

6  
24

# UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO

ESCUELA NACIONAL DE ESTUDIOS PROFESIONALES

ACATLAN

COORDINACION DEL PROGRAMA DE INGENIERIA



**TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN**

## “Localización y Proyecto del Aeropuerto Interna- cional de Bahías de Huatulco, Oaxaca”

**T E S I S**

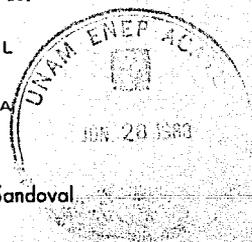
Que para obtener el título de:

**I N G E N I E R O C I V I L**

**P R E S E N T A**

**RAUL CERVANTES HAM**

Director de Tesis; Ing Hector Martínez Sandoval



ACATLAN EDO. DE MEX.

1988



Universidad Nacional  
Autónoma de México



## **UNAM – Dirección General de Bibliotecas Tesis Digitales Restricciones de uso**

### **DERECHOS RESERVADOS © PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL**

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

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

---

**"LOCALIZACION Y PROYECTO DEL AEROPUERTO  
INTERNACIONAL DE BAHIAS DE HUATULCO, OAX."**

**INTRODUCCION**

<b>CAPITULO I.</b>	<b>ANTECEDENTES .....</b>	<b>1</b>
1.1.	Generalidades .....	3
1.2.	Estructura de la Población ...	5
1.3.	Infraestructura Estatal .....	7
<b>CAPITULO II.</b>	<b>PLANIFICACION .....</b>	<b>11</b>
II.1.	Pronóstico de Demanda Aérea ..	12
II.2.	Estrategia de Desarrollo .....	15
2.1.	Zona Aeronáutica .....	15
2.2.	Aviación Comercial .....	18
2.3.	Aviación General .....	20
2.4.	Instalaciones de Apoyo .....	22
II.3.	Operación del Aeropuerto .....	24
3.1	Impacto Ambiental por Ruido... 26	
<b>CAPITULO III.</b>	<b>LOCALIZACION DEL AEROPUERTO ..</b>	<b>31</b>
III.1.	Topografía .....	32
III.2.	Meteorología .....	35
III.3.	Vientos Cruzados y Directos ..	38
<b>CAPITULO IV.</b>	<b>PROYECTO AERONAUTICO .....</b>	<b>49</b>
IV.1.	Longitud de Pista .....	51
IV.2.	Calles de Rodaje .....	62
IV.3.	Plataformas .....	64
3.1.	Dimensionamiento de las plataformas .....	66

---

CAPITULO V.	OPERACION DEL AEROPUERTO .....	71
V.1.	Normas O.A.C.I .....	72
V.2.	Procedimientos Operacionales TERPS.	73
V.3.	Espacio Aéreo .....	79
V.4.	Obstáculos .....	82
V.5.	Peligros .....	84
CAPITULO VI.	SEÑALAMIENTO HORIZONTAL Y VERTICAL NO LUMINOSO EN PISTAS, RODAJES Y PLATAFORMAS .....	80
VI.1.	Señalamiento Horizontal .....	87
VI.2.	Señalamiento Vertical .....	86
.2.1.	Letreros Obligatorios .....	88
.2.2.	Letreros de Información .....	91
CAPITULO VII.	PROYECTO GEOMETRICO .....	100
VII.1.	Movimiento de Materiales .....	101
VII.2.	Costos .....	112
CONCLUSIONES .....		115
BIBLIOGRAFIA .....		118



# *INTRODUCCION*



## I N T R O D U C C I O N .

Este trabajo de Tesis pretende mostrar de manera sencilla la forma en que se localiza y proyecta un aeropuerto, tomando como ejemplo el Aeropuerto Internacional de Bahías de Huatulco, Oax.

En el Capítulo I ( antecedentes ) se habla sobre la población, la infraestructura estatal así como generalidades de la zona donde se localizará el aeropuerto.

En el capítulo II ( Planificación ), se trata lo referente al pronóstico de demanda en base a otros aeropuertos - la estrategia de desarrollo del aeropuerto en cada uno de sus componentes, así como la operación del mismo y un estudio de impacto ambiental por ruido.

En el capítulo III ( Localización del Aeropuerto ), se tratará lo referente a la topografía y meteorología del lugar, factores importantes dentro de la localización de cualquier aeródromo, así como el cálculo de vientos directos y cruzados también importantes en lo referente a la orientación de las pistas.

En el Capítulo IV se refiere al proyecto aeronáutico en el encontraremos las longitudes de pista y rodajes, así como el área de plataformas, con las que contará el Aeropuerto de Bahías de Huatulco.

En los capítulos V y VI, se habla sobre la operación del aeropuerto, así como lo referente al señalamiento horizontal y vertical no luminoso en pista, rodajes, y plataformas.

En el capítulo VII ( Proyecto Geométrico ) y último de --

los cuales consta esta tesis tratará de manera sencilla - lo que es el movimiento de materiales y se mostrará el resultado que se obtuvo en la pista 07-25. También, se ilustrará en una tabla el costo de cada una de las etapas del Aeropuerto.

Es recomendable que para mayor información sobre los datos que se incluyen se consulte la bibliografía referida, ya que el mencionar los diferentes procedimientos que existen para la obtención de dichos datos, sería objeto de otro tema.

I. ANTECEDENTES





1.1. GENERALIDADES.

El Aeropuerto de Bahías de Huatulco, Oax., se encuentra localizado en el Estado de Oaxaca, en las coordenadas 15°45' latitud norte y 96°14' longitud oeste, a 792 km., de la Ciudad de México y a 510 km. de Acapulco ( ver fig. 1.1.)

El aeropuerto contará con características en su etapa operativa para atender adecuadamente a aeronaves del tipo DC-10 y B-727-200, ya que el presente estudio preve para 1990, una movilización de 365,200 pasajeros anuales, entre nacionales, internacionales, regionales y de aviación general y para su horizonte de estudio en el año 2010 se prevee una demanda del orden de 3'667,600 pasajeros anuales.

Es importante destacar que debido a la falta de datos estadísticos por ser un aeropuerto nuevo, como apoyo se consideró importante evaluar las características de aeropuertos de la red nacional con comportamientos similares a lo que se presentará en el Aeropuerto de Bahías de Huatulco.



FIGURA 1.1



## 1.2. ESTRUCTURA DE LA POBLACION.

En el Censo Nacional de Población realizado en el año de 1980, la población en el Estado de Oaxaca, ascendía a 2,518 millones de habitantes, de los que el 49.52% lo representaban los hombres y el 50.47% las mujeres.

En los municipios del Estado de Oaxaca, como Juchitán, Salina Cruz y Oaxaca, se encuentran las concentraciones de asentamientos humanos más importantes y en los cuales el 70.8% lo integran habitantes de 1 a 39 años de edad.

Es preciso elegir con gran cuidado el emplazamiento de los aeropuertos en relación con las zonas pobladas circundantes y las pistas deberán orientarse de manera que las trayectorias de vuelo no pasen sobre centros habitados, mientras las aeronaves se encuentren por debajo de ciertas alturas.

Los aeropuertos deberán estar convenientemente situados desde el punto de vista de la distancia y el tiempo necesario para poder trasladarse a

ellos desde los núcleos de población existentes y futuros, así como desde las zonas comerciales e industriales, que estén destinados a servir. Por consiguiente, es preciso considerar el posible lugar de emplazamiento desde el punto de vista general de los pasajeros, expedidores de mercancías, operadores de aeronaves y personal empleado, mano de obra, etc.

La población económicamente activa de la zona se encuentra distribuida de la siguiente manera:

a).- Agricultura, ganadería, silvicultura, pesca y caza: 71.53%

b).- Industrias del petróleo, extractivas, transformación y construcción: 10.92%

c).- Comercio, transportes, servicios y gobierno: 12.16%

d).- No especificados: 5.39%



### 1.3. INFRAESTRUCTURA DE TRANSPORTE ESTATAL.-

Para que un aeropuerto pueda prestar servicios eficientes, es indispensable que los pasajeros y las mercancías tengan acceso rápido y cómodo al mismo. Los posibles emplazamientos que cuenten con sistemas de transporte ineficientes o inadecuados, que no permitan la circulación uniforme del tráfico en todo momento, exigirán desembolsos para remediar estas deficiencias. En igualdad de condiciones, son preferibles los emplazamientos que estén comunicados por una red de carreteras apropiada y, cuando corresponda, por ferrocarriles y vías navegables.

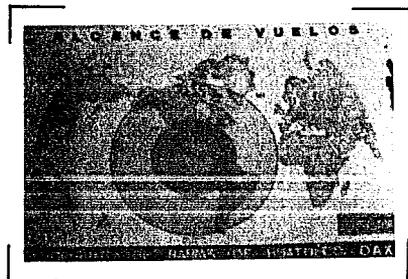
**CARRETERAS.-** El Estado de Oaxaca, cuenta con un red de carreteras de 4,419 kms., de los cuales el 37.26% son caminos federales y el 62.74% estatales, de los cuales un elevado porcentaje están pavimentados y el resto son terracerfas y brechas. ( ver fig. 1.2.)

**FERROVIARIA.-** En cuanto a la red ferroviaria estatal se cuenta con 758 kms. de entre las cuales está la ruta que comunica MEXICO-PUEBLA-OAXACA,-

operada por Ferrocarriles Nacionales de México. ( ver fig. 1.2. )

**AEROPORTUARIA.-** La comunicación aérea estatal, se limita a la existencia de 82 aeródromos de -- los cuáles solo los de Ixtepec, Puerto Escondido, Pínotepa Nacional, Oaxaca, Salina Cruz y San Jerónimo -- cuentan con características para recibir aeronaves -- del tipo DC-3, B-727 y HS-748. ( ver fig. 1.3. )

En los restantes opera exclusivamente avia -- ción general ligera.



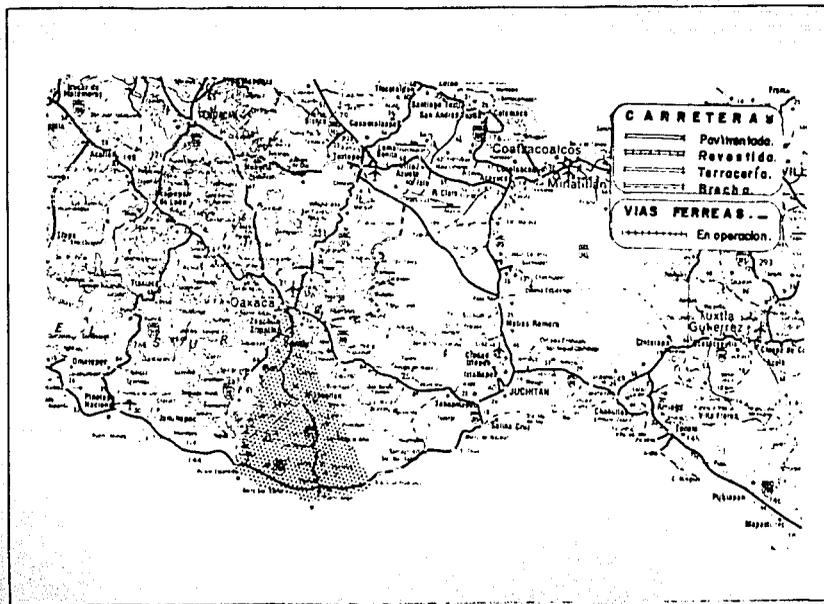
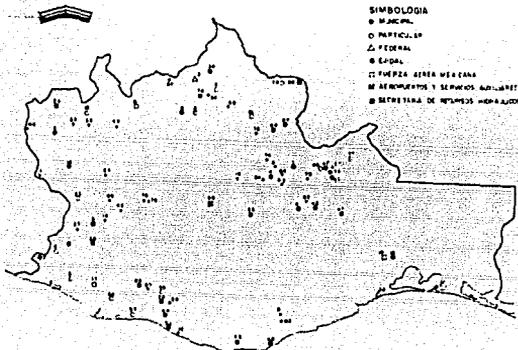


FIG. 1.2

## AERODROMOS DEL ESTADO DE OAXACA



**SIMBOLOGIA**  
 ● MUNICIPAL  
 ○ PARTICULAR  
 ▲ FEDERAL  
 ■ FUERZA AEREA MEXICANA  
 ■ AERODROMOS Y SERVICIOS AUXILIARES  
 ■ SERVICIOS DE EMPRESAS INDUSTRIALES

POBLACION AERODROMO	Ciudad	Estado	Tipos	POBLACION AERODROMO	Ciudad	Estado	Tipos	POBLACION AERODROMO	Ciudad	Estado	Tipos
SAN PEDRO HUANUSCO	1	MUN	AVIA	NOPALA	78	MUN	AVIA	JARAL	32	MUN	AVIA
ATONILCO	2	MUN	AVIA	PAQUISTLANIACA	79	MUN	AVIA	TOTOTTEPEC	33	MUN	AVIA
PALCO GRANDE	3	PAR	AVIA	DAXACA	30	ASA	R-77	TRINACAC	5	AVIA	AVIA
BETLEZA	4	MUN	AVIA	S. ANTONIA HAC	31	PAR	DC 3	TOTOTTEPEC	50	PAR	AVIA
CACAHUATEPEC	5	PAR	AVIA	PTO. ESCOBEDO	32	MUN	MS-40	SAN FELIX LUSIA	50	MUN	AVIA
LOMA LARGA	6	MUN	AVIA	PUEBLA DE GARC	33	PAR	AVIA	VALLE NACIONAL	66	PAR	AVIA
COCOVAN DE LAS FLORES	7	AVIA	AVIA	MICATELAN	34	MUN	AVIA	YOLA ACIA	61	MUN	AVIA
FONCIACION PAPALD	8	PAR	AVIA	RANCHO SIENA	35	PAR	AVIA	SA. MIGUEL METEPEC	62	MUN	AVIA
CUICATLAN	9	MUN	AVIA	REFORMA	36	MUN	AVIA	LILANCO GRANDE	63	AVIA	AVIA
BRJOS DE COILA	10	AVIA	AVIA	RIO GRANDE	37	PAR	AVIA	EL BALC	64	AVIA	AVIA
SANTIAGO CHOFAN	11	MUN	AVIA	SALINA CRUZ	38	LEG	DC 3	SANTIAGO TAMEC	65	PAR	AVIA
HUALSUJAPAN DE LEON	12	PAR	AVIA	SA. JOSE TLANAGO	39	MUN	AVIA	ARISONTITEPEC	66	EP	AVIA
MARTELA DE JAZMIN	13	LEG	AVIA	SAN JUAN JALTEPEC	40	MUN	AVIA	STA. MARIA CACATEPEC	67	MUN	AVIA
HONDURUA	14	AVIA	AVIA	MIELES	41	MUN	AVIA	ZARATELAN LAGUNAS	68	MUN	AVIA
SAN JERONIMO	15	MUN	DC 3	SA. JUAN OTEZOTEPEC	42	MUN	AVIA	SANTO AGUSTIN	69	MUN	AVIA
ISTEPEC MEXICAN	16	FAU	R-77	SA. MIGUEL OTEZOTEPEC	43	MUN	AVIA	MATEMOSOS	70	MUN	AVIA
JARAL TEPIC	17	PAR	AVIA	SA. PEDRO MARTINEZ	44	MUN	AVIA	SA. JUAN TIL	71	AVIA	AVIA
SANTIAGO AJUTLAHACCA	18	MUN	AVIA	SA. PEDRO MESQUITA	45	MUN	AVIA	JARDONES	72	MUN	AVIA
LEONARDO	19	AVIA	AVIA	STA. MARIA HUATUCO	46	EP	AVIA	CUTAMICALCO	73	PAR	AVIA
LATEM	20	AVIA	AVIA	STA. MARIA COXILAN	47	MUN	AVIA	TULE DE CASIME	74	AVIA	AVIA
SA. JUAN BAUTISTA	21	EP	AVIA	STA. MARIA TICATELAN	48	MUN	AVIA	SAN FRANCISCO JUEGA	75	AVIA	AVIA
LOS BOMBOS	22	SAP	DC 3	TAMAZULAPAN	49	MUN	AVIA	SAN MEX. TEOZACATECO	76	MUN	AVIA
LOS VALLES	23	AVIA	AVIA	TEOTITLAN DEL CAMINO	50	MUN	AVIA	JALTEPEC DE CANOAS DC	77	PAR	AVIA
MARISCALA DE HUARDI	24	SIAM	AVIA	TEPELIMBE DE MORELOS	51	PAR	AVIA	SA. MIGUEL EL GRANDE	78	MUN	AVIA
SAN P. VIELA DE VILLA	25	MUN	AVIA	TEOUILA	52	MUN	AVIA	CODZUMITLAN	79	EP	AVIA
SAN GABRIEL	26	MUN	AVIA	TEZOTLAN	53	MUN	AVIA	JARDONIA	80	MUN	AVIA
MONTENEGRO	27	MUN	AVIA	TILALCO	54	MUN	AVIA	LA MENTED	81	MUN	AVIA
								SAN VICENTE	82	MUN	AVIA

FIG. 1.3



## *II. PLANIFICACION*

### 11.1. PRONOSTICO DE DEMANDA AEREA.-

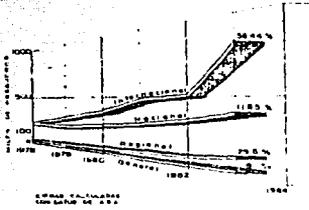
Como punto de partida del presente estudio, se tomaron en cuenta los estudios de mercado al igual que la oferta propuesta por FONATUR que determina la política de desarrollo del Complejo Turfstico Bahías de Huatulco.

