar de manera objetiva la importancia y magnitud en los - cambios que el proyecto puede producir al medio ambiente.

Los estudios se rigen por una metodología que - se inicia con la descripción de la calidad ambiental, característica de la región en estudio. Este concepto involucra la descripción física - general, el tipo de clima, los vientos dominantes, la temperatura, la humedad, las lluvias, - la nubosidad, la neblina, las tolvaneras, las - tormentas eléctricas, las especies animales, en especial las aves de vuelo y las posibles implicaciones del uso del suelo. 11/

A continuación se lleva a cabo la predicción de emisiones del aeropuerto, su conocimiento es muy importante, pues permite evaluar la necesidad - de implantar estrategias de control en el sistema aeroportuario, para evitar que la calidad del aire se degrade en la zona fuera de los 11

mites oficiales que se establezcan.

Los contaminantes que se consideran con mayor efecto dentro de la dinámica del problema de im
pacto ambiental son:

- a) Los hidrocarburos: El manejo de grandes volúmenes de combustibles, conduce inevitablemente a pérdidas por evaporación y derrames involuntarios, puesto que estos combustibles son hidrocarburos de gran volatilidad. Su participación en el mecanismo fotoquímico, da lugar entre otros efectos a la turbiedad atmosférica.
- b) El monóxido de carbono: Este gas se produce durante la combustión al estar funcionando los motores de las aeronaves. La emisión por lo tanto, es mayor en los casos de retrasos de vuelos sobre todo en horas pico. Este gas es muy peligroso por su alta toxicidad.
- c) Las partículas suspendidas: En este rubro se engloban las partículas derivadas de la combustión en los motores de las aeronaves y las originadas al quemarse el caucho de las llantas al momento del frenado. Su concentra

ción en la atmósfera tiene una estrecha relación con la disminución de la visibilidad.

- d) El ruido: Lo produce el funcionamiento de los motores de los aviones a reacción. Su exposición severa y prolongada provoca alteraciones nerviosas y lesiones permanentes al oído interno.
- e) Tolvaneras: Son el resultado en muchos casos del mal uso del suelo hecho por el hombre, - su presencia aumenta la turbiedad del aire - y dificulta las operaciones aéreas.
- f) Neblina: Está constituida por pequeñas gotas de agua suspendidas en el aire. La niebla -- afecta la visibilidad en todas direcciones, pero principalmente en el sentido horizontal. Su efecto puede originar la suspensión de -- vuelos.
- g) Residuos sólidos: Son generados por los pasajeros en las aeronaves, su disposición adecuada por medios que garanticen su inocuidad se hacen necesarios, pues pueden ser los vectores de enfermedades que afectan a las perso-

nas en contacto con ellas.

Complementario a la determinación de las emisiones de los contaminantes, se realiza el estudio de la flora y la fauna encaminado a conocer el tipo de vegetación y especies animales característicos del lugar.

3. CONSIDERACIONES DE ORDEN ECONÓMICO.

Para obtener las mayores ventajas del sitio a elegir, será necesario que las inversiones para la construcción del aeropuerto, se reduzcan al mínimo. Para ello deberemos de tomar en cuenta los factores siguientes:

- Topografía.
- Naturaleza del suelo y de los materiales de construcción.
- Servicios disponibles.
- Valor del terreno.

3.1 TOPOGRAFIA.

Un terreno que se ajuste de cerca a los niveles previstos, y que cuente con un buen drenaje, puede ahorrar sumas considerables. En general, se busca un terreno lo más plano posible, pero con suficiente pendiente (relativamente baja) para facilitar el drenaje del terreno. Esto, es necesario, para que se haga el mínimo movimiento de tierras requerido para dar las secciones y pendientes del proyecto que cumplan con las especificaciones geométricas reglamentarias y que permitan un drenaje efectivo de las pistas y terreno en general.

Antes de estudiar el costo de las terracerías, frecuentemente se presenta el problema del costo de desmonte, que puede consistir desde el desmonte de árboles grandes, o bien, el desmonte de arbustos o maleza hasta la limpia o desherbaje de grumos o pastos.

