

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO
FACULTAD DE INGENIERIA

APUNTES DE AEROPUERTOS PARA LA
CLASE DE SISTEMAS DE TRANSPORTE

TESIS PROFESIONAL

QUE PARA OBTENER EL TITULO DE
INGENIERO CIVIL
P R E S E N T A

JUANA MARIA MENDOZA ANDRADE

1980





Universidad Nacional
Autónoma de México



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

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

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



UNIVERSIDAD NACIONAL
AUTÓNOMA DE
MÉXICO

FACULTAD DE INGENIERIA
EXAMENES PROFESIONALES
60-1-160

A la Presente Srta. JUANA MA. MENDOZA ANDRADE,
P r e s e n t e .

En atención a su solicitud relativa, me es grato transcribir a usted a continuación el tema que aprobado por esta Dirección propuso el - Profesor Ing. Gonzalo Graa Beristáin, para que lo desarrolle comenteis en su Examen Profesional de Ingeniero CIVIL.

"APUNTES DE AEROPUERTOS PARA LA CLASE DE SISTEMAS DE
TRANSPORTE"

- I. Introducción.
- II. Planeación.
- III. Elementos de proyecto.

Ruego a usted se sirva tomar debida nota de que en cumplimiento de lo especificado por la Ley de Profesiones, deberá prestar Servicio-Social durante un tiempo mínimo de seis meses como requisito indispensable para sustentar Examen Profesional; así como de la disposición de la Dirección General de Servicios Escolares en el sentido de que se imprima en lugar visible de los ejemplares de la tesis, el título del trabajo realizado.

Atentamente
"POR MI RAZA HABLARA EL ESPIRITU"
Cdr. (Ejército), a 11 de agosto de 1978
EL DIRECTOR


ING. JAVIER JIMENEZ ESPRIU

245
ISE/ORBH/sar

I N D I C E

	Pag.
1.- INTRODUCCION	
1.1 Sistemas de Transporte	1
1.2 Evolución del Transporte Aéreo	5
1.3 Transporte y Desarrollo	7
1.4 El Transporte Aéreo, otros Sistemas de Transporte	10
1.5 Historia de la Aviación en México	12
2.- PLANEACION	
2.1 Generalidades	48
2.2 Análisis de la Demanda de Transporte Aéreo	50
2.2.1 Modelo para Determinar el Tráfico	54
2.2.2 Determinación del Tráfico Turístico Inter-Urbano	57
2.2.3 Ajuste de la Evolución del Tráfico Interno en Función del Producto Interno Bruto	58
2.3 Análisis de la Actividad Aérea	59
2.4 Previsión Tecnológica	61
2.4.1 Vuelos de Largo Alcance	62
2.4.2 Vuelos de Mediano Alcance	62
2.4.3 Vuelos de Corto Alcance	63

	Pag.	
2.5	Determinación del Equipo por Emplear	68
2.5.1	Traficos Inferiores a 12 000 Pasajeros/año	72
2.5.2	Trafico de Nivel 1	72
2.5.3	Trafico de Nivel 2	73
2.5.4	Trafico de Nivel 3	73
2.5.5	Trafico de Nivel 4	73
2.5.6	Trafico de Nivel 5	74
2.5.7	Determinación de la Infraestructura Necesaria	74
2.6	Evaluación Económica de Aeropuertos	75
2.6.1	Proyección de Pasajeros y Operación	77
2.6.2	Cálculo de Beneficios por Ahorros en Tiempo de los Pasajeros por Costo de Operación de las Aeronaves	78
2.6.3	Obtención de los Costos del Proyecto	81
2.6.4	Cálculo del Índice de Rentabilidad	82
2.6.5	Cálculo de la Tasa Interna de Rendimiento	82
3.-	ELEMENTOS DEL PROYECTO	84
3.1	Vehículos para el Transporte Aéreo	84
3.1.1	Descripción del Vehículo	87
3.2	Usuario	109
3.3	Aeropuerto	110

	Pag.
3.3.1 Espacios Aéreos y su Control	111
3.3.2 Pistas	120
3.3.3 Calles de Rodaje	139
3.3.4 Plataforma	145
3.3.5 Edificio Terminal	151
3.3.6 Estacionamientos y Vías de Acceso	163
3.3.7 Ayudas a la Navegación	167
3.3.8 Instalaciones Complementarias	204
3.3.9 Zona de Abastecimiento y Distribución de Combustibles	212
3.4 Proyecto	214
3.4.1 Reconocimiento	215
3.4.2 Proyecto	216
3.5 Construcción	217
3.6 Conservación	223
3.7 Organismos que Intervienen en la Planeación, Construcción y Operación de los Aeropuertos	228
Anexos	229
Bibliografía	232

1.- INTRODUCCION.