Estos datos se complementaron con el estudio del comportamiento aereo de aeropuertos similares: Cancún ( 1976-1983 ), Zihuatanejo ( 1976-1983 ) y Acapulco ( 1967-1983 ) ( ver figs. 2.1. 2.2. 2.3 ).

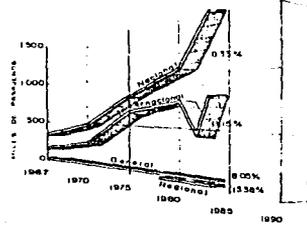
El estudio reporta un crecimiento anual promedio de los tres aeropuertos en cuanto a pasajeros comerciales anuales de 22.83% y de aviación general 11.3% mientras que la red nacional reportó un crecimiento del 12.10% y 13.50% anual respectivamente.

De acuerdo a la política de desarrollo del complejo turfstico, al impacto de afluencia turfstica nacional e internacional, al porcentaje que se espera recibir por vía aérea, y a la demanda provocada por influencia de la consolidación del complejo turfstico, se pronostica en la etapa operativa del aeropuerto una

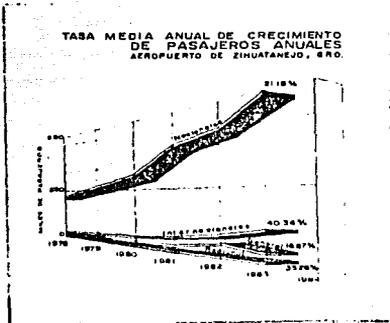
TASA MEDIA ANUAL DE CRECIMIENTO DE PASAJEROS ANUALES AEROPUERTO DE CANCUN, Q. ROO.



TASA MEDIA ANUAL DE CRECIMIENTO DE PASAJEROS ANUALES AEROPUERTO DE ACAPULCO, GRO.



TASA MEDIA ANUAL DE CRECIMIENTO DE PASAJEROS ANUALES AEROPUERTO DE ZIHUATANEJO, GRO.



FIGS. 2.1- 2.2 -2.3

tasa media anual de crecimiento del 39.28%

En la puesta en operación en 1987, se espera un movimiento total de 139,400 pasajeros. Durante esta etapa se mantendrá una tasa media anual de crecimiento del orden de 39.28% por lo cual para 1990, se deberán movilizar un total de 365,200 pasajeros anuales de los cuales 207,900 serán nacionales, 13,600 regionales, 132,400 internacionales y 11,400 de aviación general.

Para la segunda etapa que comprenderá de los años 1990 a 1995, el crecimiento medio anual bajará el 16.60%, ya que se verán incrementados los atractivos turísticos, y como consecuencia la estadía promedio aumentará. Por tal efecto, para el año de 1995 se calcula atender una demanda de 901,200 pasajeros anuales y para el período de 1995 al 2000, se espera una demanda del orden de 1'438,300 pasajeros anuales.

Para su desarrollo al año 2010, se conservará un ritmo de crecimiento promedio del 10% anual. El horizonte de máximo desarrollo será de intensa actividad, ya que la aviación comercial movilizará - -



aproximadamente a 1,600 pasajeros en la hora de máxima demanda.

Los parámetros en hora crítica se calcularon en base al comportamiento aéreo de la red aeroportuaria nacional.

#### 11.2. ESTRATEGIA DE DESARROLLO.-

Dentro del plan maestro se prevé el desarrollo orgánico del aeropuerto en base a sus principales elementos que lo conforman.

La planeación del desarrollo del aeropuerto comprende cuatro etapas, de las cuales la primera estará subdividida en dos fases, A y B, con el objeto de obtener recursos de la operación del aeropuerto -- con el mínimo de instalaciones necesarias. ( ver fig. 2:4. )

##### 11.2.1. ZONA AERONAUTICA.-

Pistas y rodajes. La geometría de la zona aeronáutica consistente en una pista de 2,700 m. de

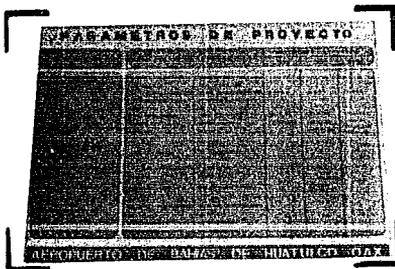
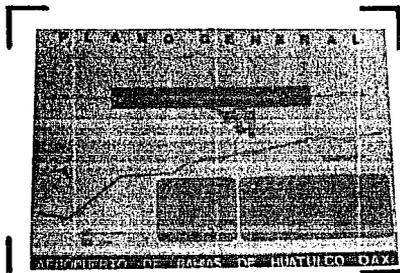
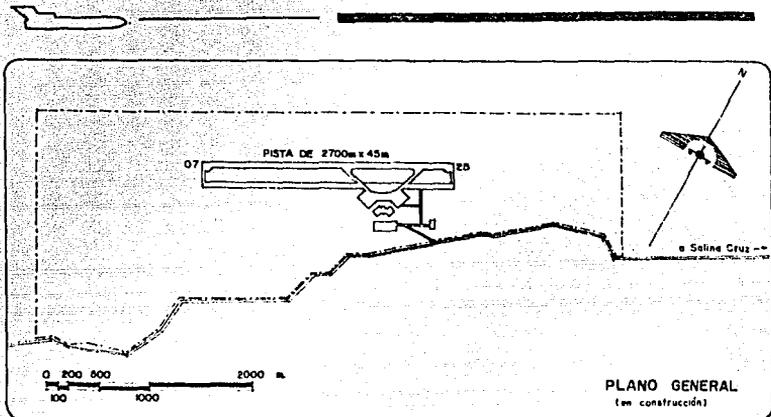


FIG. 2.4



#### ZONA AERONAUTICA

PISTAS(S): 07-25    2700x45

RODAJE(S): ALFA    450x23  
                 BRAVO    450x23

#### ZONA TERMINAL

PLAT. AV. COM. (m) : 170x110

PLAT. AV. GRAL. (m) : 100x45

EDIF. AV. COM. (m2) : 2943

EDIF. AV. GRAL. (m2) : 600

EST. AV. COM. (m2) : 3000.00

EST. AV. GRAL. (m2) : 300.00

WAWAPES (m2) : 2160

NUMERO WAWAPES : 6

#### INSTALACIONES DE APOYO

TORRE DE CONTROL (m) : 25

EDIF. ANEJO (m2) : 300

CASA MAQUINAS (m2) : 300.00

CREI: RESCATE : UNINDO

EXTINCTION : J/EN

EYACUACION : AMBULANCIA

CANTINO DE ACCESO (m) : 450

CANTINO PERIM. (m) : 7000

ZONA COMBUST. : # HIDRANTES : 3

GAS AV. 00/07 (l) : 60000

GAS AV. 100/130 (l) : 60000

TURBOSINA (l) : 60000

#### AYUDAS A LA NAVEGACION

SERVL. HORIZ. Y VERT. : SI

CONO DE VIENTOS : 2

SISTEMA DE LUCES : SI

RADAR : NO

VASIS : NO

FARO : SI

VOR/DME : SI

ILS : NO

AVASIS : NO

largo y 45 m., de ancho y dos calles de rodaje, satisfarán la demanda pronosticada hasta el año 2,000 de 13 operaciones horarias.

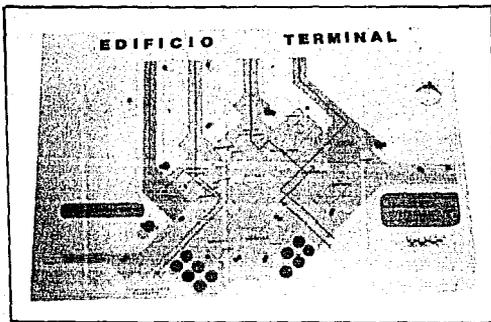
#### 11.2.2. AVIACION COMERCIAL.-

**Plataforma.** La plataforma necesaria para la primera etapa no cambiará su capacidad sino hasta el año de 1990, su desarrollo se hará al SW, mientras que para la etapa de máximo desarrollo el crecimiento de la plataforma se preve en las partes laterales de la misma.

**Edificio Terminal.** La construcción del edificio terminal se iniciará en la fase "B" de la primera etapa, con capacidad al año 1990.

Los pasajeros en fase "A" serán atendidos en forma provisional en el edificio anexo, por un lapso de un año, a partir de la entrada en operación del aeropuerto.

El desarrollo previsto para la segunda etapa se hará en las partes laterales del edificio y para





la tercera y cuarta etapa se dispondrá de área próxima a la plataforma para salas de última espera.

Estacionamiento de Pasajeros de Aviación Comercial y Empleados. Se ubicará al S.E. del edificio terminal a una distancia de 15 m., y sus dimensiones en la primera etapa serán de 130m., de largo y 37 m., de ancho. Se preve su desarrollo hacia el SE y SW, para alcanzar en la etapa de máximo desarrollo -- una superficie de 230 m., de largo y 140 m., de ancho para estacionar un total de 1,300 automóviles.

### II.2.3. AVIACION GENERAL.-

Plataforma. El crecimiento de la aviación general no será significativo, ya que se trata de un aeropuerto con características turísticas; por lo cual, la construcción de la plataforma se realizará en la fase "B" de la primera etapa, ubicándose al NE de la plataforma de aviación comercial y a una distancia de 170 m., para permitir el adecuado desarrollo de ambas. Por efecto de planeación, en la primera -- etapa, se construirá una plataforma de 100 m., de largo y 45 m., de ancho que satisficará la demanda hasta el año 2,000 y su crecimiento se planeó hacia el NE.





En esta zona se preve infraestructura para hangares en una superficie de 45 m., de ancho y 48 m., de largo para 6 avionetas. Con esta superficie se satisfacerá la demanda hasta el año 2,010.

#### 11.2.4. INSTALACIONES DE APOYO.-

Zona de Combustibles. Queda localizada al este de la zona de hangares y se integra a las plataformas con una vialidad de servicio de 520 m., de longitud; para la primera etapa contará con una superficie de 80 m., de largo y 30 m., de ancho, su crecimiento en las subsecuentes etapas se planeó hacia el este.

Torre de Control. Se localiza al NE de la plataforma de aviación comercial a una distancia de 110 m., tendrá una altura de 25 m., que facilitará el control adecuado tanto del espacio aéreo como de la zona aeronáutica.

#### Cuerpo de Rescate y Extinción de Incendios

Se localiza al este de la plataforma de aviación comercial, a una distancia de 60 m., de la misma con una superficie de 30 m., de ancho y 35 m.,



de largo, su localización permitirá que a través de una vialidad de servicio, se pueda brindar seguridad en caso de desastre a los extremos más alejados del aeropuerto, principalmente en pista, rodajes y plataformas.

Edificio anexo. Se localiza al SE de la torre de control a una distancia de 18 m., debido a la escasa demanda a cubrir de pasajeros horarios en aviación general, se planeó localizar el área de atención a los pasajeros dentro del edificio anexo, del cual se planeó una superficie de 20 m., de ancho y 45 m., de largo.

Edificio de mantenimiento. Se localiza al NW del edificio anexo, en una superficie de 12 m., de ancho y 30 m., de largo.

### 11.3. OPERACION DEL AEROPUERTO.-

Debido a que los aeropuertos son polos de atracción para el establecimiento de negocios y viviendas, la planeación de estos no solamente se limita a su ámbito, sino que trasciende a su entorno.

Por tal motivo, para evitar los problemas causados por los asentamientos humanos, se realizan los estudios correspondientes para delimitar tanto el espacio aéreo libre de obstáculos que requieren las aeronaves para su operación así como las zonas en donde se produce el ruido que provocan.

Los aspectos relativos al medio ambiente deben ponderarse cuidadosamente al construir un nuevo aeropuerto o ampliar uno ya existente. Deben efectuarse estudios del impacto que tendrá la construcción y funcionamiento de un aeropuerto o la ampliación de uno existente y los niveles aceptables de la calidad del aire y del agua, niveles de ruido, procesos ecológicos y expansión demográfica de la zona, a fin de determinar como pueden satisfacerse mejor las exigencias del aeropuerto.

El ruido producido por las aeronaves es el problema más grave en materia de medio ambiente, que debe considerarse al proyectar las instalaciones aeroportuarias. Se ha hecho muchísimo para fabricar motores más silenciosos y modificar los procedimientos de vuelo, lo que ha dado lugar a una atenuación

considerable del ruido. Otro medio eficaz para lograrlo consiste en planificar convenientemente la utilización de los terrenos que circundan el aeropuerto. -- Cuando se trata de aeropuertos existentes pueden plantearse dificultades, porque el terreno puede estar ya edificado. Deberá hacerse todo lo posible para apartar el tránsito aéreo de las zonas edificadas.

#### II.3.1. IMPACTO AMBIENTAL POR RUIDO.-

El ruido producido por las aeronaves en las inmediaciones de los aeropuertos constituye un serio problema. Entre los factores que deben considerarse al proyectar un aeropuerto se cuentan, por ejemplo: - la medición y descripción del ruido producido por las aeronaves, la reglamentación de la utilización de los terrenos, los procedimientos para atenuar el ruido de los motores en tierra y en vuelo, la certificación de aeronaves en cuanto al ruido, la tolerancia humana al ruido de las aeronaves, el efecto que tiene en la vecindad de los aeropuertos el aumento del tráfico, y - la entrada en servicio de nuevos tipos de aeronaves.

Para prevenir una reacción social adversa,



no es siempre factible situar un aeropuerto en un lugar suficientemente apartado de los núcleos de población. La construcción de aeropuertos en lugares alejados es a la vez poco práctica y costosa, sin contar que va contra el objetivo de reducir la duración del viaje de puerta a puerta. Por lo tanto, es importante adquirir o disponer de una extensión suficiente de terreno para salvar o mitigar el problema del ruido, tanto en el propio aeropuerto como en los núcleos de población. Es preciso determinar el nivel que pueden alcanzar las molestias debidas al ruido, en términos que indiquen la relación existente entre el nivel y duración de la exposición al ruido y la reacción humana.

Al tratar de evaluar la magnitud de las molestias que puede causar en el futuro el ruido en los emplazamientos 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. No obstante, cabe pensar que los cálculos y evaluaciones a largo plazo de la perturbación debida al ruido serán un tanto hipotéticos-



y menos fidedignos que los que se hagan a corto plazo.

El nivel del ruido producido por las aeronaves en el aeropuerto y en sus inmediaciones, se considera generalmente una partida principal de gastos - adscrita al medio ambiente y relacionada con la instalación. El terreno mayormente expuesto al ruido se encuentra directamente debajo y a ambos lados de las trayectorias de aproximación y despegue.

Con el fin de planificar en forma adecuada y hacer compatibles los usos del suelo de los terrenos aledaños a un aeropuerto con la operación de éste se realizan estudios utilizando el método NEF ( Pronóstico de Exposición al Ruido ), desarrollado por la Secretaría de Desarrollo Urbano y Ecología, para delimitar las zonas más afectadas por este tipo de contaminación.

Los parámetros más importantes que se consideraron para la evaluación del ruido fueron: altura del lugar, temperatura, número de aterrizajes y despegues, tipo de aeronave, porcentaje de utilización de las cabecezas y perfiles de aproximación.

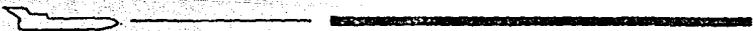
El proceso de los parámetros indicados, da como resultado la obtención de las curvas de intensidad del ruido, de las cuales, las de NEF 30 y NEF 40 son las que limitan las zonas más afectadas por la operación de las aeronaves. El método considera que la zona más afectada es donde se producen niveles de ruido de 40 NEF, en donde es deseable que se ubiquen únicamente parques públicos o áreas verdes.