Al considerar el movimiento de tierras requerido, debe tomarse en cuenta no solo la cantidad de corte y relleno necesario y los acarreos correspondientes, sino también las características de la terracería por mover.

Desde el punto de vista del drenaje, lo ideal es un terreno que tenga una pendiente entre 0.25 y 1% normal a la dirección de la pista principal. En todo caso deberá estudiarse hacia donde se podrán drenar las aguas pluviales que caigan dentro del aeropuerto, debiendo ser éste rápido y eficiente. 12/

Tanto en el desmonte como en las terracerías, tipo y valor de soporte de los mismos, etc., deberá considerarse no solamente en las pistas y plataformas del aeródromo, sino también en las áreas de edificios y hangares, áreas de almacé

namiento y distribución de combustibles y lubricantes, zonas para antenas de radio-ayudas, caminos de acceso, zonas de estacionamiento y circulación de vehículos, etc.

Las extensiones de agua que no sea posible eliminar y que puedan constituir criaderos de mosquitos, deberán ser tratadas debidamente, ya que estos portadores de enfermedades, pueden entrar a las aeronaves.

3.2. NATURALEZA DEL SUELO Y LOS MATERIALES DE CONSTRUCCION.

La naturaleza del suelo es un factor de gran importancia dentro de los costos de construcción, ya que en un sitio en donde se requiera de cortes, resultará más económico efectuarlos en tierra común, sobre un sitio donde los cortes sean total o parcialmente en roca suelta o fija. Es preciso realizar un reconocimiento general del suelo para diseñar un plano de los diversos tipos de suelo y localizar los mantos rocosos extensos.

Con respecto a los materiales de construcción, será necesario conocer los bancos de préstamo, su costo, su proximidad y fácil acceso para la

obtención de materiales de la base, sub-base y agregados pétreos para carpeta asfáltica o losa de concreto.

La distancia de acarreo de los materiales tanto de los agregados como del agua, puede hacer variar enormemente el costo de la obra, considerando el costo de acarreo por metro cúbico o por kilómetro. Es por esto que debemos localizar las fuentes de abastecimiento de agua y su abundancia, lo mismo que los lugares posibles para obtener los materiales necesarios en la construcción del aeropuerto. En estos aspectos, es conveniente contar con el asesoramiento de expertos.

3.3. SERVICIOS.

Los sitios considerados deberán, en lo posible, encontrarse en las cercanías de las fuentes de suministro de energía eléctrica y agua, conducciones principales de alcantarillado y gas, canales de desague, cables telefónicos, etc. El hecho de contar con estos servicios puede eliminar la necesidad de tener que suministrarlos expresamente para el aeropuerto, reduciendo así los costos. 3/

Las recomendaciones principales en cuanto a ser vicios son:

- a) Localizar el aeropuerto lo más cercano posible a una carretera existente.
- b) Reducir la distancia y por lo tanto, el costo de suministro de energía eléctrica para - las diversas necesidades del aeropuerto.
- c) El agua es también de gran importancia en - los servicios públicos de los aeropuertos, - al menos para los sanitarios y el aseo del - edificio de pasajeros. Por lo que deberá estudiarse en el sitio posible, la necesidad - de preparar y equipar un pozo, o bien, conec tar con algún acueducto o tubería, de ser po sible, deberá escogerse agua potable.
- d) El drenaje de las aguas negras es un proble ma especial y deberá estudiarse la convenien cia de construir una fosa séptica o si es po sible, dar alguna otra salida al drenaje.

3.4. VALOR DE LOS TERRENOS.

Para reducir los costos de construcción, debere mos procurar que los terrenos por utilizar sean de bajo valor catastral y de fácil adquisición. Siendo, además, una consideración importante, - evitar de ser posible, el afectar terrenos pro ductivos para la región y la población en gene-

ral, con objeto de perjudicar lo mínimo posible su economía.