1.1.- SISTEMAS DE TRANSPORTE.

Un conjunto de elementos interrelacionados entre sí, formando un todo integrado para la obtención de un objetivo común, constituye un SISTEMA, de tal forma que el estudio de uno de estos elementos, es la descripción de las relaciones que tiene éste con los demás.

Las sociedades evolucionadas descansan sobre una diversificada base económica que, accionada por el trabajo humano, engendra una serie de bienes y servicios cuyo destino último es la satisfacción de las necesidades de sus miembros. Los variados elementos que participan en la vida económica de una nación, así como sus conexiones y dependencias, se suman en un todo denominado SISTEMA ECONOMICO.

Un sistema económico moderno constituye un complejo tejido de relaciones directas e indirectas — entre las que se cuentan las actividades productivas — por las cuales los hombres llegan a disponer de una variadísima gama de bienes y servicios, capaces de satisfacer sus múltiples necesidades y deseos materiales. De esta forma, los hombres dividen socialmente su trabajo y actúan integrados mediante una extensa corriente de cambios de productos y prestaciones de servicios mutuos.

Las actividades productivas se distribuyen a través de innumerables UN[

DADES PRODUCTORAS, que articulan los factores de la producción, - trabajo, capital y recursos naturales, con la tendencia a obtener de terminados bienes y servicios, concretando estas unidades al fenómeno de la división social del trabajo.

Las unidades productoras se clasifican por sus actividades, agrupándose en tres sectores:

- SECTOR PRIMARIO, que abarca las actividades que se ejercen próximas a las bases de recursos naturales (agropecuarias y extractivas).
- SECTOR SECUNDARIO, que reúne las actividades industriales, mediante las cuales los bienes son transformados.
- SECTOR TERCIARIO, en el que se atienden ciertas necesidades, estas actividades no tienen expresión material y son los "SERVICIOS" (transportes, educación, diversiones, etc.).

La importancia relativa de los diversos sectores, en la generación del producto total de la economía, es marcadamente variable, reflejando, entre otros fenómenos el grado de desarrollo económico alcanzado por un país; así tenemos que en las regiones subdesarrolladas, el sector "servicios" es el sumidero a donde concurren la mayor parte de los grandes contingentes de mano de obra desempleada, así como el predominio de las actividades primarias.

EL FACTOR DINAMICO EN EL PROCESO DE UNA ECONOMIA, ES EL INTERCAMBIO, Y ESTE TIENE COMO MANIFESTACION MATERIAL AL --

TRANSPORTE, CUYA IMPORTANCIA RESULTA VITAL, PUESTO QUE CONSTITUYE LA LIGA INDISPENSABLE ENTRE LA PRODUCCION Y EL CONSUMO, ES DECIR LA OFERTA Y LA DEMANDA.

Así tenemos que el transporte, que etimológicamente significa TRANSPORTAR y PORTE llevar o cambiar de lugar, se puede llevar a cabo mediante diversos sistemas: carretero, ferroviario, portuario, de ductos, y de transporte urbano, así como los que sirven para el "transporte" de ideas (comunicación): sistemas telegráfico, telefónico, etc., formando en su conjunto el SISTEMA DE TRANSPORTES, definiéndolo como el conjunto de elementos que permiten realizar el intercambio de bienes, servicios y productos en un sistema económico. Los elementos que constituyen un sistema de transporte, se pueden clasificar como: la infraestructura, constituida por las vías; — elementos que permiten la operación de la estructura, integrada por los vehículos, adecuada para atender la superestructura formada por los usuarios y la carga. Estos elementos a su vez se constituyen en los elementos básicos para el proyecto de los sistemas de transporte.

A medida que un país tiende a alcanzar mejores niveles de desarrollo tiene que lograr la adecuada adaptación entre los evolucionados medios de transporte con el complejo conjunto de requerimientos, a fin de que permita la eficaz y segura utilización del sistema y su ampliación, mediante la construcción de las obras de ingeniería que

lo constituyen: carreteras, vías férreas, aeropuertos, puertos y ductos, mismas que a su vez conforman la INFRAESTRUCTURA PARA EL TRANSPORTE.

Por lo expresado anteriormente, se plantea la necesidad de la planeación del sistema de transporte como un todo, es decir, que comprenda:

- La integración de un sistema, mediante la utilización adecuada de todos los subsistemas que lo componen; y
- La planeación misma de su evolución, así como la de cada uno de tales subsistemas.

La suma de ambas consideraciones conduce a la planeación de la infraestructura para el transporte.