La zona con niveles de ruido entre 30 y 40 NEF permite el establecimiento de comercios, industrias y áreas verdes, y la zona con niveles de ruido inferiores a los 30 NEF permite asentamientos habitacionales y comerciales.

Para el cálculo de las áreas expuestas al ruido se utilizó el método de área equivalente, el cual está basado en el supuesto de que el área impactada por ruido pueda relacionarse con el tipo de avión y con el número de ciclos de aterrizajes y despegues.

La puesta en operación del Aeropuerto Internacional de Bahías de Huatulco, Oax., generará una gran zona de afectación por el ruido de las aeronaves ( ver fig. 2.5 )





*III. LOCALIZACION  
DEL  
AEROPUERTO*



III.1. Topografía.- La topografía, importante por la pendiente del terreno, por la situación y por la variedad de características naturales, por ejemplo árboles y cursos de agua, así como la existencia de estructuras artificiales, edificios, carreteras, líneas de alta tensión, etc., pueden influir en la necesidad de efectuar trabajos de desmonte, terraplenado, nivelación y drenaje. La pendiente natural y el drenaje del terreno son importantes desde el punto de vista del proyecto y construcción, porque determinan el volumen y la magnitud de los trabajos de movimiento de tierras y de nivelación, necesarios para contener las pendientes deseadas y, por ende, el costo de preparación del emplazamiento. Un terreno que se ajuste de cerca a los niveles previstos, y que cuente con un buen drenaje, puede ahorrar sumas considerables.

En aquellas regiones donde las enfermedades tropicales son endémicas, al proyectar los aeropuertos deberá procurarse que no exista la posibilidad de que los insectos vectores de enfermedades entren en las aeronaves, teniendo en cuenta las distancias, reconocidas internacionalmente, que pueden volar los mosquitos.





La configuración topográfica general de la zona donde se localiza el aeropuerto, es abrupta, variando la altura entre el nivel del mar y los 135 metros, localizándose al oeste la zona más alta.

Su vegetación de acuerdo al Instituto Nacional de Investigación Forestal está formada por grupos vegetales típicos de la zona como son bambú, palmeras y carrizos.

La localización del terreno que se eligió para la construcción del Aeropuerto Internacional de Bahías de Huatulco, Oax., cumple con las mejores características que pueden determinarse en una zona de acantilados y elevaciones con pendientes muy grandes que se adentran en tierra firme formando sierras con cañones muy profundos y montañas de considerable altitud. ( ver fig. 3.1. )

El terreno se encuentra geográficamente en las coordenadas 15°45' latitud norte y 96°14' longitud oeste con una altura de 135 metros en promedio.

---

sobre el nivel del mar. Esta localización se consideró como la más adecuada ya que la transportación a la zona hotelera será de 15 km., con un tiempo de recorrido de 20 minutos. La temperatura promedio del lugar es de 28.5° C con precipitaciones pluviales bajas en general reduciéndose a cero durante los seis meses siguientes al mes de octubre ( ver fig. 3.2. )

III.2. Meteorología.- Las condiciones meteorológicas pueden variar considerablemente entre emplazamientos situados en la misma zona. La distribución de los vientos combinada con la visibilidad y el techo de nubes, son elementos de primordial importancia para decidir la orientación de las pistas y tomar medidas en previsión de que las operaciones se realicen en todo tiempo o solamente en condiciones visuales. Ciertas localidades pueden estar sujetas a la formación de niebla, fenómenos de turbulencia, o mayor precipitación pluvial lo cual puede restar eficiencia y regularidad a las operaciones.

El estudio meteorológico para aeropuertos tiene como meta determinar la variación de los fenómenos atmosféricos en los sitios propuestos, logran

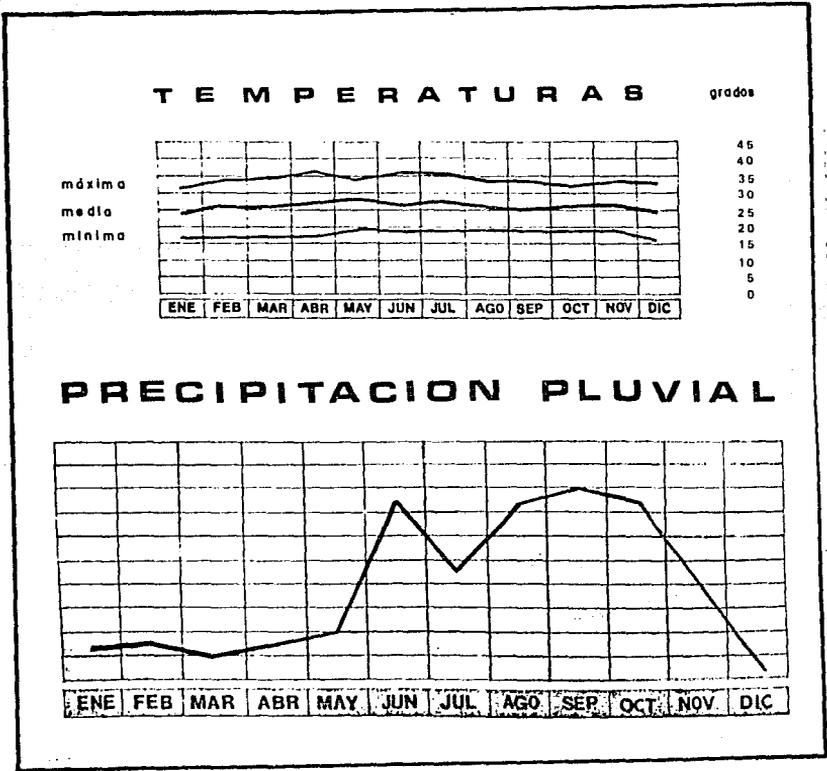


FIG. 3.2

do conocer la magnitud de estos y proporcionando datos que resultan auxiliares eficaces en el proyecto general de un aeropuerto. A continuación algunos fenómenos meteorológicos relativos al proyecto de aeropuertos:

a).- Humedad relativa.- Es determinante en el cálculo y selección de equipo; auxilia en la estimación del tiempo de fraguado de concreto y morteros.

b).- Lluvia.- De su magnitud depende el cálculo de la capacidad de drenado de la zona; su periodicidad auxilia en la programación de la obra, así como la utilización de impermeabilizantes.

c).- Temperatura.- Indispensable en el cálculo de la longitud de pista, en la selección de materiales para la construcción de pistas, plataformas, rodajes, y accesos en general y en el cálculo de equipo para climatizado.

d).- Techos y visibilidades.- Norman el criterio para la selección y uso de ayudas visuales o radio ayudas, tanto en el proyecto como en la operación de los

aeropuertos.

e).- Viento.- Importante en la orientación de pistas y edificios, el cálculo de ventilación natural en edificios, la capacidad del equipo para clima acondicionado y el cálculo de estructuras.

III.3.- VIENTOS CRUZADOS Y DIRECTOS.- El análisis de vientos se realiza a través de la rosa de vientos, que nos muestra gráficamente la forma en que inciden los vientos en el lugar de estudio, componiéndose el análisis de rosa de vientos directos y rosa de vientos cruzados. Para el cálculo de dichas rosas de viento se procede de la manera siguiente:

- Se traducen las gráficas del anemocienógrafo, anotando los datos en las hojas de "direcciones y velocidades de vientos".
- De acuerdo a su dirección se clasifican en: Norte ( N ), Nornoreste ( NNE ), Noreste ( NE ), Estenoreste ( ENE ), Este ( E ), Estesureste ( ESE ), Sures

te ( SE ), Sursureste ( SSE ), Sur ( S  
Sursuroeste ( SSW ), Suroeste ( SW ),  
Oestesureste ( WSW ), Oeste ( W ), Des  
tenoroeste ( WNW ), Noroeste ( NW ) y  
Nornoroeste ( NNW ); de acuerdo a su  
velocidad se clasifican en:

. Calmas, de 0 a 4.8 Km/h ( 0.4 a 2.8 K )  
. Rango I, de 4.9 a 24.0 Km/h ( 2.7 a 13  
k ).

. Rango II, de 24.1 a 48.3 Km/h ( 13.1 a  
26 k ).

. Rango III, mayores de 48.3 km/h ( 26 k  
nots ).

- Todos los datos se pasan a la hoja de  
selección mensual de datos ( ver fig.  
3.3 ).

- Se suman los datos anteriores en las  
columnas del extremo derecho de la mis  
ma hoja.

- Se suman el total de lecturas de cada-



dirección y en cada velocidad, anotándose los resultados en las columnas - del extremo izquierdo de la hoja de - "cálculo de porcentajes para vientos directos". ( ver fig. 3.4. )

- Se calcula un factor de porcentaje unitario, obteniendo el recíproco del total de lecturas y multiplicando por cien, a su vez este factor se multiplica por cada lectura, obteniéndose el porcentaje correspondiente a cada dirección y a cada rango y se anotará - en la hoja "cálculo de porcentajes para vientos cruzados". ( ver fig. 3.5)

- Con estos resultados se dibujan las gráficas de las rosas de los vientos, tanto directos ( fig. 3.6 ) como cruzados ( fig. 3.7 ). Las tablas que en ellas aparecen servirán para nombrar el criterio de orientación de las o las pistas.



UNAM ENEP  
ACATLAN

CALCULO DE PORCENTAJES PARA VIENTOS DIRECTOS

AEROPUERTO DE:

PERIODO DE OBSERVACION:

RUMBOS	RANGO I		RANGO II		RANGO III		RANGO IV		PORCENTAJES CUBIERTOS EN CADA RUMBO																			
	NUMERO DE LECTURAS	PORCENTAJE RELATIVO	NUMERO DE LECTURAS	PORCENTAJE RELATIVO	NUMERO DE LECTURAS	PORCENTAJE RELATIVO	NUMERO DE LECTURAS	PORCENTAJE RELATIVO	00—01	01—19	02—20	03—21	04—22	05—23	06—24	07—25	08—26	09—27	10—28	11—29	12—30	13—31	14—32	15—33	16—34	17—35		
N																												
NNE									0.500	0.500	1.000	1.000	0.750	0.750														
NE											0.750	0.750	1.000	1.000	0.500	0.500												
ENE													0.500	0.500	1.000	1.000	0.250	0.250										
E															0.500	0.500	1.000	1.000	0.250	0.250								
ESE																	0.500	0.500	1.000	1.000	0.250	0.250						
SE																			0.500	0.500	1.000	1.000	0.250	0.250				
SSE									0.500	0.500											0.500	0.500	1.000	1.000	0.250	0.250		
S									1.000	1.000	0.500	0.500											0.500	0.500	1.000	1.000	0.250	0.250
SSW									0.500	0.500	1.000	1.000	0.750	0.750														
SW											0.750	0.750	1.000	1.000	0.500	0.500												
WSW													0.500	0.500	1.000	1.000	0.250	0.250										
W															0.500	0.500	1.000	1.000	0.250	0.250								
WNW																	0.500	0.500	1.000	1.000	0.250	0.250						
NW																			0.500	0.500	1.000	1.000	0.250	0.250				
NNW									0.500	0.500											0.500	0.500	1.000	1.000	0.250	0.250		
≠ S																												
CALMAS	=																											
TOTAL %	RESERVA DE LECTURAS RANGO I + RANGO II + RANGO III + RANGO IV + CALMAS = 100.00																											
Notas: Con un promedio de _____ lecturas diarias.																												
TOTAL %:																												
N -									RANGO I + RANGO II + RANGO III + RANGO IV + CALMAS =																			
									FACTOR % = 100.00/N =																			

UNAM ENEP  
ACATLAN

AEROPUERTO DE :

PERÍODO DE OBSERVACIONES:

CALCULO DE VIENTOS CRUZADOS

RUMBO	PORCENTAJE	18		19		20		21		22		23		24		25		26		27		28		29		30		31		32		33		34		35			
		N	S	N	S	N	S	N	S	N	S	N	S	N	S	N	S	N	S	N	S	N	S	N	S	N	S	N	S	N	S	N	S	N	S	N	S	N	S
N																																							
NNE																																							
NE																																							
ENE																																							
E																																							
ESE																																							
SE																																							
SSE																																							
S																																							
SSW																																							
SW																																							
WSW																																							
W																																							
WSW																																							
W																																							
WNW																																							
NW																																							
NW																																							
NW																																							
CALMAS																																							
RANGO I																																							
RANGO II																																							
RANGO III																																							
TOTALES																																							

Tabla de observación de vientos directos cubiertos por 5885 metros de altura en la zona de estudio.

DIRECCION DE LA PISTA	00-18	01-19	02-20	03-21	04-22	05-23	06-24	07-25	08-26	09-27	10-28	11-29	12-30	31	01-31	02-31	03-31	04-31	05-31
% calmas y de Ca. limitas /h	35.30	35.30	35.30	35.30	35.30	35.30	35.30	35.30	35.30	35.30	35.30	35.30	35.30	35.30	35.30	35.30	35.30	35.30	35.30
% vientos	11.06	11.46	12.47	13.58	14.48	16.18	16.35	18.34	20.41	22.95	25.47	23.54	20.97	17.72	14.08	11.60	11.07	10.68	
Total	48.35	46.76	47.77	48.88	49.78	50.48	51.65	53.64	55.71	58.25	60.77	58.84	56.27	53.02	48.38	46.90	46.37	45.95	

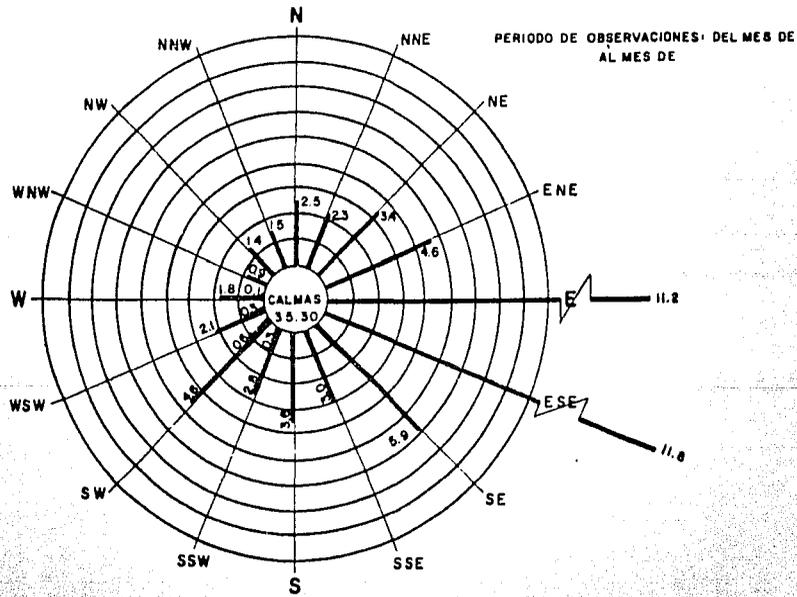


Tabla de porcentajes de vientos cruzados de 10.0 millas/h

DIRECCION DE LA PISTA	10-30	01-19	02-20	03-21	04-22	05-23	06-24	07-25	08-26	09-27	10-28	11-29	12-30	13-31	14-32	15-33	16-34	17-35	
% calmas y de 0 a 3 millas/h	35.30	35.30	35.30	35.30	35.30	35.30	35.30	35.30	35.30	35.30	35.30	35.30	35.30	35.30	35.30	35.30	35.30	35.30	35.30
% vientos de 3.1 a 15 millas/h	63.40	63.40	63.40	63.40	63.40	63.40	63.40	63.40	63.40	63.40	63.40	63.40	63.40	63.40	63.40	63.40	63.40	63.40	63.40
% vientos de 16 a 30 millas/h	0.49	0.78	0.95	1.11	1.19	1.20	1.16	1.04	0.88	0.65	0.48	0.28	0.17	0.12	0.10	0.12	0.20	0.28	0.39
% vientos mayores de 30 millas/h																			
% total cubierto	99.19	99.46	99.65	99.61	99.69	99.90	99.86	99.74	99.55	99.35	99.18	98.66	98.87	98.82	98.60	98.82	98.90	99.08	99.08