En general, la demanda de transporte aéreo guarda relación con el sector de población al que sirve y, en consecuencia, puede preverse que, en gran parte, la construcción de los futuros aeropuertos, se llevará a cabo en las cercanías de las zonas metropolitanas. Dado el crecimiento de las poblaciones urbanas, la mejora del nivel de vida y la ampliación de las redes carreteras, la superficie ocupada por los distritos metropolitanos, continuará extendiéndose. Frecuentemente, el valor de los terrenos aumenta considerablemente a medida que la zona pasa de rural a urbana, razón por la cual, la oportuna reserva de los sitios necesarios permitirá, casi siempre, que los aeropuertos estén mejor ubicados y su costo sea menos elevado.

Comúnmente, las nuevas carreteras y servicios públicos necesarios para un aeropuerto, se construyen en terrenos baldíos o cerca de ellos, lo que constituye un incentivo para la urbanización. El número de personas que trabaja en los grandes aeropuertos crea una demanda de viviendas o industrias auxiliares, que de crecer arbitraria-

mente, pueden redundar en decremento de la eficiencia del aeropuerto. Cuando se considera la conveniencia de un sitio, a menos que se pueda regular la planificación de la zona, para evitar que se desarrolle para fines incompatibles, puede plantearse la cuestión de saber si se podrá disponer de terreno suficiente para ampliaciones futuras.

El hecho de adquirir desde un principio todo el terreno que se considera necesario para futuras ampliaciones, es el procedimiento más económico. No obstante, al comparar simplemente los gastos previstos para la adquisición presente y futura de terrenos, no se tiene en cuenta el importante factor tiempo, por lo que no representa una base satisfactoria para decidir si ha de comprarse o no de antemano el terreno. El dinero aportado al contado tiene más valor que el gastado en el futuro, ya que, si se aplaza el desembolso, puede invertirse el capital que produciría intereses inmediatos. Antes de obtener una buena base para tomar cualquier decisión, convirtiendo los pagos futuros a su valor potencial de ingresos en la actualidad, es preciso tener en cuenta el valor actual de los terrenos y las

fluctuaciones que pueden producirse en los precios de la propiedad, así como la revalorización que pueda aportar el desarrollo de viviendas, industrial, agrícola o de otra naturaleza.

V. EXAMEN Y EVALUACION DE LOS SITIOS.

Al llegar a esta etapa de la planeación, deberá disponerse de información suficiente para ir eliminando sitios y reducir el número de los lugares que necesitan estudios especiales. El proyectista deberá examinar los resultados de los estudios y el análisis sobre el terreno. Basándose en este examen, deberán eliminarse los sitios - que no sean adecuados.

1. PREPARACIÓN DE LOS PLANOS ESQUEMÁTICOS.

Los planos requeridos para la evaluación de un sitio son: 13/

- a) Levantamiento topográfico detallado del posible lugar, incluyendo los obstáculos.
- b) Preparación de un plano esquemático del trazo del aeropuerto, con las ampliaciones previstas en cada uno de los sitios posibles.

Con base en estos planos, se hará una evaluación más conveniente de acuerdo con las consideraciones antes mencionadas.

2. CÁLCULO DE GASTOS E INGRESOS.

Dentro de los principales análisis que deben hacerse para determinar y evaluar los gastos de ingresos son:

- a) Preparación de un cálculo global de los costos, - que abarquen el total de gastos de capital y de - operaciones necesarias, e incluso los no pertenecientes propiamente al aeropuerto, como son las - vías de acceso, las comunicaciones con los núcleos de población, los planes de reglamentación de las zonas adyacentes y los cálculos del porcentaje de fluctuación anual del valor de las tierras durante toda la vida útil probable del aeropuerto, así como los plazos en que se prevé efectuar los desembolsos.

- b) Cuando se trate de la ampliación o el abandono de sitios existentes, los valores amortizados y actuales de toda instalación existente, junto con el valor de las propiedades conexas situadas fuera - del aeropuerto, incluso las vías de servicio, instalaciones de servicio público, zonas sujetas al - régimen de disminución del ruido, etc.