La planeación de la infraestructura para el transporte ubicándose en el contexto político-económico-social, debe prever las necesidades de transporte futuras conociendo las actuales, para plantear la construcción o mejoramiento de las obras requeridas con objeto de satisfacer dichas demandas, utilizando los sistemas de transporte adecuados para ello y la coordinación de los mismos a fin de obtener una optimización de los recursos con que se cuenta, señalando los medios idóneos para el transporte de las mercancías de acuerdo con el tipo de éstas y el origen y destino que tengan, ya sea que estos destinos u orígenes sean nacionales o internacionales.

1.2.- EVOLUCION DEL TRANSPORTE AEREO.

Al terminar la Segunda Guerra Mundial se organizó regularmente ya en todos los países, tanto a nivel internacional como nacional el transporte aéreo, el cual ha tenido el mayor desarrollo en menor tiempo que todos los medios de transporte, permitiendo una fácil comunicación y efectivamente ha reducido las dimensiones de la tierra. A finales de los años cuarenta y a principios de los cincuenta, la concepción de la infraestructura era relativamente sencilla, ya que al estar muy reciente el conflicto bélico se transformaron las experiencias militares a condiciones civiles. Además, se puede decir que todos los equipos de vuelo eran en cierta forma derivados de modelos militares.

Si recordamos que el transporte aéreo ofrece como ventaja primordial la velocidad de traslado, era lógico que surgiera el avión impulsado con motores de turbina que, para su época, prácticamente duplicó la velocidad del equipo existente y fue capaz de volar a altitudes mucho más confortables que los aviones anteriores. Demostrada la posibilidad del uso de motores de turbina en la aviación civil, se planteó la urgente necesidad de realizar estudios más detallados, cada vez más sofisticados que permitieran no solo imaginar la operación futura sino también, que ésta se realizara bajo las mejores condiciones económicas.

A partir de 1965 y en un programa de extrema urgencia, se modificó esta situación implementando en forma drástica las condiciones de operación de los aeropuertos, los sistemas de navegación y los servicios de control de tránsito aéreo. La concepción moderna de un aeropuerto requiere de métodos muy cuidadosos y del uso de diversas disciplinas con personal altamente capacitado y experimentado. La aviación en todos sus aspectos ya no puede apoyarse en diseños y ejecuciones improvisadas, cortas de alcances y poco técnicas.

En la actualidad es posible anotar que los conocimientos de un técnico en la materia, escasamente son válidos durante cinco años, obligándolo a mantenerse en un estado continuo e intenso de ampliación y actualización de tecnología, así como estar obligado a aprovechar — las experiencias anteriores, a través de un proceso permanente de retroalimentación que no debe circunscribirse a un ámbito nacional, — sino también a situaciones presentadas en otros países, las que con habilidad y una correcta interpretación pueden usarse para situaciones locales.

Las compañías de aviación se enfrentan a una competencia a nivel internacional que las obliga a modificar con cierta periodicidad sus equipos de vuelo por otros de mejores atractivos, tanto en comodidad como económicamente, lo que obliga a considerar dentro de la planeación de aeropuertos, los cambios tecnológicos que se puedan presentar en el equipo de vuelo y sistemas de navegación, dentro del hori

hizonte previsible de proyección. En estudios financieros, a este horizonte es común fijarle metas en función del tiempo; sin embargo, para efectos de planeación del aeropuerto y dados los numerosos factores que no pueden cuantificarse a futuro, se ha adoptado el concepto de trabajar el horizonte de proyecto no a tiempo determinado sino a volumen de demanda, el cual dependiendo de la real prodrá presentarse en la fecha prevista dentro de un rango de más o menos 5 años y a veces hasta más, dependiendo de la reacción de la comunidad a su aeropuerto.

En la actualidad además, se observa el fenómeno de la contaminación en el medio en que vivimos. El ruido ha llegado ya en ciertas zonas a producir daños permanentes e irreversibles a la población, es por ello, que desde 1970 se ha estado estudiando a nivel internacional el ruido producido por los aviones y en la actualidad se han fijado normas sobre los niveles que se pueden llegar a generar y que los fabricantes de aviones se ven obligados a cumplir produciéndose modificaciones que intervienen en la planeación del aeropuerto.

1.3.- TRANSPORTE Y DESARROLLO.

El proceso de expansión de una economía reclama de una elevada producción de bienes y servicios y de un intenso intercambio de aquellos, por lo que puede afirmarse que en un país en vías de desar-

rollo, como el nuestro, se genera una creciente demanda de desplazamientos, como se aprecia en los cuadros Nos. 1, 2 y 3.