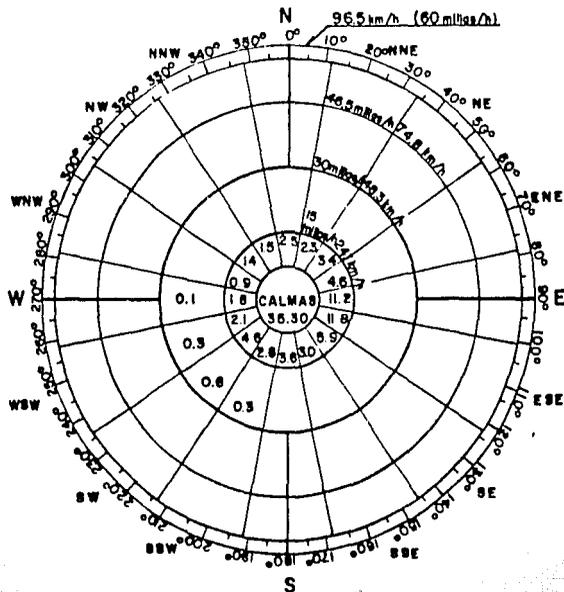
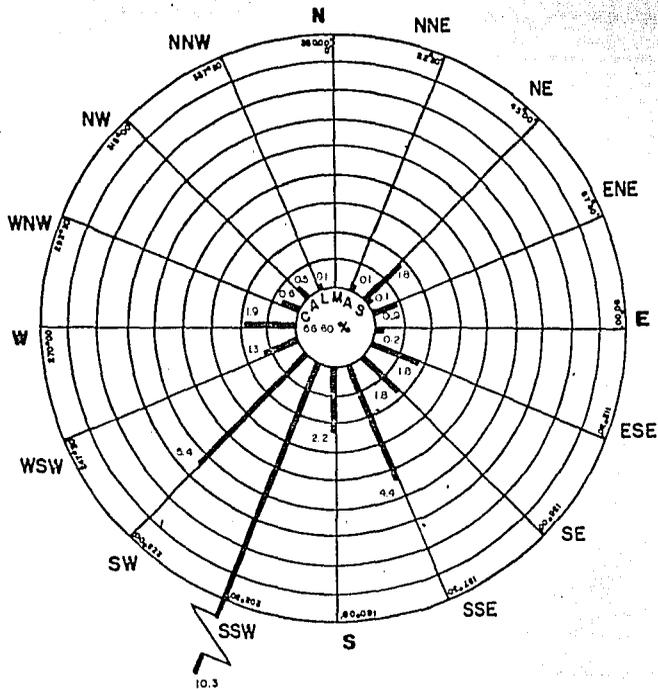


Fig.3.7 Rosa de vientos para vientos cruzados



En el Aeropuerto de Bahías de Huatulco, después de haber realizado el estudio anteriormente mencionado se llegó a la conclusión de que la orientación más óptima para la pista sería la 03-21, esta orientación fue obtenida de las tablas de porcentaje de vientos directos y vientos cruzados, observándose que dentro de los totales en vientos directos, en la columna donde este total es el más próximo al 100% es en la dirección de pista 03-21, ahora bien, en la tabla de vientos cruzados existen varios totales tan próximos o iguales al 100%, se busca la misma dirección de pista y se compara en este caso, fue del 100% por lo tanto, esa será la orientación óptima. En lo que a vientos se refiere ( ver figs. 3.8 y 3.9 )



UNAM ENEP  
ACATLAN

---

AEROPUERTO DE BAHIAS DE HUATULCO, OAX.

---

ROSA DE VIENTOS DIRECTOS

---

Mexico D.F. mayo de 1987	R. C. H.	Fig. 3.8
--------------------------	----------	----------

DIRECCION DE LA PISTA	0-14	01-19	02-20	03-21	04-22	05-23	06-24	07-25	08-26	09-27	10-28	11-29	12-30	13-31	14-32	15-33	16-34	17-35
% DE CALMAS DE 0 a 25 KT.	66.60	66.60	66.60	66.60	66.60	66.60	66.60	66.60	66.60	66.60	66.60	66.60	66.60	66.60	66.60	66.60	66.60	66.60
% DE VIENTOS	09.65	12.19	14.58	16.85	15.42	11.78	08.63	06.32	04.31	04.40	04.40	04.57	04.87	05.28	06.22	06.70	06.73	07.03
TOTAL	76.25	78.76	81.18	83.45	82.02	78.38	75.23	72.92	70.91	71.00	71.00	71.17	71.27	71.88	72.82	73.30	73.33	73.63





*IV. PROYECTO  
AERONAUTICO*

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

Las etapas principales de toda evaluación o selección del emplazamiento, ya sea de un aeropuerto existente o de uno de nueva planta son, entre otras, las siguientes:

- a) Determinación general de la extensión necesaria de terreno.
- b).-Situación de los emplazamientos.
- c).-Estudio preliminar de los emplaza -

mientos.

f).-Preparación de los planos esquemáticos y cálculo de gastos e ingresos.

g).-Evaluación y selección definitiva.

h).-Informe y recomendaciones.

Antes de proceder a la inspección de cualquiera de los emplazamientos probables, incluso de los existentes, es necesario determinar, en líneas 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 exigido por 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 para trazar a grandes rasgos la configuración de las mismas, a efectos de calcular aproximadamente la magnitud del terreno necesario.

#### IV.1. Longitud de pista.

A fin de no imponer innecesariamente limitaciones de uti-

lización a las aeronaves ni de incurrir en gastos desproporcionados de construcción y mantenimiento, deberá preverse suficiente espacio para que las pistas puedan ampliarse de acuerdo con las necesidades a largo plazo. En consecuencia, es importante conocer las características de performance 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.

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).
- Distancia de itinerario y del aeropuerto alterno.
- Grado de aletas.

4.1. En la figura se muestra una hoja de cálculo empleada por la Dirección General de Aeropuertos ( D.G.A. ) para de-

terminar la longitud mínima de pista para despegue.

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 distancias a los aeropuertos de destino y alterno en millas náuticas. En el recuadro de características del avión, se anotan las referentes al tipo de aeronave utilizada y que son dadas por el fabricante.

Para la obtención de la longitud de pista necesaria, se deberán tomar en cuenta las siguientes indicaciones:

- 1.- Llenar la hoja de cálculo teniendo como datos:
  - a).- Aeropuerto de salida.
  - b).- Elevación S.N.M.
  - c).- Temperatura °C
  - d).- Distancia al destino.
  - e).- Distancia al alterro.
  - f).- Peso básico de operación más carga pagable total
  - g).- Peso de combustible de etapa gráfica D
  - h).- Peso de espera-alterno gráfica A
  
- 2.- De la gráfica B se obtiene el peso por segundo segmento.

- 
- 
- 3.- Con los pesos obtenidos en los puntos 1 y 2 se determina el más apropiado y se obtiene la longitud de pista necesaria. ( gráfica C ).

Para la obtención del alcance máximo, se deberán tomar en cuenta las siguientes indicaciones:

- 1.- Llenar la hoja de cálculo teniendo como datos:
- a).- Aeropuerto de salida.
  - b).- Elevación S.N.M.
  - c).- Temperatura °C
  - d).- Alterno a 200 M.N.
  - e).- Peso básico más carga pagable total.
  - f).- Peso de combustible espera.
  - g).- Peso de combustible alternativo.
  - h).- Longitud de pista.
- 2.- De la gráfica A se obtiene el peso para el alternativo y espera.
- 3.- De la gráfica B se obtiene el peso por segundo segmento.
- 4.- De la gráfica C y la longitud de pista se obtiene el peso por longitud de pista.
- 5.- En la gráfica D se obtiene el combustible de etapa.

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO  
ENEP ACATLAN

CALCULO DE LONGITUDES DE PISTA

AEROPUERTO DE SALIDA \_\_\_\_\_ ELEVACION S.N.M. \_\_\_\_\_ TEMPERATURA \_\_\_\_\_  
 AEROPUERTO/DISTANCIA AL DESTINO \_\_\_\_\_ AEROPUERTO/DISTANCIA AL ALTERNO \_\_\_\_\_

CARACTERISTICAS DE LA AERONAVE

MODELO \_\_\_\_\_ MOTOR \_\_\_\_\_ VELOCIDAD \_\_\_\_\_ CONSUMO DE COMBUSTIBLE \_\_\_\_\_ No. PASAJEROS \_\_\_\_\_  
 CARGA DE PAGA \_\_\_\_\_ CARGA DE PAGA / EXPRESS \_\_\_\_\_ CARGA DE PAGA LIMIT. ESTRUCTURA \_\_\_\_\_  
 CARGA DE PAGA LIMIT. VOLUMEN \_\_\_\_\_ PESO MAXIMO DESPEGUE \_\_\_\_\_ PESO MAXIMO ATERRIJAJE \_\_\_\_\_  
 PESO BASICO DE OPERACION \_\_\_\_\_ PESO CERO COMBUSTIBLE \_\_\_\_\_

PESO BASICO DE OPERACION \_\_\_\_\_  
 CARGA DE PAGA LIMIT. ESTRUCTURA \_\_\_\_\_  
 PESO COMBUSTIBLE ESPERA ALTERNO \_\_\_\_\_  
 PESO COMBUSTIBLE ETAPA \_\_\_\_\_  
 PESO TOTAL

PESO MAXIMO DE DESPEGUE LIMITADO POR SEGUNDO SEGMENTO

SOBREVELOCIDAD \_\_\_\_\_ SOBREVELOCIDAD \_\_\_\_\_ SOBREVELOCIDAD \_\_\_\_\_  
 ALETAS \_\_\_\_\_ ALETAS \_\_\_\_\_ ALETAS \_\_\_\_\_  
 PESO MAXIMO LIMITADO POR ENERGIA DE FRENOS \_\_\_\_\_

LONGITUD DE PISTA REQUERIDA

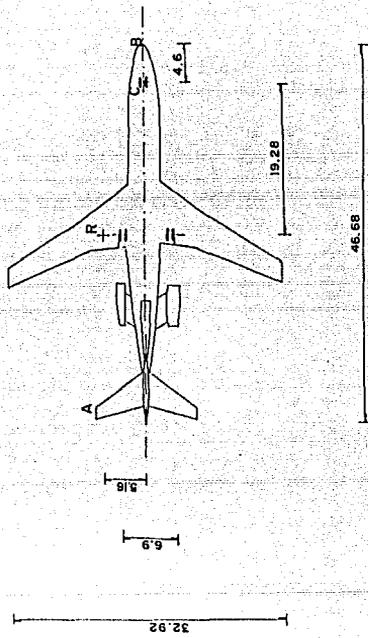
ALETAS \_\_\_\_\_ ALETAS \_\_\_\_\_ ALETAS \_\_\_\_\_  
 RESTRICCION A LA CARGA DE PAGA \_\_\_\_\_ % No PAX \_\_\_\_\_

FIGURA 4.1

**BOEING 727-200**

<b>RADIOS DE GIRO(m)</b>	
de R a A	25.00
de R a B	24.40
de R a C	20.10

VELOCIDAD	500 nudos
CONSUMO COMBUSTIBLE	5180 Kg/hr
PESO PAX	13950 kg
CARGA EXPRESS	3727 kg
CARGA PAGABLE TOTAL	17677 kg
PESO MAXIMO DE DESPEGUE	86409 kg
PESO MAXIMO DE ATERRIZAJE	64637 kg
PESO BASICO DE OPERACION	45826 kg



CARACTERISTICAS DEL B-727-200

Y ESPERA

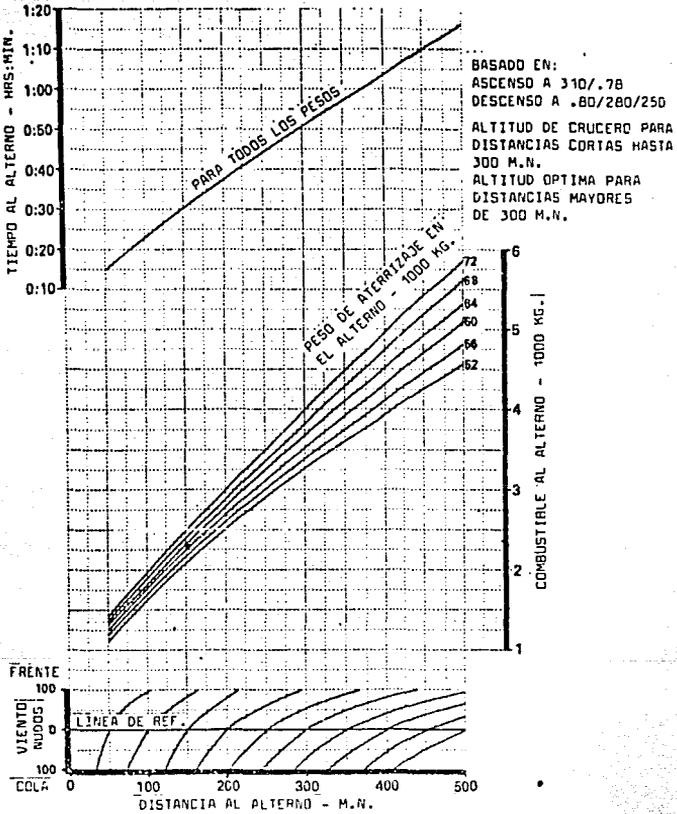


FIGURA A

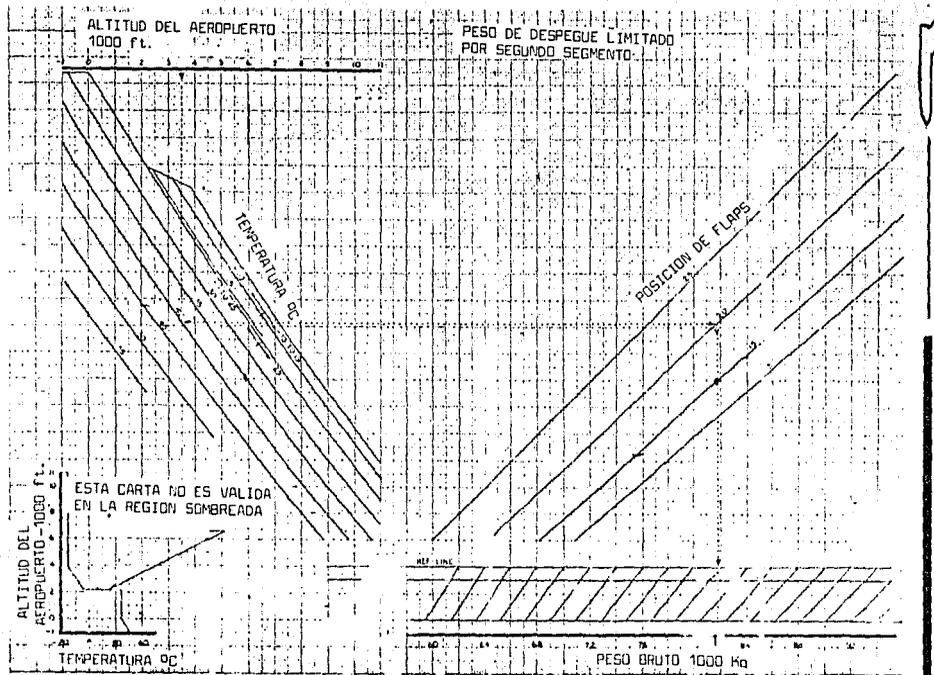


FIGURA 8

60

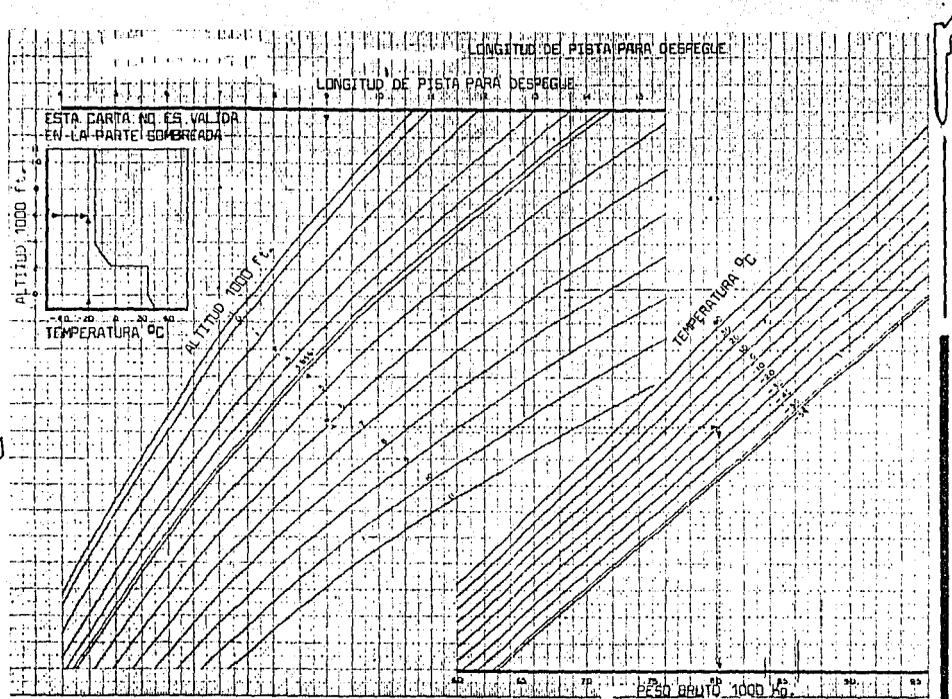


FIGURA C



#### IV.2 CALLES DE RODAJE

La función principal de las calles de rodaje es proporcionar un equilibrio de las operaciones aeronáuticas entre pistas, plataformas y hangares de servicio. Un sistema de calles de rodaje deberá proyectarse para tener capacidad de acomodar el volumen de tráfico que requiera el aeropuerto.