El hecho de que un aeródromo esté cerca de la población a la que sirve y de que el camino de acceso sea

de fácil tránsito y agradable, tiende a fomentar la visita al aeropuerto, con el consecuente beneficio para las concesiones comerciales 1/. Los conceptos por los que se pueden tener importantes ingresos son los siguientes:

- Restaurante.
- Bar.
- Transportación terrestre.
- Venta de periódicos y revistas.
- Guarderfa de equipajes.
- Dulcerfa y tabaquerfa.
- Artfculos fotográficos.
- Tiendas de curiosidades.

También se incluyen en las actividades aeronáuticas, el arrendamiento de oficinas para diversas actividades.

Entre los ingresos por actividades aeronáuticas, ano taremos con carácter limitado, las siguientes:

- Cuota de aterrizaje, pudiendo incluir el cobro por iluminación de pistas y de sus aproximaciones, esta cionamiento en plataforma, o bien, ésto puede cobrarse por separado.
- Arrendamiento de oficinas de operación (radio, reservas, despacho, sala de pilotos, etc.)

- Arrendamiento de locales con mostrador para el bo-
letaje del servicio de pasajeros y equipaje.
- Arrendamiento de terreno para hangares y platafor-
mas de servicio.
- Arrendamiento de terreno para diversos servicios -
conexos de la aviación.
- También se cobra una cuota por litro de combustible
y lubricantes vendidos en el aeropuerto.

Como la localización tendrá una gran influencia en -
las actividades y servicios que pueda prestar el aero-
puerto y el costo de operación de su mayor parte de-
pende de esto, es muy útil este estudio para determi-
nar el sitio más conveniente.

Es más costoso operar un aeropuerto lejano de la po-
blación a la que sirve, debido a la necesidad de trans-
portar a los usuarios y al personal del aeropuerto; -
en algunas ocasiones, varias veces al día. Es obvio
que la distancia afecta el costo de transportación -
terrestre por el tiempo utilizado en el traslado.

3. EVALUACIÓN DEFINITIVA.

En esta fase, cuando se están considerando varios sitios posibles, la cuestión relativa al costo desempeña un papel importante en la elección definitiva. Si todos los sitios posibles tuvieran en conjunto las mismas ventajas, lógicamente la elección se haría con relación al costo mínimo 3/.

En la práctica, rara vez existe una situación tan definida como la anterior, por lo que es necesario considerar las ventajas o inconvenientes en sus diversos grados, antes de llegar a una decisión. Los factores económicos son de gran importancia porque el índice y las características de crecimiento de una economía obedecen, no solo a la cuantía de la inversión de capital, sino también a la manera en que éste se utiliza. En general, el capital es escaso y puede invertirse de varias maneras. Puede malgastarse si se destina a usos antieconómicos, pero empleando con inteligencia y eficacia, una cantidad más modesta puede lograr el objetivo perseguido.

La dependencia encargada de financiar las obras de un aeropuerto, puede, en cualquier momento, tener que hacer frente a peticiones destinadas a aumentar los -

gastos para atender a un sinnúmero de otras finalidades. El problema que se presenta a menudo cuando se considera aisladamente cada proyecto, cualquiera -- que sea su valor intrínseco, es que no pueden satisfacerse todas las propuestas con los recursos financieros disponibles. La necesidad de considerar los costos en relación con su eficacia, ha llevado a conceder una mayor atención a la comparación y evaluación de las ventajas de los gastos, mediante una técnica conocida como análisis de la relación "costo/ventajas". La finalidad de estos análisis consiste en comparar las ventajas que se obtienen de los proyectos en relación con su costo, de tal manera que se superen las dificultades inherentes a la división del proyecto en fases. Analizando la corriente prevista de gastos y ventajas respecto a la vida útil del aeropuerto, es posible determinar relaciones que sirvan de guía en cuanto a la utilidad del proyecto y para seleccionar el sitio más conveniente.