El transporte es una de las manifestaciones más características del fenómeno de expansión, actividad que presenta en la actualidad un variado y extenso campo de acción, en efecto, a partir de la máquina de vapor y el motor de combustión interna que han constituido la base del extraordinario desarrollo del transporte, ha habido una evolución cada vez más acelerada en las últimas décadas, dado el continuo perfeccionamiento de los medios tradicionales y las innovaciones técnicas, tales como los transportes aéreos supersónicos, lo cual ha motivado que las obras e instalaciones de ingeniería deban construirse para permitir su funcionamiento óptimo. Dicho funcionamiento resulta complejo si se toma en cuenta los volúmenes de carga y el creciente número de vehículos de todo tipo en que descansa la transportación de personas y bienes que demanda el estado actual de progreso.

Esto hace necesario construir un sistema óptimo de transporte para extraer el máximo de la producción de energía, de potencial humano y material y de reducir al mínimo el costo por distancia. En relación con la producción de bienes, sus ventajas se relacionan en particular con la forma de movilizar riquezas hasta entonces inaccesibles de acceso prohibitivo; en fomentar una mejor división y distribución geográfica del trabajo; en facilitar el desarrollo de producción -

en gran escala, con costos decrecientes, permitiendo la expansión de las zonas de mercado y de abastecimientos de las empresas y en general, en proporcionar economías externas en las demás actividades económicas. Este último aspecto es de particular importancia, ya que los costos excesivos en transporte y otras deficiencias en la calidad o capacidad de estos servicios pueden incidir significativamente en el precio final del bien o servicio, al limitar la posibilidad de operar con costos decrecientes.

Las repercusiones económicas que los transportes traen consigo, deben ser tomadas en cuenta en la preparación y evaluación de los planes de inversión en obras de infraestructura, sobre todo cuando se combinan con un plan general de desarrollo que entraña cambios estructurales importantes en el largo plazo.

Para la elaboración de estos planes se deberá tomar en cuenta que las diversas modalidades de transporte difieren considerablemente en cuanto a sus características y son diferentes en su densidad de vías, es decir, en su capacidad de enlazar o servir a todos los puntos o lugares, en su capacidad y eficiencia para el transporte de volúmenes pequeños, medianos o grandes; en la velocidad, frecuencia y flexibilidad de los servicios; en los requisitos en cuanto a transbordos, operaciones terminales, preparación de las mercancías para el transporte; en la seguridad y puntualidad de los servicios y en los costos, considerando también que de acuerdo a estas características y

dentro de ciertos límites, se presentan posibilidades de sustitución entre sí, por ejemplo, elevando el costo es posible incrementar la velocidad o la seguridad.

De lo anterior se desprende que una de las repercusiones principales del desarrollo de los transportes sea el de crear espacios y localizaciones preferenciales para el desarrollo que se encuentran sujetos a continuos cambios de acuerdo a la evolución del sistema de transporte.

1.4.- EL TRANSPORTE AEREO, OTROS SISTEMAS DE TRANSPORTE.

Los transportes constituyen un servicio destinado a enlazar los centros de producción con los de consumo o a las poblaciones entre sí. El transporte es el ingrediente necesario de casi todos los aspectos del desarrollo económico y social, sin embargo los obstáculos naturales representados por cadenas montañosas, ríos, desiertos, mares, condiciones climatológicas, etc., hacen que en muchas ocasiones el transporte pierda movilidad y que éste resulte ser económicamente inconveniente.

En lo que se refiere al ferrocarril, este ofrece el modo más económico para acarrear cargas voluminosas en distancias largas.

El sistema carretero también ha sido uno de los medios de comunicación empleados desde hace miles de años como lo indican la "Vía -

Aptia" en Roma, "El Camino del Inca" en el Perú y los llamados "Camino Blancos" de los Mayas. El sistema carretero ofrece cierta flexibilidad, ya que se podría comenzar con un simple proyecto adecuado para el tránsito vigente y luego ampliar gradualmente por etapas los servicios a medida que aumente la demanda.

Otra gran ventaja que ofrecerle el sistema carretero, sería el que éste podría proporcionar un servicio más completo, es decir directamente desde el punto de origen al de destino.

En lo que se refiere al transporte aéreo, este ha tenido en los últimos años una impresionante evolución, ha cambiado radicalmente el concepto tradicional de la transportación de personas, mercancías y correspondencia, tanto por la velocidad de desplazamiento de los aviones y la capacidad de éstos así como la comodidad y seguridad creciente de los servicios que proporcionan.