Una rápida salida de las pistas, y un acceso fluido de las aeronaves, es el principal objetivo de un sistema de calles de rodaje ya que de esto depende la capacidad de un aeropuerto.

Las calles de salida pueden formar ángulo recto o agudo con la pista. En el primer caso, la aeronave tiene que decelerar hasta velocidades muy bajas, antes de que pueda efectuar el viraje de salida, mientras que en el segundo caso, las aeronaves salen de la pista a altas velocidades, reduciéndose así el tiempo de ocupación de la pista y aumentando la capacidad de la misma.

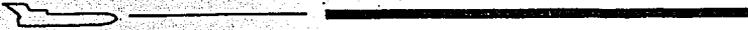
Las calles de rodaje situadas en las plataformas, pueden ser de dos tipos:

- a).- La calle de rodaje en la plataforma proporciona un medio directo para el rodaje a través de la plataforma, para tener acceso al puesto de estacionamiento de una aeronave.
- b).- La calle de acceso al puesto de estacionamiento de ae-

ronaves, es la parte de una plataforma utilizada como calle de rodaje con acceso solamente a los puestos de estacionamiento.

Los requisitos relativos a las calles de rodaje en las plataformas en lo tocante a anchura de franja de seguridad, separación, etc., son idénticos a los correspondientes a cualquier otro tipo de calle de rodaje. Lo mismo puede decirse con respecto a las calles de acceso al puesto de estacionamiento de aeronaves, con excepción de las siguientes consideraciones.

- a).- La pendiente transversal de estas calles se rige por la pendiente de la plataforma.
- b).- No hay necesidad de que se incluyan estas calles en una franja de seguridad.
- c).- Las distancias entre el eje de estas calles y un objeto, son menos rigurosas que las aplicables a otros tipos de calles de rodaje.
- d).- Las líneas de entrada que se fiburcan hacia los puestos de estacionamiento no forman parte de la calle de acceso -- hacia dichos puestos y, por lo tanto, no se rigen por los requisitos relativos a las calles de rodaje.



Las calles de rodaje se unen a las pistas con ángulos preferentemente de 30°, y están proyectadas para permitir que -- los aviones que aterrizan vieren a grandes velocidades, reduciendo el tiempo de ocupación de las pistas.

Cuando el número de operaciones en la hora pico es menor de 25 ( aterrizajes y despegues -), una calle de salida en ángulo recto puede ser suficiente.

#### IV.3. Plataformas de operaciones y de avionetas.

La plataforma se define como un área destinada a dar cabida a las aeronaves para los fines de embarque o desembarque de pasajeros, correo o carga, reaprovisionamiento de combustible, estacionamiento o mantenimiento.

Las plataformas se clasifican de acuerdo con su posición y el servicio que prestan en:

- Plataforma de operaciones o terminal, Es un área designada para las maniobras y estacionamiento de las aeronaves comerciales, y se encuentra situada junto a la terminal de pasajeros.
- Plataforma de avionetas o de aviación general. Las aeronaves de la aviación general utilizadas para vuelos de negocios o de carácter personal, necesitan estas plata -

formas para atender las distintas actividades de este tipo de servicio.

Existen otros tipos de plataformas como son:

- a).- Plataformas de carga.
- b).- Plataformas de pernocta.
- c).- Plataformas de mantenimiento.
- d).- Plataformas para el estacionamiento de aeronaves que tienen su base en el aeródromo.

A pesar de las distintas finalidades de los diferentes tipos de plataformas, hay muchas características generales del proyecto relacionadas con la seguridad, eficacia, configuración geométrica y tecnología que son comunes a todos los tipos.

El diseño de una plataforma debe cumplir con los requisitos de seguridad relativos a las maniobras de las aeronaves, manteniendo los márgenes de separación establecidos y las pendientes necesarias para impedir la propagación de incendios en el caso que se inflame el combustible vertido en el reabastecimiento.

Con objeto de cumplir con este requisito y con las necesidades relativas al drenaje y maniobrabilidad de las aeronaves las pendientes en las plataformas deben ser del 0.5 al 1.0 por ciento.

Cuando se lleve a cabo el proyecto de una plataforma se debe tener en cuenta el chorro de gases de las turbinas, - por los efectos del calor extremo y de las velocidades del aire sobre las instalaciones adyacentes. La velocidad del chorro para comodidad individual y de utilización de vehículos tiene un límite de 56 km/h.

#### IV.3.1. Dimensionamiento de las plataformas.

##### Plataforma de operaciones.

Los factores que intervienen para llevar a cabo este proyecto, son los siguientes:

##### a) Dimensiones de las aeronaves.

Estas dimensiones se encuentran en cada uno de los documentos "Características de las aeronaves - Planificación de - Aeropuertos" preparados por los fabricantes de aviones. - En las figuras 4.2 a 4.5. Se presentan los datos correspondientes a los aviones B-747-200, DC-10-30, DC-9-80 y B-727 200, respectivamente.

##### b) Radio de giro.

El centro del viraje es el punto de pivoteo en torno al -- cual gira la aeronave al hacer el viraje. Este punto se -- encuentra situado a lo largo del tren de aterrizaje princi

pal, a una distancia variable del eje longitudinal del fuselaje, de acuerdo con el ángulo de esviaje de las ruedas del tren de nariz. Los radios de giro mínimos también aparecen en las figuras 4.2 a 4.5.

c) Número de posiciones simultáneas.

El número de los puestos de estacionamiento necesarios para cualquier tipo de plataforma, puede determinarse a partir de los pronósticos realizados durante la planificación de un aeropuerto dado, para cada una de las etapas del plan maestro.

d) Requisitos relativos a márgenes de separación.

Los márgenes mínimos de separación entre las aeronaves que ocupen un puesto de estacionamiento, así como entre las aeronaves y edificios adyacentes u otros objetos fijos son:

<u>Letra de clave</u>	<u>Margen en m.</u>
A	3.00
B	3.00
C	4.50
D	7.50
E	7.50

e) Generalidades.



---

La superficie total de una plataforma no sólo comprende los puestos de estacionamiento de aeronaves, sino también la superficie necesaria para las calles de rodaje en la plataforma, las calles de acceso al puesto de estacionamiento y las vías de servicio para proporcionar los servicios auxiliares que se precisen. La anchura necesaria de estas vías dependerá del volumen de tránsito previsto, y de si se puede establecer un sistema de vías en un solo sentido.

La planificación general de la plataforma debe también tomar en cuenta la zona de maniobras y de estacionamiento del equipo terrestre.

Como dato adicional es conveniente considerar que un avión estacionado no debería iniciar su viraje sin antes desplazarse 3.00 m cuando menos hacia adelante, para evitar la fricción entre las llantas y el pavimento.

#### Plataforma de avionetas o de aviación general.

Para proyectar este tipo de plataformas, se ha considerado que cada posición de estacionamiento quede encerrada en un rectángulo de 11.50 m x 15.00 m., dimensiones que hasta la fecha han dado buen resultado, de acuerdo con la envergadura y la eslora de la mayoría de las avionetas que operan en la República Mexicana. Por supuesto que no es una norma, ya que un buen pronóstico del tipo y dimensiones de las

avionetas que operan en la República Mexicana, Por supuesto que no es una norma, ya que un buen pronóstico del tipo y dimensiones de las avionetas que operarán en un aeropuerto dado, determina las dimensiones de dichos "cajones".

La separación entre las filas de las avionetas y la anchura de las calles de rodaje se encuentra en la Tabla 3-1 del Anexo 14 de la OACI.

Los radios mínimos de las curvas de enlace en las orillas de los pavimentos son de 15.00 m.

Para un buen proyecto del número de posiciones de estacionamiento, deberán hacerse varias configuraciones, combinando en planta filas verticales de avionetas con horizontales, o solamente horizontales, de tal manera que para la misma superficie de plataforma se obtenga el mayor número de posiciones.

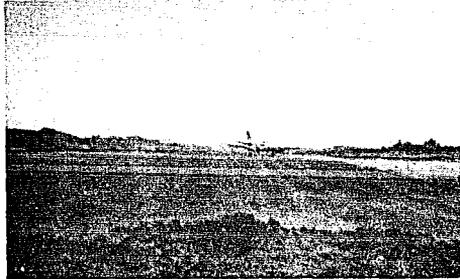
Después de haber sido realizado el estudio de longitud de pista (anteriormente mencionado en subcapítulo IV.1) y habiendo utilizado como avión crítico el B-727-200, se llegó a la conclusión de que el Aeropuerto Internacional de Bahías de Huatulco, podría operar con una pista de 2300 x 45 mts., durante su puesta en operación.

Dicha longitud, será ampliada 400 mts., durante la segunda-

fase de la primera etapa, alcanzando una dimensión de 2700 x 45 mts.

En lo referente a los rodajes, el Aeropuerto contará con 2, el rodaje Alfa ( A ) con una longitud de 480 mts., y un ancho de 23 mts., y el rodaje Bravo ( B ) el cual se comenzará a construir en la segunda fase de la primera etapa contando con una longitud de 480 mts., y un ancho de 23 mts.

Con respecto a las plataformas se contará con una plataforma de Aviación Comercial de 150 mts. x 135 mts. con capacidad para 3 posiciones a un mismo tiempo y otra mas de Aviación General con un área de 9042 mts<sup>2</sup>.



radio de giro (m)	
DE R a A	44.20
DE R a B	33.70
DE R a C	26.70

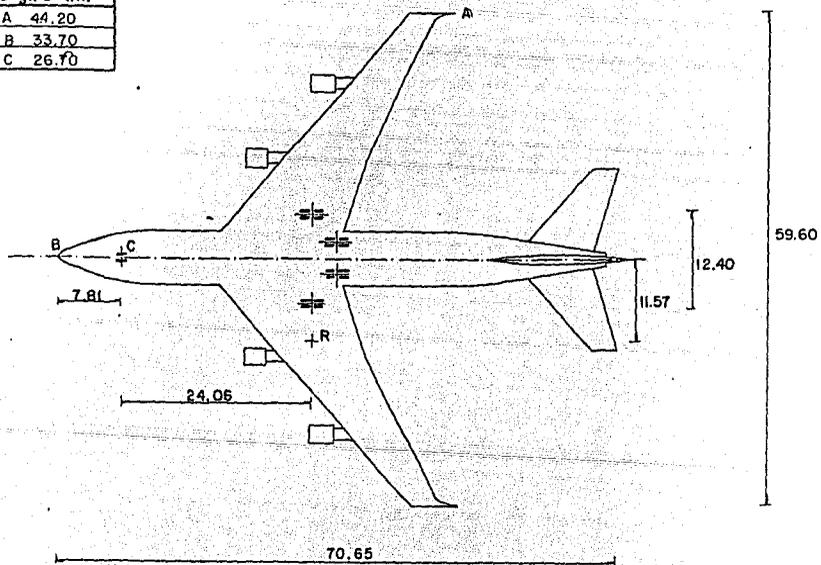


FIG. 4.2 BOEING 747-200

radio de giro (m)	
De R a A	39.80
De R a B	33.40
De R a C	26.00

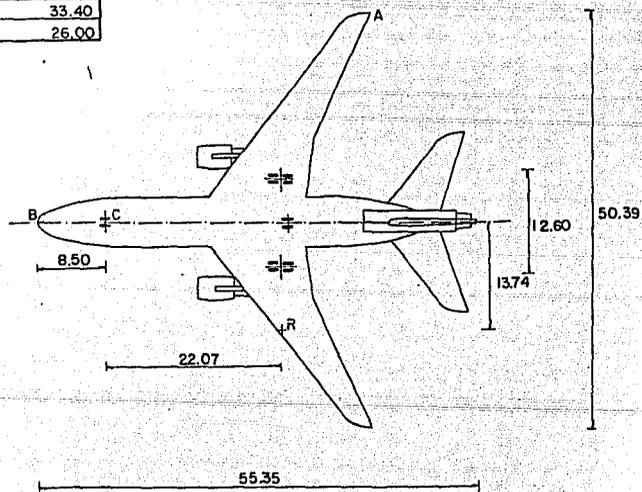


FIG. 4.3 DC-10-30

radio de giro (m)	
De R a A	24.70
De R a B	23.10
De R a C	22.40
De R a D	21.20

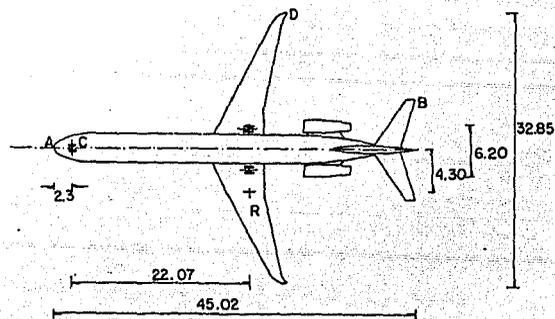


FIG. 4.4 Mc. DONELL DOUGLAS DC-9-80

radio de giro (m)	
De R a A	25.00
De R a B	24.40
De R a C	20.10

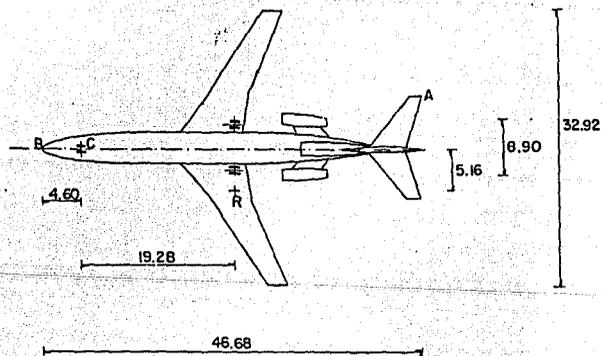


FIG. 4.5 BOEING 727-200



*V. OPERACION  
DEL  
AEROPUERTO*



V.1. Normas O.A.C.I.- A fin de definir el espacio aéreo que debe mantenerse libre de obstáculos alrededor de los aeródromos, para que puedan realizarse con seguridad las operaciones aeronáuticas, se ha establecido una serie de superficies limitadoras de obstáculos cuyos límites horizontales y verticales de terminan hasta donde pueden proyectarse los objetos.

La forma y dimensiones de estas superficies, dependen del tipo de operación que se efectúe en el Aeropuerto y del número clave de referencia del aeródromo.

A manera de ilustración, se ha considerado el proyecto de un aeropuerto con número de clave de referencia 4 (mismo número de clave del Aeropuerto Internacional de Bahías de Huatulco y del cual hablaremos -- más adelante en este mismo capítulo ), para operaciones de aproximación que no sean de precisión.

En la fig. 5.1, aparecen las dimensiones y elevaciones de las superficies horizontal y cónica. Es conveniente aclarar que para estas superficies, los radios tienen su origen en los umbrales de-



la pista.

Para la aproximación por instrumentos, que no sea de precisión, en la fig. 5.2 se muestra la superficie representativa de este procedimiento, con divergencias a ambos lados del 15%, longitud de 15 km., y pendientes del 2% en los primeros 3,000 m., y 2.5% en los restantes 12,000 m.

Para los despegues, en la fig. 5.3 se conserva la misma longitud anterior, solo que la divergencia de los lados no paralelos es del 12.5% -- hasta una distancia de 4,080 m. La pendiente longitudinal de 2% se mantiene constante en los 15 km.

#### V.2. Procedimientos Operacionales TERPS.-

A medida que aumentó la velocidad de los aviones y la densidad de tráfico en el espacio aéreo, creció la posibilidad de los accidentes. Para reducir estos riesgos, se determinó implantar un control del espacio aéreo que depende de dos tipos básicos de reglas de vuelo: visual ( VFR ), y por instrumentos ( IFR ).