Es necesario proceder a dos tipos distintos de análisis de la relación costo/ventajas: uno de carácter operacional y otro social. La evaluación definitiva exige que la determinación se base en la comparación de la eficacia en materia de costo, tanto operacional como social.

Operacional.

- Terrenos disponibles.
- Espacio aéreo disponible.
- Efecto de toda restricción de la eficacia operacional.
- Capacidad potencial.

Social.

- Proximidad a los centros de demanda.
- Suficiencia de vías de acceso.
- Posibles problemas causados por el ruido.
- Utilización actual del terreno y necesidad de imponer medidas reguladoras.

Costo.

- Análisis de la relación costo/ventajas.

4. PRESENTACIÓN DEL INFORME.

El informe deberá comprender una redacción completa, acompañada de planos, que contenga:

- a) Los resultados del examen y la evaluación de los sitios considerados.
- b) El orden de preferencia de los sitios, explicando los motivos en que se basa.
- c) Las recomendaciones pertinentes.

En el capítulo siguiente, se presenta un ejemplo sobre la entrega de un informe.

VI. PROPUESTA DEL SITIO.

En este capítulo, se hace un análisis sobre el contenido del informe correspondiente a un estudio de factibilidad para el aeropuerto de Morelia, Mich., el cual nos servirá para ejemplificar la metodología desarrollada en este trabajo.

En primer lugar, se consideró que el estudio debía orientarse a explorar la factibilidad de inversiones en el aeropuerto actual para llevarlo a niveles adecuados de servicio y del resultado que se obtuviera, se decidiría si procede la construcción de un nuevo aeropuerto.

a) El primer paso fue la obtención de información documental, impresa o registrada, relativa a la operación de aeropuertos y a la afluencia turística tanto en la República como en la región bajo estudio.

- De esta investigación se obtuvo información entre otros, de las siguientes dependencias y/o funcionarios: Banco de México, D.F., encuesta sobre el turismo receptivo de la Subdirección de Investigación Económica y Bancaria; Aeropuertos y Servicios Auxiliares, Dirección General, Gerente de Operaciones y Servicios, Gerencia Comercial, Gerencia de Proyectos; Secretaría de Turismo, Dirección Gene-

ral de Planeación, Dirección General de Coordinación, Dirección General de Servicios Turfsticos; - Representación del Gobierno del Estado de Michoacán en México, D.F. Fondo Nacional del Fomento al Turismo; Secretaría de Comunicaciones y Transportes; Dirección General de Aeronáutica Civil.

- Se recabó información registrada de organizaciones directamente relacionadas con el transporte aéreo entre otras; Aerolíneas del Centro, S.A., Director General, Gerente Comercial; Aeroméxico, S.A., Gerencia de Desarrollo Comercial, Consultoría General; Mexicana de Aviación, S.A. Coordinación de Planeación Corporativa, Gerencia de Sistemas Comerciales; Boeing Corp, Representación de soporte a clientes; Mc.Dorrell-Douglas Corp-Representación en México, - D.F.

- b) En Morelia, Mich., se entrevistó a funcionarios del Gobierno Estatal y Municipal y con Representantes del Gobierno Federal, Ejecutivos de Organismos Estatales, Cámaras y Agrupaciones Industriales; principales empresas, de donde se obtuvo diversa información, además se hizo un recorrido por la zona con el objeto de hacer un reconocimiento de los planes de desarrollo.