Es pues el transporte aéreo un sistema que debido al gran desarrollo con que se le ha impulsado en nuestros días, puede a la postre ser un medio ideal para transportar grandes volúmenes de carga, ya que éste resulta el medio más eficaz para vencer las barreras impuestas por las largas distancias y los obstáculos que presenta la topografía. Sin embargo, a pesar de sus enormes posibilidades en otras diversas aplicaciones, la aviación continúa actualmente utilizándose fundamentalmente para viajes de pasajeros a largas distancias.

De igual manera podríamos hablar de la relación entre la carretera y

el aeropuerto los cuales también tienen funciones en común, ya que la carretera y los viaductos forman parte entre sí del sistema del aeropuerto, que viene siendo el punto de enlace con las Metrópolis y de la eficiencia y rapidez con que se pueden realizar las maniobras de Ciudad-Aeropuerto, dependerá en gran parte el éxito de la labor del aeropuerto.

1.5.- HISTORIA DE LA AVIACION EN MEXICO.

El 18 de mayo de 1784 José María Alfaro elevó al primer globo sobre territorio de la Nueva España; y el 6 de febrero de 1785 Antonio M^aría Fernández, en Tlaxcala, se convirtió en el primer mexicano que ascendió a bordo de un aeróstato. El 15 de septiembre de 1825, - en ocasión del décimo quinto aniversario de la iniciación de la Guerra de Independencia, la familia Iber lanzó, en San Miguel de Allende, un aparato impulsado por aire caliente. Después siguieron las ascensiones de Guillermo Eugenio Robertson (1835); Benito León Acosta (1842), quien recibió por su hazaña el derecho exclusivo de volar por 3 años; Samuel Wilson (1851 a 1857), Tranquilino Alemán (1860) y Manuel M. de la Berrera y Valenzuela. A causa de los accidentes que provocaba a menudo esta afición, en 1862 se prohibieron los experimentos aerostáticos en el Distrito Federal. En la provincia siguieron haciéndolos Braulio Franco, en Morelia y Félix Morgales, en San Miguel de Allende. Joaquín de la Cantolla y Rico los

resanudó en la capital de la República en 1863, mientras trabajaba - en el proyecto de un dirigible, bajo el patrocinio de la Empresa Aerostática Mexicana. En 1882 se elevó Abraham Dávalos; en 1894, José Sort de Dáez y Aranguo; y en 1898, la primera mujer, Flora - Conde. Ernesto Pugibet, dueño de la fábrica de cigarros "El Buen Tono", trajo a México el primer dirigible en 1907, a cuyo despegue asistió el presidente Díaz.

En 1910 Miguel Lebríja adquirió un enorme globo cautivo que no lo - gro ascender; y en 1914 Alberto Braniff navegó en globo libre, acomp - ñado por Cantolla y Rico.

Por otra parte, el 23 de junio de 1872 Carlos Antonio Obregón reali - zó un vuelo horizontal desde la torre de la catedral metropolitana, - pero las crónicas de la época no indican que clase de aparato utili - zó ni cuál fue la distancia recorrida. En 1895 Luis Bringas estudia - ba la posibilidad de hacer navegar por el aire un aparato mecánico, y en 1907 Justo Fuentes, en Sombrerete, Zac., construyó unas gran - des alas de manta que no pudieron soportarlo. Ese mismo año Alfré - do Robles Domínguez armó un avión que se quedó en tierra y en 1908 publicó el libro "Tratado de Locomoción Aérea". Por esos días y - de modo independiente, volaban ya en planeadores Miguel Lebríja, - en la hacienda de San Juan de Dios (1908-1909); Juan Guillermo Vi - llasana, en la hacienda de San Juan de la Labor y en los llanos de San Rafael y Venta Prieta, en Pachuca (1909-1910); José Ordoñez y -

Carlos Michel, también en Pachuca (1909-1910); y los hermanos -- Juan Pablo y Eduardo Aldasoro, Pablo Lozano, Manuel Quezada y Daniel García, en el Cerro de la Estrella y en las colonias Roma y Azules de la Ciudad de México (1909-1911). Puginet, a su vez adquirió en 1909 el primer aeroplano, que nunca pudo elevarse. Mientras tanto, regresó a México Alberto Braniff, trayendo de París un biplano Voisin, con motor A. N. V. de 60 caballos, enfriado por agua; acondicionó los llanos de Balbuena, propiedad de su familia, y el 8 de enero de 1910 pudo volar 500 metros a 25 metros de altura. En octubre de ese año la escuadrilla acrobática de Moissant, Garros, Simon, Audemars y Fritable hizo exhibiciones acrobáticas en Balbuena; y en febrero de 1911 la de Matilde Moissant, Hamilton y el Capitán Dyot. Con éste voló sobre el campo Francisco I. Madero, quien persuadido de las posibilidades de la aviación ordenó la compra de cinco aviones a la casa Moissant de Long Island y becó a Horacio Ruiz y a los hermanos Salinas (Alberto y Gustavo) y Aldasoro (Juan Pablo y Eduardo) para que estudiaran pilotaje y trajeran los aparatos a México. El 19 de abril de 1912, el gabinete maderista encargó a Villasana la construcción de cinco monoplanos Dupurdusin, tarea que fue suspendida por los acontecimientos de la Decena Trágica (febrero de 1913). Al ocurrir este cuartelazo, Lebrija y Villasana propusieron al gobierno utilizar un avión para bombardear la Ciudadela, pero la idea no prosperó. Poco después el general Vig