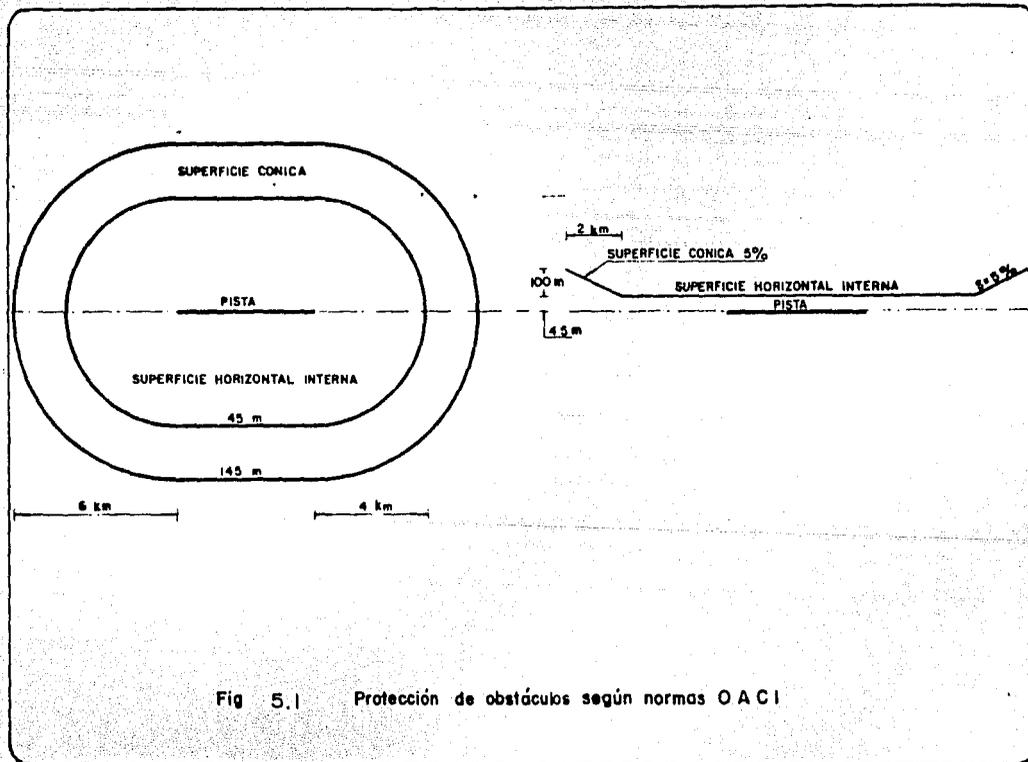


Fig 5.1 Protección de obstáculos según normas O A C I

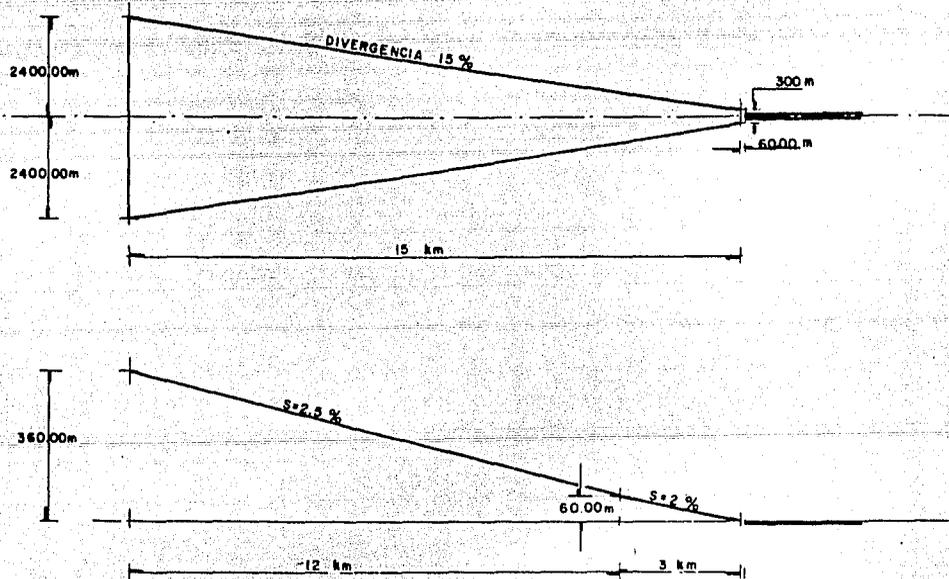


Fig. 5.2 Aproximación por instrumentos según normas OACI

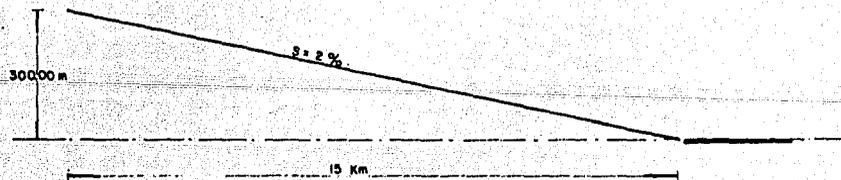


Fig 5.3 Despeques, según normas OACI

La primera se aplica cuando las condiciones meteorológicas permiten que la separación entre aviones se realice por medios visuales. Por otro lado, las condiciones para la operación por instrumentos se aplican cuando la separación entre aviones es responsabilidad de un centro de control de tráfico aéreo.

Los aviones al desplazarse de un lugar a otro siguen aerovías preestablecidas: en el espacio aéreo inferior ( hasta 18,000 pies ), o en el espacio aéreo superior de : 18,000 pies hasta - - 45,000 pies ). Arriba de 45,000 pies no hay aerovías determinadas y los aviones se controlan con tratamientos individuales.

Existen reglas específicas para controlar la separación horizontal y vertical de los aviones dentro de las aerovías. Las separaciones mínimas están basadas en función del tipo de avión, velocidad, disponibilidad de servicio de radar y otros factores, tal como la intensidad de los remolinos producidos por la acción de las turbinas.



La separación vertical mínima entre aviones, es de 1,000 pies, hasta una altitud de 29,000 pies. Arriba de esta altitud, la separación mínima es de 2,000 pies. La separación horizontal depende del tamaño de los aviones, ya que un tamaño mayor produce una turbulencia más grande, lo cual significa un riesgo para los aviones ligeros que lo siguen.

En el área terminal, la separación mínima entre aviones depende de su peso, la distancia de la antena del radar y de la combinación de aviones ( pesados, ligeros y pequeños ). De acuerdo con esto, la separación mínima entre dos aviones que vuelan a la misma altitud y en la misma dirección es de 5 millas náuticas, y de 3 millas náuticas si los aviones se encuentran dentro de las 40 millas náuticas fijadas por la antena del radar.

Cuando no existe cobertura de radar, y los aviones no tienen equipo radiotelemétrico ( DME ), las separaciones mínimas pueden expresarse en función del tiempo, de acuerdo con la velocidad de los aviones.

La separación lateral mínima de los aviones en el espacio es de 8 millas náuticas - abajo de una altitud de 18,000 pies. Arriba de esta altitud, dicha separación es de 20 millas náuticas. - Cuando se vuela sobre los océanos la separación varía de 100 a 200 millas náuticas.

V.3. El espacio aéreo apropiado es tan importante para el funcionamiento eficaz de un aeropuerto, que exige particular atención para cerciorar se de que cada emplazamiento satisface las condiciones a este respecto y, en caso contrario, para determinar la magnitud de cualquier restricción y sus probables efectos. Un lugar situado cerca de un núcleo de demanda, aunque imponga ciertas restricciones al espacio aéreo, puede ser preferible a uno en cuyo espacio aéreo no existan restricciones, pero que, por su situación alejada o difícil acceso, origine una demanda de tráfico limitada o nula. Estos factores tienen que ponderarse para lograr el mejor equilibrio. Cuando dos aeropuertos tengan que compartir el mismo espacio aéreo, tal vez haya que limitar el ritmo del movimiento combinado de aeronaves. En lugar de poder operar de manera totalmente independiente uno de otro, hasta

el límite de sus propias posibilidades, será necesario que cada aeropuerto combine con el otro los movimientos de aeronaves, de manera que se pueda mantener la necesaria separación entre ellas. En consecuencia, -- los nuevos aeropuertos deberían estar emplazados de manera que se reduzca al mínimo toda superposición del espacio aéreo requerido por las aeronaves que utilizan otros aeropuertos y la consiguiente limitación de la capacidad total. Por la misma razón, es preciso estudiar los posibles emplazamientos del aeropuerto en relación con las rutas ATS, para evitar problemas similares.

Un espacio aéreo apropiado es tan importante para el funcionamiento eficaz de un aeropuerto, que es uno de los principales factores a considerar en la localización del mismo.

Este espacio está delimitado por superficies imaginarias --establecidas de acuerdo a las normas dictadas por la Organización Civil Internacional (O.A.C.I.) y por la Agencia Federal para la Aviación (F.A.A.),-- tales como: de aproximación, horizontal, horizontal interna y cónica.

La violación de estas superficies con obstáculos, cancela el espacio aéreo, por esto es indispensable que se vigile la construcción de estructuras que por su altura, rebasen las superficies mencionadas.

A continuación se mencionan con mayor detalle, los límites y características de estas superficies en el Aeropuerto de Bahías de Huatulco, con el fin de no invadirías:

Superficie de Despegue.- Inicia a 60 m., del umbral de las cabeceras 07 y 25 con una pendiente del 2% hasta 3 km., a partir de los cuales la pendiente cambia a 2.5% hasta los 15 km., para alcanzar una altura de 360 m., sobre el nivel de la pista o de 500 m., sobre el nivel del mar.

Superficie Horizontal Interna.- Es de forma elíptica y está a 45 m., sobre la altura de referencia del Aeropuerto.

Superficie Cónica.- Tiene forma de hipódromo y una inclinación que se inicia a partir -

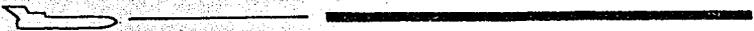


del borde de la superficie horizontal interna y termina a una altura de 285 m., sobre el nivel del mar.

Superficie de Aproximación.- Tiene una pendiente del 2%, inicia a 15 km., de las cabeceras 07 y 25, a 300 m., sobre el nivel de la pista 0- a 440 m., sobre el nivel del mar y termina a 60 m., del umbral de la pista.

V.4.- OBSTACULOS.- En el anexo 14 -Aeródromos, capítulo 4 y adjunto A de la O.A.C.I., figuran detalles de los requisitos relativos a la restricción de obstáculos. El Manual de Servicios de Aeropuerto, parte 6 -limitación de obstáculos, proporciona más información entre ella un texto de orientación sobre el levantamiento topográfico de obstáculos.

En general, a causa de las grandes extensiones de terreno que abarcan los aeropuertos es difícil conseguir terrenos que ofrezcan todos los márgenes deseados y, en consecuencia, tienen que evitarse accidentes del relieve, tales como elevaciones del terreno, árboles y estructuras artificiales que constituyan obstáculos. Es importante mantener un mar



gen 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.

Cualquier objeto que limite las trayectorias de vuelo existentes puede limitar la eficiencia de las operaciones. La presencia de estructuras elevadas en áreas (o en sus cercanías) adecuadas bajo los demás conceptos para las aproximaciones por instrumentos, podría obligar a establecer alturas reglamentarias distintas de las normales, con la consiguiente prolongación de los procedimientos de aproximación y la demanda de que se asignen altitudes útiles a las aeronaves en los circuitos de espera conexos. Tales estructuras pueden, por otra parte, limitar la conveniente flexibilidad de las aproximaciones iniciales dirigidas por radar y la posibilidad de efectuar un viraje en ruta durante el ascenso de salida.

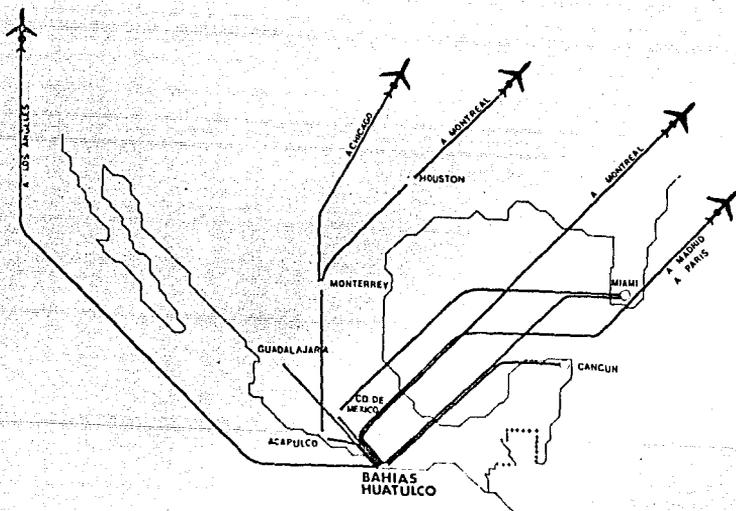
Al evaluar las posibilidades de facilitar aproximaciones libres de obstáculos, éstas deberán ponderarse en función de las longitudes máximas

de pista previstas en el plan general. Si el emplazamiento es adecuado para las ampliaciones máximas previstas, probablemente impondrá pocas restricciones, en caso de haberlas, en las primeras fases del plan.

V.5. PELIGROS.- Los factores locales pueden tener importancia en lo que respecta a la ubicación de cada uno de los emplazamientos. Los centros industriales, por ejemplo, pueden producir humo que se concentre en determinada dirección bajo el efecto de los vientos predominantes. Debido a ello, en ciertas zonas la visibilidad puede ser limitada, excluyendo -- así las operaciones visuales ( VFR ). Los emplazamientos adyacentes a reservas destinadas a la fauna, lagos ríos y zonas costeras, vertederos de basura y bocas de descarga del alcantarillado, etc., pueden no ser adecuados porque existe el peligro de que atraigan a las aves con las que pueden chocar las aeronaves. Este peligro reviste especial importancia cuando se trata de aeronaves rápidas y de gran tonelaje. Asimismo, debe considerarse la situación del emplazamiento en relación con el régimen migratorio y las rutas seguidas -- por las aves, especialmente las de gran tamaño, tales como los cisnes y los gansos. El Manual de Servicios-

de Aeropuertos de la O.A.C.I., Parte 3, contiene información detallada para evaluar el peligro potencial que representan las aves en un emplazamiento.

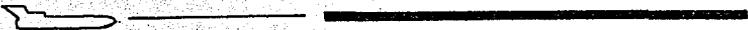
## RUTAS AEREAS





*VI. SEÑALAMIENTO  
HORIZONTAL Y  
VERTICAL*





Con el fin de ayudar a los pilotos para conducir las aeronaves en pistas, rodajes y plataformas, deberá proyectarse un señalamiento horizontal y vertical, luminoso o no luminoso, tal como se describe en el capítulo 5 del anexo 14 de la O.A.C.I., y en su Manual de Proyecto de Aeródromos, parte 2.

6.1. Señalamiento horizontal.

- a).- Señal designadora de pista.
- b).- Señal de eje de pista.
- c).- Señal de umbral.
- d).- Señal de distancia fija.
- e).- Señal de zona de toma de contacto.
- f).- Señal de faja lateral de pista.
- g).- Señal de eje de calle de rodaje.
- h).- Señal de punto de espera en rodaje.
- i).- Señal de intersección de calles de rodaje.
- j).- Señal del punto de verificación del VOR en el aeródromo.
- k).- Señales de plataforma ( líneas de entrada, líneas de viraje, líneas de salida ).

1).- Señal de borde de plataforma.

El señalamiento en las pistas es de color blanco y amarillo en calles de rodaje y plataformas, con excepción del señalamiento de borde de plataforma que es rojo.

6.2. SEÑALAMIENTO VERTICAL.- Los letreros proporcionan diferentes tipos de información a los pilotos. Estos letreros pueden clasificarse como obligatorios e informativos.

Se pone un letrero obligatorio - cuando se desea comunicar, mediante él, una instrucción que haya que acatar.

Se pone un letrero informativo - cuando con él se desea indicar determinado lugar o punto de destino, ordenar alguna maniobra o proporcionar cierta información.