- Se entrevistó al C. Gobernador del Estado, a funcionarios de la Dirección de Promoción Económica del Estado, Dirección Estatal de Turismo, Tesorería del Estado, Junta de Planeación y Urbanización; al C. - Presidente Municipal, a funcionarios del Departamento de Obras Públicas, Tesorería Municipal de Servicios Municipales.
- Se obtuvieron opiniones de funcionarios de la Comisión Federal de Electricidad, Teléfonos de México, S.A., Cámara de Comercio y Turismo de Morelia, Mich., Banco Comermex, S.A., Compañía de la Fábrica de Papel de San Rafael y Anexas, S.A., Administración - del Aeropuerto Local, Representación de la Secretaría de Programación y Presupuesto, Centro de Investigaciones Estadísticas del Estado.
- Se realizó una encuesta entre los pasajeros de varios vuelos en el aeropuerto de Morelia, con lo -- que se logró obtener una opinión sobre las características de los servicios ofrecidos, así como de - los motivos de viaje.
- Se obtuvieron opiniones de ejecutivos de hoteles, agencias de viaje, diversas empresas privadas y organismos públicos, referentes a la demanda insatisfecha de servicio de transporte aéreo de personas.

- c) Se determinó el área de influencia del aeropuerto de Morelia y la población que sería servida.
- d) Se analizó la demanda actual de transporte aéreo de personas y se estimó la demanda insatisfecha, por cada origen y destino y motivo de viaje.
- e) Se efectuó un análisis de la afluencia turística y los pasajeros transportados por avión, los cuartos del hotel tipo A y el total de la capacidad hotelera para 10 ciudades de la República y se analizó la evaluación del transporte aéreo en ellas, para determinar las posibles pautas de crecimiento del transporte aéreo en Morelia, usando aviones impulsados por hélice y por turbina.
- f) Se evaluó el aeropuerto actual de Morelia con el objeto de estimar sus facilidades, posibles ampliaciones y fecha de saturación.
- g) La opinión de la empresa de transporte aéreo y de los fabricantes de aviones, influyó en el sentido de que el transporte aéreo de personas, debería de efectuarse por aviones de turbina como consecuencia del gran impacto de la economía de escala en este tipo de servicio.

- h) Todos los hechos anteriores fueron presentados en forma objetiva para determinar que el estudio debería orientarse a efectuar el análisis de factibilidad para un nuevo aeropuerto en Morelia.
- i) Se determinaron los escenarios de desarrollo económico y las tasas de crecimiento de la demanda, para un período de 20 años, y se obtuvo el movimiento de personas por vía aérea para este período, en cada uno de los motivos y orígenes o destinos identificados.
- j) Se investigó con Aeropuertos y Servicios Auxiliares las tarifas por uso de aeropuertos y la organización necesaria para su operación.
- k) Se hizo el análisis financiero para poder definir el monto de la inversión social y posteriormente el índice de costo-beneficio.
- l) Obtenidos los beneficios y costos sociales, y con base a los criterios recomendados por la Organización de las Naciones Unidas (O.N.U.) y por el Banco Mundial, se obtuvo el índice de beneficio-costos.

Finalmente se procedió a redactar el informe correspondiente para poder presentarlo y que consta de los siguientes Capítulos:

- I. INTRODUCCION.
- II. ENTORNO SOCIO-ECONOMICO. Se describen los aspectos económicos, sociales y políticos del Estado de Michoacán y particularmente de Morelia su Capital y se comenta el turismo en la región.
- III. ESTIMACION DE LA DEMANDA ACTUAL. Partiendo de las premisas de análisis, se determina el área de influencia del aeropuerto y la población de ésta, - el uso actual del transporte aéreo y los motivos del viaje.
- IV. PRONOSTICO DE LA DEMANDA. Se identifican diferentes escenarios de desarrollo y se estima la tasa de crecimiento de la demanda de transporte aéreo, para finalmente determinar su magnitud.
- V. AEROPUERTO ACTUAL. Haciendo referencia a las localidades actuales se identifican las principales características, así como las limitaciones que se tienen.
- VI. NUEVO AEROPUERTO. Con información proporcionada - por la Dirección General de Aeropuertos referente al plan maestro del aeropuerto, se determina el - monto de la inversión y las tarifas por uso de fa

cilidades aeroportuarias, analizando los ingresos y egresos de operación.