toriano Huerta los llamó y el 7 de abril de 1913 el avión se transformó en arma, funcionando como bombardero en un simulacro de ataque aéreo sobre el campo de Balbuena. Meses más tarde Huerta comisionó a 30 cadetes de la Escuela Militar de Aspirantes para estudiar en Francia la carrera de aviadores. Por su parte, al General Obregón mandó comprar dos aviones en Estados Unidos para utilizarlos como bombarderos en Guaymas, Son.

El 5 de Febrero de 1915 Venustiano Carranza creó la Fuerza Aérea Mexicana bajo el mando del mayor Alberto Salinas. El General Francisco Villa, a su vez, compró seis biplanos para crear su propio cuerpo aéreo, de los cuales sólo llegaron cuatro, perdiéndose los otros dos en El Paso, Texas. Cuando el General Pershing invadió México en persecución de Villa, el escuadrón aéreo norteamericano fracasó en el propósito de darle alcance, por la impreparación de los pilotos. En los años veinte, Obregón utilizó con éxito la aviación militar para derrotar a los delahuertistas. El levantamiento yaqui de 1926 fue también liquidado mediante escuadrillas aéreas. Durante la rebelión cristera los alzados fueron diezmados desde el aire, especialmente en Colima. En 1929 el escuadrón aéreo obtuvo otra victoria batiendo a los insurrectos escobaristas. En ocasión de la esonada oedillista, la aviación militar se limitó en un principio a esparcir propaganda impresa, invitando al pueblo a la serenidad y la concordia, pero más tarde bombardeó algunas posiciones del enemigo.

En 1940 la Fuerza Aérea se organizó en 6 escuadrones bajo el mando del coronel Antonio Durán González y de los mayores David Chagoys, Antonio Loquero Flores S., Plácido Ortiz, Cusubtámoc Aguilar y Bernardo Hermosillo. En 1942 México declaró el estado de guerra con las potencias del Eje; adquirió material aéreo nuevo en Estados Unidos; envió una misión especial de observación al norte de África -- (1943); y organizó el Escuadrón 201, al mando del coronel Antonio Cárdenas Rodríguez (1944), cuyas unidades entraron en acción en Filipinas (30 de abril de 1945). Nueve mexicanos perdieron la vida entonces.

A partir de 1964 México cuenta con dos escuadrones de cazas de guerra a propulsión y varios aviones de transporte.

El primer campo militar de aterrizaje fue el de Balbuena, en la Ciudad de México, donado a la nación por la familia Braniff en 1910. En 1913 el General Obregón estableció un campo de maniobras aéreas en Guaymas. Le siguieron los de Chihuahua, Mapule y Saltillo. Más tarde se construyeron los aeródromos militares de Lechería, Hipódromo de Peralvillo, Veracruz (Playa Norte), Hecelchacén, Campeche y Chile. En 1930, además de los anotados, estaban bajo control de la Secretaría de Guerra y Marina los de Toluca, Querétaro, Tuxpan, Aguascalientes, Mérida y Cerro Loco (Oax.).

Los talleres Nacionales de Construcciones Aeronáuticas se instalaron en 1915 en un local anexo a la Escuela de Tiro de San Lázaro, bajo