6.2.1. LETREROS OBLIGATORIOS.- Los letreros con instrucciones obligatorias comprenden, por lo menos, - los letreros de parada, de prohibida la entrada, de --

---

punto de espera y de intersección de calles de rodaje/pista, cuando éstos se empleen en lugar de un letrero de parada o de punto de espera. Los letreros con instrucciones obligatorias consisten en una inscripción en blanco sobre fondo rojo. Un letrero con instrucciones obligatorias, previsto para uso nocturno o en condiciones de mala visibilidad, debe estar iluminado interna o externamente. Los letreros deberán ser rectangulares, con el lado mayor en posición horizontal. La altura vertical del letrero dependerá de su distancia con respecto al borde de la calle de rodaje.

a).- Letreros de parada.- Los letreros de parada se colocan en un lugar del aeródromo donde se requiere una parada obligatoria. Se colocará por lo menos un letrero de parada en el lado izquierdo de la calle de rodaje, frente al lugar donde se desea que se detenga la aeronave. La inscripción del letrero dirá "ALTO".

b).- Letreros de prohibida la entrada.- Los letreros de prohibida la entrada se colocarán en los lugares en los que se prohíba la entrada a determinada área, tal como la salida de una calle de rodaje -

con circulación en un solo sentido. Se colocará al comienzo del área a la cual se prohíbe la entrada y, - siempre que sea posible, al lado izquierdo.

c).- Letrero de punto de espera de Categoría I, II o III.- Se instalará un letrero de punto de espera de Categoría I, II o III a cada lado de la señal de punto de espera, frente a la dirección de aproximación hacia el área crítica. La inscripción en el letrero dirá "CAT I" para indicar un punto de espera de Categoría I, "CAT II" para indicar un punto de espera de Categoría II y "CAT III" para indicar un punto de espera de Categoría III.

d).- Letreros de intersección de calle de rodaje/pista.- Cuando estos letreros se empleen en lugar de un letrero de parada o de punto de espera, se instalarán sobre el costado izquierdo de la calle de rodaje, frente al lugar donde se desea que se detenga la aeronave. La inscripción consistirá en la designación de ambos extremos de la pista que intercepta, debidamente anotada con respecto a la posición desde la cual se ve el letrero. Por ejemplo, si el extremo 07 de la pista queda a la izquierda y el extremo 25 a la

derecha, la inscripción dirá 07-25.

6.2.2. LETREROS DE INFORMACION.- Todo letrero de información deberá consistir en inscripciones amarillas sobre fondo negro o inscripciones negras sobre fondo amarillo. Cuando los letreros de información de ban utilizarse de noche, estarán iluminados interna o externamente. Los letreros también pueden estar revestidos de material reflejante.

Los letreros de situación se utilizan para indicar puntos determinados del aeródromo. Son ejemplos de estos puntos, los siguientes:

- a).- Los extremos de las pistas.
- b).- Las intersecciones de calles de rodaje con pistas, y
- c).- Las intersecciones entre calles de rodaje.

Los letreros de punto de destino se utilizan para indicar la dirección que se ha de seguir para llegar a determinado lugar. Estos letreros incluyen la dirección hacia:

- a).- Pistas
- b).- Plataformas
- c).- Calles de rodaje, y
- d).- Terminales.

Los letreros de situación resultarán generalmente de utilidad en todos los aeródromos con independencia de la complejidad de los mismos, el volumen de tránsito o las condiciones de visibilidad. Los letreros de destino son muy útiles en condiciones de buena visibilidad y de visibilidad moderadamente reducida. En condiciones de visibilidad extremadamente reducida, se considera preferible la gufa mediante control de la iluminación de eje de las calles de rodaje. Sin embargo, deben tenerse también en cuenta las condiciones diurnas, en que la iluminación del eje de la calle de rodaje puede que no tenga la suficiente intensidad para proporcionar gufa, en cuyo caso se necesitan letreros.

#### Emplazamiento de los letreros.--

Debido a la variedad de intersecciones de calles de rodaje y a la información que puede ser necesario tener que proporcionar, resulta difícil establecer una regla



fija para el emplazamiento de estos letreros. Un método general, que da buenos resultados, consiste en emplazar todos los letreros antes de las intersecciones. - Un letrero que indica un punto de destino se coloca, normalmente, antes de una intersección, al mismo lado de la calle de rodaje en dirección al emplazamiento que se quiere indicar. Si el punto de destino está ubicado directamente al frente, el letrero se coloca ya sea a la izquierda o a la derecha de la calle de rodaje. La distancia lateral respecto al borde de la calle de rodaje depende de la altura del letrero y del tipo de aviones que utilizan en el aeródromo. Las velocidades elevadas del chorro de gases de los aviones de reacción de mayor tamaño, que afectan a los letreros actuales de las calles de rodaje, han obligado a colocar los letreros más alejados del borde de la pista o calle de rodaje, quedando así sometidos a una velocidad inferior. - Para proporcionar la orientación requerida, podrían adoptarse letreros reflejantes.

Cuando los letreros hayan de leerse desde ambas direcciones de la calle de rodaje, deberán estar colocados formando ángulo recto con el eje de la misma. Los letreros que hayan de leerse en una di -

rección solamente, podrán colocarse formando un ángulo de 75° aproximadamente, para facilitar su lectura.

CARACTERISTICAS GENERALES.- Los letreros, de situación y de destino deberán ser rectangulares, con su lado mayor paralelo al terreno. Su anchura, en sentido horizontal, dependerá del texto que haya de incluirse en el letrero. La altura total del letrero deberá ser la mínima posible y compatible con la necesidad de que el letrero pueda leerse con facilidad. Esta altura dependerá de su distancia respecto al borde de la calle de rodaje, debiendo permitir que las barquillas de los motores de reacción y las hélices pasen por encima del letrero manteniendo la distancia de guarda necesaria. Son factores que deberá tenerse también en cuenta, el chorro procedente de los motores y la necesidad de que los letreros sobresalgan por encima de la nieve. En cierto Estado se estimaba antes que los letreros de 75 cm., de altura, situados a 6 m., del borde de la calle de rodaje, eran inadecuados; pero, debido a los daños ocasionados por el chorro de los motores de reacción, se emplazan actualmente a no menos de 18 m., del borde del pavimento de resistencia máxima de las pistas y calles de rodaje. En



la fig. 6.1, se muestran detalles de los letreros reflejantes verticales.

El texto de los letreros de situación y de destino deberá ser como sigue:

a).- Extremos de pista.- El número de designación ( y la letra cuando exista ) del extremo de pista de que se trate. El empleo de números en los letreros, especialmente por lo que se refiere a los números de dos cifras, deberá limitarse a este fin.

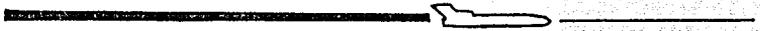
b).- Calles de rodaje.- Una letra cursiva o varias. En la fig. 6.1 se muestra un ejemplo de asignación de letras a las calles de rodaje.

c).- Calles de salida.- La letra o letras de la calle de rodaje de que se trate.

d).- Intersecciones de calles de rodaje a lo largo de la pista.- Los números de designación ( y las letras cuando existan ) de ambos extremos de la pista, separados por un guión y dispuestos de acuerdo con el extremo correspondiente.



VII. PROYECTO  
GEOMETRICO



## VII. 1. Movimiento de Materiales.

En esta etapa, ya deben tenerse dibujadas las secciones transversales de construcción de la pista, rodajes, plataforma y camino de acceso.

De las secciones transversales tendrán que obtenerse las áreas de corte y terraplén, lo cual podrá hacerse con escalímetro o por medio de un planímetro, las que servirán para obtener los volúmenes correspondientes. La obtención del volumen de corte o terraplén, se hará tomando el promedio de sus áreas multiplicado por la distancia entre ellas (  $d$  ), o sumando sus áreas y multiplicando las por la semidistancia, lo que viene a ser exactamente lo mismo:

$$V = \frac{A_1 + A_2}{2} d; \text{ o}$$

$$V = (A_1 + A_2) \frac{d}{2}$$

La distancia  $d$  es generalmente de 20 m pudiendo aumentarse o disminuirse en función de la configuración topográfica.

Cuando la rasante pasa de corte a terraplén, sobre todo en los terrenos con pendiente transversal al eje de la pista, aparentemente en el eje no existe ningún movimiento, pero lateralmente existirá forzosamente corte y terraplén.

Una vez obtenidas las áreas de las secciones transversales, se pasan éstas a las hojas de curva masa, en las que claramente están indicadas las operaciones a efectuar.

Es fácil comprender que un metro cúbico de material excavado raramente ocupa un metro cúbico de terraplén; por lo tanto, - los volúmenes de corte deben de ser afectados de cierto coeficiente, antes de que sean calculadas las ordenadas del diagrama de curva masa.

Los volúmenes de corte y terraplén están medidos geométricamente en las secciones transversales, por lo que el volumen del terraplén se obtiene en estado compacto y el de corte, - en lecho.

Si los materiales que se excavan se pueden usar para terraplén, sus volúmenes tendrán que ser afectados por un coeficiente de abudamiento o reducción, que podrá ser mayor o menor que la unidad, dependiendo esto del tipo de material que se trate.

Se llama coeficiente de variabilidad volumétrica, a la relación que existe entre el peso volumétrico del material en su estado natural y el peso volumétrico que ese mismo material tiene al formar parte del terraplén. Este coeficiente se aplica al volumen del material en su estado natural para obtener su volumen en el terraplén.

El coeficiente será mayor que la unidad, cuando un metro cúbico de terraplén pueda construirse con un volumen menor de material, obtenido en el corte o en el préstamo. Contrariamente, el coeficiente será menor que la unidad, cuando el volumen de terraplén requiera un volumen mayor de material constitutivo.

Los coeficientes de abundamiento o reducción se expresan en porcentaje del abundamiento o de la reducción, y representan el cambio porcentual de volumen entre el corte y el terraplén. El volumen ocupado en el corte siempre se considera igual a la unidad. Así, si un metro cúbico de excavación se abunda a  $1.20 \text{ m}^3$  en el terraplén, el abundamiento será:  $(1.20 - 1) \times 100 = 20\%$ ; además, si un metro cúbico de corte se vuelve solamente  $0.8 \text{ m}^3$  en el terraplén, la reducción en porcentaje será:  $(1.0 - 0.8) = 20\%$ .

Conviene comprender algunas características de la curva masa antes de proceder a su uso.

- a).-Una curva masa que sube indica excavación en ese punto y cuando baja indica terraplén.
- b).-Las inclinaciones muy grandes del diagrama de curva masa indican grandes cortes o terraplenes.
- c).-Los puntos donde las pendientes del diagrama de curva-

masa es nula, indican que la rasante pasa de corte a terraplén o viceversa.

d).-La diferencia en ordenadas entre dos puntos de la curva masa representa el exceso neto de excavación con respecto al terraplén entre estos puntos, o inversamente, el exceso neto de terraplén con respecto a la excavación.

e).-Si una línea horizontal corta a la curva masa en dos puntos, la excavación y el terraplén están compensados o sea que el corte y el terraplén tienen exactamente el mismo volumen.

Los diagramas de curva masa que se presentan en aeropuertos son terrenos en general planos y la rasante de la pista casi siempre se proyecta en terraplén; llegan a presentarse en algunas ocasiones movimientos pequeños y por consiguiente diagramas muy simples, debido a algunos cortes en las orillas de las fajas de seguridad y en la rasante misma.

En el proyecto de caminos los diagramas de curva masa son mucho más complicados pues su trazo está obligado a tocar puntos fijos los que generalmente están separados casi siempre por terrenos montañosos.

Los pagos de acarreo se harán multiplicando el volumen acarreado, por la distancia de acarreo expresada en m<sup>3</sup> -- est., m<sup>3</sup>-hm o m<sup>3</sup>-km y por el precio unitario para cada una de esas unidades, o sea:

$$\text{Volumen} \times \begin{matrix} \text{m}^3\text{-est. de 20 m.} \\ \text{m}^3\text{-hm} \\ \text{m}^3\text{-km} \end{matrix} \times \text{precio unitario} = \text{costo}$$

En ocasiones cuando el material de corte no es apto para terracerías, hay necesidad de importar material de algún banco localizado ex profeso para extraer material y formar los terraplenes de la pista.

Los préstamos laterales no son permitidos en aeropuertos, puesto que en época de lluvias las depresiones dejadas por la extracción de material se llena de agua dando origen a un criadero de aves, las que son un peligro para la navegación aérea.

La distancia mínima especificada para la localización de bancos de préstamo para terracerías, es de 500 m al eje de la pista y aguas abajo

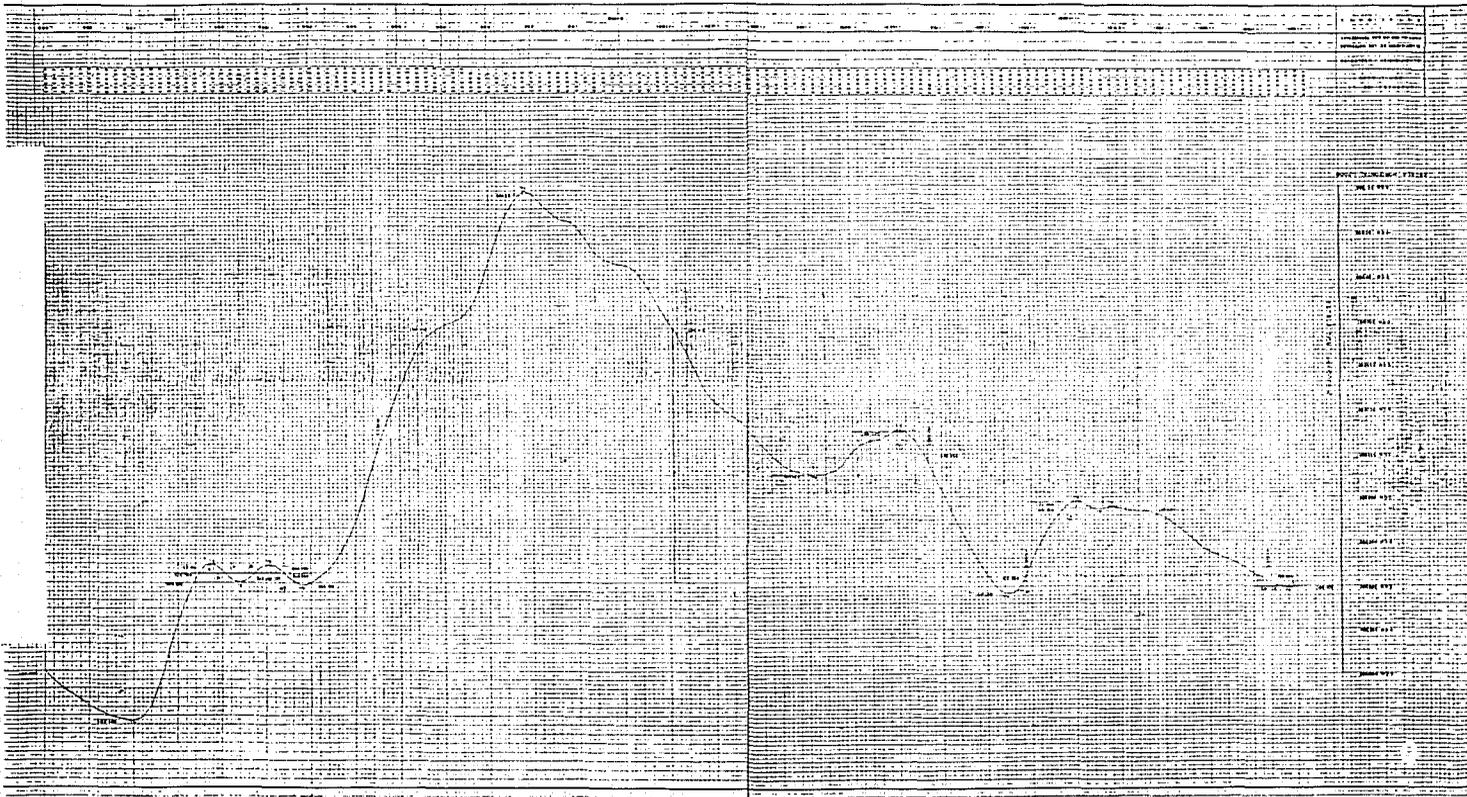
Con todo lo anterior se cuenta ya con suficiente material para formar el plano de perfil y de movimiento de materiales.