- VII. ANALISIS FINANCIERO. Establecidas las características del crédito, se determinaron sus anualidades y el flujo de fondos para el periodo de análisis, de aquí se obtuvo el valor presente para hacer una evaluación financiera.
- VIII. ANALISIS DE BENEFICIO-COSTO. Se determinó los beneficios y costos sociales de la inversión para obtener el índice de beneficio-costos.

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Podemos decir que no existe una metodología establecida para seleccionar y evaluar el sitio de un aeropuerto, debido a la gran cantidad de factores que en ello intervienen, por lo que en este trabajo se pretende dar una idea generalizada de los pasos a seguir para la selección de los sitios adecuados, haciendo referencia a los factores que influyen primordialmente en este proceso.

La determinación de las características de las instalaciones aeroportuarias, se basa en el estudio de la demanda que tendrá el aeropuerto en un período de tiempo establecido.

Es recomendable analizar en conjunto, los factores que intervienen en el desarrollo del tráfico aéreo para tener una visión más clara de la demanda futura del aeropuerto; dependiendo de los métodos de pronosticación usados, es necesario conocer las limitaciones y exactitudes de los mismos, para saber las tolerancias que tendremos en cada caso.

Como se puede apreciar, las áreas fundamentales para determinar un aeropuerto son las pistas, ya que su orientación es decisiva para un eficiente funcionamiento del mismo, así como su longitud es representativa del área total requerida. Es importante seleccionar el método más apropiado para el cálculo de la longitud de las pistas, tomando en considera-

ción el tipo de aeronaves que utilizarán el aeropuerto.

Cabe mencionar que si bien el edificio terminal no es un factor fundamental en la determinación del área requerida por el aeropuerto, si es conveniente tenerlo presente, ya que -- habrá casos en los cuales debido a las condiciones del terreno, no será factible construir este edificio terminal.

Por último, el factor económico será secundario siempre y cuando esto se refleje en una mayor eficacia y seguridad en el funcionamiento del aeropuerto; jamás se sacrificará la eficiencia y seguridad del aeropuerto para la obtención de un ahorro en el aspecto económico, por muy grande que este pudiera ser.

"BIBLIOGRAFIA"

1. HOWARD, GEORGE P.
"Airport Economic Planning"
The Mit Press. 1974.
2. ORGANIZACION DE AVIACION CIVIL INTERNACIONAL (OACI)
"Manual de Previsión del Tráfico Aéreo"
Do. 8991-AT/722, 1972.
3. HORONJEFF, ROBERT
"Planning and Design of Airports"
Second Edition Mc. Graw-Hill 1975.
4. FEDERAL AVIATION ADMINISTRATION (USA)
"Aviation Demand and Airport Facility Requirement for -
Large Air Transportation Hubs Through 1980".
5. ORGANIZACION DE AVIACION CIVIL INTERNACIONAL (OACI)
"Aeródromos Anexo 14"
Séptima Edición.
6. OACI
"Manual de Proyecto de Aeródromos"
Partes 1 y 2 Pistas.
7. MANUALES PUBLICADOS POR LOS FABRICANTES DE AERONAVES
"Caracterfsticas de los Aviones".
8. ORGANIZACION INTERNACIONAL DE NORMALIZACION
"Procedure for Describin Aircarft Noise Around and --
Airports".
9. OACI
"Manual de Planificación de Aeropuertos"
Parte 2. Utilización del terreno y control del medio am-
biente.
Doc. 9184-AN/902
10. CIRCULAR DE LA OACI
"Evaluación del Ruido para planificar la utilización de -
los terrenos"
Doc. 116-AN/86, 1974.
11. HER MAJESTY'S STATIONERY OFFICCE-LONDRES
"Report of the international conference of the reduccion
of noise and disturbance caused by civil aircraft".
12. ALFONSO RICO Y HERMILO DEL CASTILLO
"La Ingenierfa de los suelos en las Vías Terrestres".
VOL. 1
Ed. LIMUSA

13. U.S. FEDERAL AVIATION ADMINISTRATION
"Airport Master Plans"
AC-150/5070-6