la dirección del Ingeniero Villasana. La Escuela Nacional de Aviación, inaugurada el 15 de noviembre de 1915, empezó con dos aviones; uno para carreras en tierra y un biplano que Santarini construyó en sus propios talleres. Fue la primera de su género en América Latina. El primer egresado fue el teniente piloto aviador Samuel C. - Rojas Raseo, el 3 de enero de 1918. En 1917 el plantel cambió su nombre por el de Escuela Militar de Aeronáutica; la dirigía el Coronel Gustavo Basán, cuando se trasladó a la Av. Arcos de Balón. - En 1925 volvió a Balbuena y se llamó Escuela Militar de Aplicación Aeronáutica; en 1932, siendo otra vez Escuela Militar de Aviación, - se instaló en el lindero sureste del Puerto Central Aéreo; en 1936, se trasladó a Veracruz, en 1939 a Monterrey y en 1940 a Guadalejara, donde finalmente se creó el Colegio del Aire, formado por las escuelas militares de aviación de Mecánicos Especialistas y de Meteorólogos. Existe, además, el Museo de Aviación, fundado en - 1933 por órdenes del General Leopardo C. Ruiz. La Armada de México creó el primer Escuadrón Aeronaval el 4 de mayo de 1943, con seis aviones Kingfisher para la vigilancia de los litorales del Golfo de México; y unos meses más tarde, el 5 de octubre, la Escuela de Aviación Naval, con sede en Veracruz.

El esfuerzo nacional por construir aviones puede dividirse en tres etapas iniciales: de 1915 a 1919, bajo la dirección de Francisco Santarini y Guillermo Villasana, en que se produjeron los motores radia-

les enriados por aire Astati (80 c.f. y 6 cilindros) y S. S. (150 c. f. y 10 cilindros), la hélice Anáhuac y aeroplanos de las series A, B, C y H; de 1920 a 1924 bajo la dirección de Angel Lascuán y - Osio, en que se produjeron aviones de la serie B y el parosol escug le México (antecedente del bimotor sport de 1939); y de 1929 a --- 1945, en que sobresallieron Juan F. Ascárate, Antonio Sea, Roberto - de la Barrera y Salvador Mariscal F., intercalados en estos periodos se hallan los trabajos desarrollados por técnicos nacionales: El He- licóptero (1920) y El Pinguino Villasana (1932); El Baja California - Núm. 1 (Tipo Parosol, con motor Hispano-Suizo), El Núm. 2 para --- vuelos largos y el Núm. 3 (para pasajeros) de José Flavio Rivera, - fabricados en Mexicali; y el MTW (1934) y El Pinocho (1936), cong truidos en Zitácuaro, Mich., en 1937 el Instituto Politécnico Nacio- nal fundó la carrera de Ingeniero en Aeronáutica dentro de la Escuela Superior de Ingeniería Mecánica y Eléctrica. En 1928 el General --- Abelardo L. Rodríguez compró un diseño de aerogusyn utilitario anterior a la Segunda Guerra Mundial y al año siguiente se fundó, junto con Ascárate, la Fábrica de Aviones Lockheed-Ascárate en San Luis Potosí. Este aparato fue conocido en México como Lasa 50, las 36 unidades que se construyeron fueron adquiridas por la FAM. En --- 1961 la fábrica cerró sus puertas en 1967 se creó la empresa Anáhuac para la fabricación de fumigadores, pero hasta 1975 sólo había produ- cido 7.

Los primeros grandes vuelos.- El 6 de julio de 1917 se utilizó el avión por primera vez en el mundo, para transportar correspondencia entre Pachuca y la Ciudad de México. El aparato, de construcción nacional, con motor Hispano-Suizo, aunque de matrícula militar, fue pilotado por Horacio Ruiz. El 14 de agosto de 1927 Alfredo Lezama Alvarez y David Borja volaron de Balbuena a Nuevo Laredo en un biplano producido en los talleres de Construcciones Navales. Días más tarde el gobierno del Estado de Texas ofreció 5 mil dolares a quien realizara el viaje aéreo directo México-Dallas, para lo cual se apresó Emilio Carranza en un avión diseñado por Leacuraín y — construido en México; pero debido a la prohibición del presidente Cg lles de cruzar la frontera, el avión sólo llegó a Ciudad Juárez (2 de septiembre) en 1928 el diario Excelsior adquirió por colecta pública un avión gemelo al Espíritu de San Luis para realizar un vuelo sin escalas México-Washington, en reciprocidad al viaje de Charles — Lindbergh entre ambas capitales. Emilio Carranza recibió el aparato en San Diego el 14 de mayo y le puso el nombre de México-Excelsior; lo voló hasta Balbuena en 21 horas y 4 minutos (día 25) y el día 11 de junio despegó de un campo construido especialmente en la Colonia Mectezuma pero a causa del mal tiempo aterrizó en Mooresville, Carolina del Norte, a sólo 60 kilómetros de su meta, la — cual alcanzó al día siguiente, siendo recibido con grandes honores.— El 26 llegó a Nueva York, donde los periódicos lo llamaron "El Agu

la Solitaria Mexicana". El 12 de julio emprendió el regreso, durante el cual se estrelló y murió en los pantanos de Sandy Ridge cerca del Monte Holly, Nueva York.