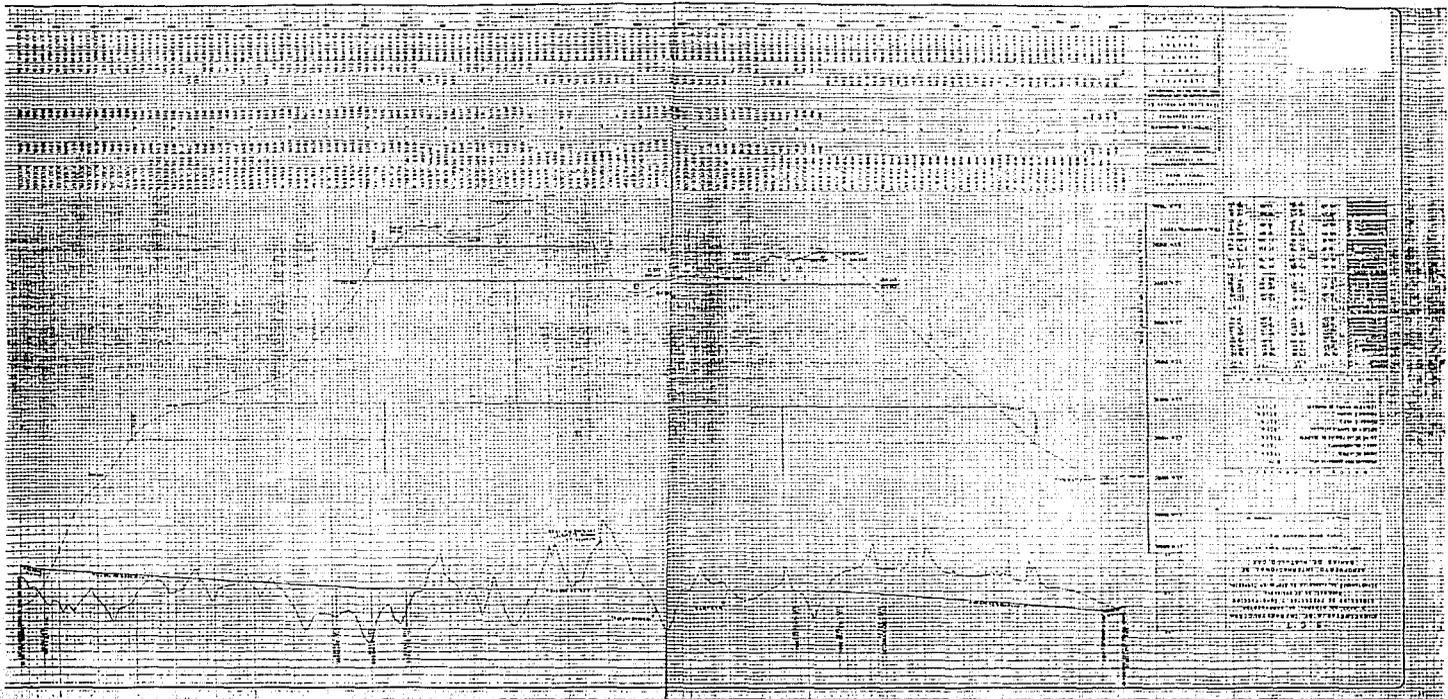


En el Aeropuerto de Bahías de Huatulco, el estudio de curva masa de la pista 07-25 se realizó dividiendo la pista en tres franjas y obteniéndose las gráficas que a continuación se presentan.







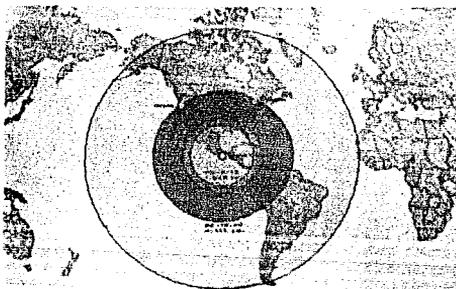


---

## VII.2. Costos.

La inversión por etapas en el Aeropuerto de Bahías de Hualtuilco, está desglosada en la tabla que a continuación se presenta, cabe mencionar que en ella aparecen cada uno de los elementos, las etapas, fases, dimensiones, capacidades y futuras ampliaciones que el proyecto del aeropuerto contempla.

Es importante hacer incapie que los costos que en ella se manejan son de junio de 1987.





**CRONOGRAMA DE OBRAS**

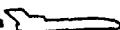
ACTIVIDAD	FECHA DE INICIO	FECHA DE TERMINACION	ESTADO
1. Limpieza de terreno	15/01/2010	30/01/2010	Completada
2. Construcción de cimentación	01/02/2010	15/02/2010	Completada
3. Construcción de estructura de concreto	16/02/2010	30/03/2010	Completada
4. Instalación de acero	01/03/2010	15/03/2010	Completada
5. Construcción de muros de concreto	16/03/2010	30/03/2010	Completada
6. Construcción de piso de concreto	01/04/2010	15/04/2010	Completada
7. Instalación de techumbre	16/04/2010	30/04/2010	Completada
8. Instalación de puertas y ventanas	01/05/2010	15/05/2010	Completada
9. Pintura de interiores	16/05/2010	30/05/2010	Completada
10. Instalación de pisos de cerámica	01/06/2010	15/06/2010	Completada
11. Instalación de muebles de baño	16/06/2010	30/06/2010	Completada
12. Instalación de muebles de cocina	01/07/2010	15/07/2010	Completada
13. Instalación de electrodomésticos	16/07/2010	30/07/2010	Completada
14. Instalación de pintura exterior	01/08/2010	15/08/2010	Completada
15. Instalación de jardinería	16/08/2010	30/08/2010	Completada
16. Instalación de iluminación exterior	01/09/2010	15/09/2010	Completada
17. Instalación de cerrajería	16/09/2010	30/09/2010	Completada
18. Instalación de aire acondicionado	01/10/2010	15/10/2010	Completada
19. Instalación de calefacción	16/10/2010	30/10/2010	Completada
20. Instalación de sistemas de seguridad	01/11/2010	15/11/2010	Completada
21. Instalación de sistemas de alarma	16/11/2010	30/11/2010	Completada
22. Instalación de sistemas de video vigilancia	01/12/2010	15/12/2010	Completada
23. Instalación de sistemas de control de acceso	16/12/2010	30/12/2010	Completada
24. Instalación de sistemas de control de temperatura	01/01/2011	15/01/2011	Completada
25. Instalación de sistemas de control de humedad	16/01/2011	30/01/2011	Completada
26. Instalación de sistemas de control de calidad del aire	01/02/2011	15/02/2011	Completada
27. Instalación de sistemas de control de ruido	16/02/2011	30/02/2011	Completada
28. Instalación de sistemas de control de vibración	01/03/2011	15/03/2011	Completada
29. Instalación de sistemas de control de contaminación	16/03/2011	30/03/2011	Completada
30. Instalación de sistemas de control de plagas	01/04/2011	15/04/2011	Completada
31. Instalación de sistemas de control de incendios	16/04/2011	30/04/2011	Completada
32. Instalación de sistemas de control de explosivos	01/05/2011	15/05/2011	Completada
33. Instalación de sistemas de control de contaminación acústica	16/05/2011	30/05/2011	Completada
34. Instalación de sistemas de control de contaminación lumínica	01/06/2011	15/06/2011	Completada
35. Instalación de sistemas de control de contaminación térmica	16/06/2011	30/06/2011	Completada
36. Instalación de sistemas de control de contaminación química	01/07/2011	15/07/2011	Completada
37. Instalación de sistemas de control de contaminación biológica	16/07/2011	30/07/2011	Completada
38. Instalación de sistemas de control de contaminación radiactiva	01/08/2011	15/08/2011	Completada
39. Instalación de sistemas de control de contaminación por partículas	16/08/2011	30/08/2011	Completada
40. Instalación de sistemas de control de contaminación por gases	01/09/2011	15/09/2011	Completada
41. Instalación de sistemas de control de contaminación por metales pesados	16/09/2011	30/09/2011	Completada
42. Instalación de sistemas de control de contaminación por pesticidas	01/10/2011	15/10/2011	Completada
43. Instalación de sistemas de control de contaminación por herbicidas	16/10/2011	30/10/2011	Completada
44. Instalación de sistemas de control de contaminación por fertilizantes	01/11/2011	15/11/2011	Completada
45. Instalación de sistemas de control de contaminación por plaguicidas	16/11/2011	30/11/2011	Completada
46. Instalación de sistemas de control de contaminación por productos químicos	01/12/2011	15/12/2011	Completada
47. Instalación de sistemas de control de contaminación por productos farmacéuticos	16/12/2011	30/12/2011	Completada
48. Instalación de sistemas de control de contaminación por productos de limpieza	01/01/2012	15/01/2012	Completada
49. Instalación de sistemas de control de contaminación por productos de belleza	16/01/2012	30/01/2012	Completada
50. Instalación de sistemas de control de contaminación por productos de alimentación	01/02/2012	15/02/2012	Completada

**AEROPUERTO DE BAHAS DE HUATULCO OAX.**

**PROGRAMA DE OBRAS**

ACTIVIDAD	FECHA DE INICIO	FECHA DE TERMINACION	ESTADO
1. Limpieza de terreno	15/01/2010	30/01/2010	Completada
2. Construcción de cimentación	01/02/2010	15/02/2010	Completada
3. Construcción de estructura de concreto	16/02/2010	30/03/2010	Completada
4. Instalación de acero	01/03/2010	15/03/2010	Completada
5. Construcción de muros de concreto	16/03/2010	30/03/2010	Completada
6. Construcción de piso de concreto	01/04/2010	15/04/2010	Completada
7. Instalación de techumbre	16/04/2010	30/04/2010	Completada
8. Instalación de puertas y ventanas	01/05/2010	15/05/2010	Completada
9. Pintura de interiores	16/05/2010	30/05/2010	Completada
10. Instalación de pisos de cerámica	01/06/2010	15/06/2010	Completada
11. Instalación de muebles de baño	16/06/2010	30/06/2010	Completada
12. Instalación de muebles de cocina	01/07/2010	15/07/2010	Completada
13. Instalación de electrodomésticos	16/07/2010	30/07/2010	Completada
14. Instalación de pintura exterior	01/08/2010	15/08/2010	Completada
15. Instalación de jardinería	16/08/2010	30/08/2010	Completada
16. Instalación de iluminación exterior	01/09/2010	15/09/2010	Completada
17. Instalación de cerrajería	16/09/2010	30/09/2010	Completada
18. Instalación de aire acondicionado	01/10/2010	15/10/2010	Completada
19. Instalación de calefacción	16/10/2010	30/10/2010	Completada
20. Instalación de sistemas de seguridad	01/11/2010	15/11/2010	Completada
21. Instalación de sistemas de alarma	16/11/2010	30/11/2010	Completada
22. Instalación de sistemas de video vigilancia	01/12/2010	15/12/2010	Completada
23. Instalación de sistemas de control de acceso	16/12/2010	30/12/2010	Completada
24. Instalación de sistemas de control de temperatura	01/01/2011	15/01/2011	Completada
25. Instalación de sistemas de control de humedad	16/01/2011	30/01/2011	Completada
26. Instalación de sistemas de control de calidad del aire	01/02/2011	15/02/2011	Completada
27. Instalación de sistemas de control de ruido	16/02/2011	30/02/2011	Completada
28. Instalación de sistemas de control de vibración	01/03/2011	15/03/2011	Completada
29. Instalación de sistemas de control de contaminación	16/03/2011	30/03/2011	Completada
30. Instalación de sistemas de control de plagas	01/04/2011	15/04/2011	Completada
31. Instalación de sistemas de control de incendios	16/04/2011	30/04/2011	Completada
32. Instalación de sistemas de control de explosivos	01/05/2011	15/05/2011	Completada
33. Instalación de sistemas de control de contaminación acústica	16/05/2011	30/05/2011	Completada
34. Instalación de sistemas de control de contaminación lumínica	01/06/2011	15/06/2011	Completada
35. Instalación de sistemas de control de contaminación térmica	16/06/2011	30/06/2011	Completada
36. Instalación de sistemas de control de contaminación química	01/07/2011	15/07/2011	Completada
37. Instalación de sistemas de control de contaminación biológica	16/07/2011	30/07/2011	Completada
38. Instalación de sistemas de control de contaminación radiactiva	01/08/2011	15/08/2011	Completada
39. Instalación de sistemas de control de contaminación por partículas	16/08/2011	30/08/2011	Completada
40. Instalación de sistemas de control de contaminación por gases	01/09/2011	15/09/2011	Completada
41. Instalación de sistemas de control de contaminación por metales pesados	16/09/2011	30/09/2011	Completada
42. Instalación de sistemas de control de contaminación por pesticidas	01/10/2011	15/10/2011	Completada
43. Instalación de sistemas de control de contaminación por herbicidas	16/10/2011	30/10/2011	Completada
44. Instalación de sistemas de control de contaminación por fertilizantes	01/11/2011	15/11/2011	Completada
45. Instalación de sistemas de control de contaminación por plaguicidas	16/11/2011	30/11/2011	Completada
46. Instalación de sistemas de control de contaminación por productos químicos	01/12/2011	15/12/2011	Completada
47. Instalación de sistemas de control de contaminación por productos farmacéuticos	16/12/2011	30/12/2011	Completada
48. Instalación de sistemas de control de contaminación por productos de limpieza	01/01/2012	15/01/2012	Completada
49. Instalación de sistemas de control de contaminación por productos de belleza	16/01/2012	30/01/2012	Completada
50. Instalación de sistemas de control de contaminación por productos de alimentación	01/02/2012	15/02/2012	Completada

**AEROPUERTO DE BAHAS DE HUATULCO OAX.**







## CONCLUSIONES



La determinación del sitio más adecuado para un aeródromo debe tomar en cuenta diversas consideraciones. El sitio debe ser accesible a los usuarios, sin requerir de caminos de acceso costosos o tiempo excesivo de traslado por tierra.

La pista debe estar debidamente orientada con relación a obstáculos y vientos dominantes. Otros factores importantes son la posibilidad de ampliaciones futuras de la pista, la posibilidad de construir pistas transversales, cuando los vientos dominantes así lo requieran; el drenaje natural del terreno y en algunos casos la proximidad de otros aeródromos o aeropuertos.

Dentro de lo posible, las aproximaciones a los umbrales de las pistas no deberán ocurrir sobre zonas urbanas, aun cuando las construcciones respectivas se ajusten a las normas de restricción de obstáculos. Cuando no sea posible, deberá evitarse que en las zonas de aproximación a las pistas existan escuelas, hospitales, iglesias u otros edificios públicos o privados, destinados a reuniones u otros actos.

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.

Es importante seleccionar el método más apropiado para el cálculo de longitud de pista, tomando en consideración el tipo de aeronaves que utilizarán el aeropuerto.

El factor económico será secundario siempre y cuando esto se refleje en una mayor eficacia y seguridad en el funcionamiento del aeropuerto, jamás deberá sacrificarse la eficiencia y seguridad de un aeropuerto para la obtención de un ahorro en el aspecto económico.

Se puede decir que en realidad no existe una metodología establecida para la localización y proyecto de un aeropuerto, ya que en ello intervienen una gran variedad de factores, por lo que éste trabajo pretende mostrar una idea generalizada de los pasos a seguir así como los factores que influyen primordialmente en este proceso.



*BIBLIOGRAFIA*

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

- ROBERT HORONNEFF. - PLANNING AND DESIGN OF AIRPORTS.  
3rd. EDITION U.S.A. 1983.
- NORMAN ASHFORD. - AIRPORT ENGINEERING 2nd EDITION  
U.S.A. 1984.
- I. A. T. A. - AIRPORT TERMINAL REFERENCE MANUAL  
6th EDITION U.S.A.
- DEPARTMENT OF AIRFORCE. - TERMINALS INSTRUMENT PROCEDURE  
JULY 7, 1976.
- O. A. C. I. - MANUAL DE PROYECTO DE AERODROMOS  
PARTE 4, AYUDAS VISUALES 2a. EDI  
CION CANADA 1983.
- O. A. C. I. - MANUAL DE PROYECTO DE AERODROMOS  
PARTE 2, CALLES DE RODAJE, PLATA  
FORMAS Y APARTADEROS DE ESPERA -  
2a. EDICION.
- O. A. C. I. - AERODROMOS ANEXO 14 8a. EDICION -  
CANADA 1983.
- HOWARD, GEORGE P. AIRPORT ECONOMIC PLANNING. THE  
MIT PRESS. 1974.
- O. A. C. I. - MANUAL DE PREVISION DEL TRAFICO -  
AEREO DOC. 8991 - AT/722 1982.
- FEDERAL AVIATION ADMINISTRATION ( U.S.A. ) AVIATION DEMAND AND AIRPORT FACI  
LITY REQUIREMENT FOR LARGE AIR -  
TRANSPORTATION HUBS THROUGH 1980.
- O. A. C. I. - MANUAL DE PROYECTOS DE AERODROMOS  
PARTE I. PISTAS, 2a. EDICION CANA  
DA 1983.
- ORGANIZACION INTERNACIONAL DE - PROCEDURE FOR DESCRIBING AIRCRAFT  
NORMALIZACION. NOISE AROUND AND AIRPORTS.
- O. A. C. I. - MANUAL DE PLANIFICACION DE AERO -  
PUERTOS. PARTE 2 UTILIZACION DEL -  
TERENO Y CONTROL DEL MEDIO AMBIEN  
TE DOC. 9184 AN/902.
- O. A. C. I. - EVALUACION DEL RUIDO PARA PLANIFI  
CAR LA UTILIZACION DE LOS TERRENOS  
DOC. 116-AN/86.