Mientras tanto, el 30 de mayo de 1928 Roberto Fierro, patrocinado por el General Abelardo Rodríguez, voló de Mexicali a México en el Baja California Núm. 2, en 14 horas 50 minutos, de las cuales 4 -- fueron en completa oscuridad. El 24 de junio de ese año Fritz -- Bieler y Joaquín González Pacheco intentaron un vuelo sin escalas de Windsor, Canadá, a la capital mexicana, pero después de 33 horas -- tuvieron que aterrizar en una playa cercana a Soto la Marina. El 11 de agosto Fierro realizó, a bordo del Baja California Núm. 2, el vuelo México-La Habana, de donde siguió a Belice, Guatemala, El Salvador, Honduras, Costa Rica y Panamá. Del 30 de septiembre -- al 18 de diciembre de 1928 el Coronel Gustavo G. León, circunvoló por aire el territorio nacional (10 986 kilómetros en 58 etapas y 75 horas). El vuelo más importante, sin embargo, fue el realizado por el Coronel Pablo Sider del 29 de agosto al 7 de noviembre de 1929, en que partiendo de México en un biplano Douglas 0-38 de la FAM llamado Ejército Mexicano, recorrió 26 mil millas de América Latina. El 12 de mayo de 1930, al intentar un viaje sin escalas México-Buenos Aires, Sider perdió la vida en Costa Rica, junto con su copiloto Carlos Rovinsky. El 21 de julio de ese año Roberto Fierro rompió -- la marca de velocidad que poseía Amelia Earhart, al volar de Nueva --

York a México en 16 horas 30 minutos. El 2 de diciembre de 1938, Francisco Sarabia empleó el menor tiempo de Los Angeles a México; a principios del año siguiente hizo lo propio entre la capital de la República y Chetumal, Mérida y Guatemala; a su paso por Yucatán fundó una escuela para pilotos y mecánicos; el 24 de mayo de 1939 rompió la marca de velocidad entre México y Nueva York, realizando el trayecto en 10 horas 47 minutos y 5 segundos; y al regresar perdió la vida al desplomarse su nave cerca del Río Potomac. En 1940 Antonio Cárdenas Rodríguez viajó en misión de buena voluntad por las Repúblicas del Centro, Suramérica y el Caribe, patrocinado por la Secretaría de Comunicaciones y Obras Públicas; y en 1949 y 1950 Xavier Garagarza lo hizo a Roma, Ontario y Suramérica.

Aviación Civil.— Su iniciador fue Alberto Braniff, el 8 de enero de 1910, le siguieron Martín Mendía, Miguel Lebrija, Carlos León, Santiago Poverensjaky, Guillermo Obregón, Pablo Lozano, Juan Guillermo Villasana y los hermanos Aldasoro. Durante la lucha armada se suspendió toda actividad, pero en 1919 se presentaron las primeras solicitudes para transportar los diarios capitalinos a Toluca, Puebla y Pachuca. A causa de que la SCOP no tenía reglamentos en que fundarse, adoptó en un principio los códigos ferrocarrileros y el 20 de septiembre de 1920 encargó a Juan Guillermo Villasana la organización técnica de Navegación Aérea. Ayudaron a Villasana en la tarea de fijar las bases para el otorgamiento de concesiones, los Ingg

nieros Vicente Ortíz y Edmundo de la Portilla, de la Dirección de Ferrocarriles. El Permiso-Contrato Núm. 1 se otorgó el 21 de agosto de 1921 a la Compañía Mexicana de Transportación Aérea, S. A., — concesionaria de la ruta Méxcoo-Tuxpen-Tampico-Laredo-Matamoros-Saltillo-Monterrey-San Luis Potosí, que cubrió con biplanos de dos plazas Lincoln-Standard de 150 c.f. útiles para transportar un pasajero, 30 kilogramos de equipaje y 20 de correspondencia. Simultáneamente y para despertar el interés del público, se organizaron exhibiciones aéreas en 38 ciudades de la República. Durante el primer año de actividades, se recorrieron 195 600 kilómetros en un total de 1 856 horas de vuelo, y se transportaron 1 248 pasajeros. Los siguientes contratos se otorgaron a las personas físicas y morales que se indican: Núm. 2 el 2 de agosto de 1921, de México a Tampico a Mario Buñes; el Núm. 3, el 11 de julio de 1924 de México a Tampico a William L. Malory; el Núm. 4, el 16 de agosto de 1924, México-Tuxpen-Tampico-Matamoros, a la Compañía Mexicana de Aviación; el Núm. 5, el 16 de agosto de 1926, México-Pachoa-Tuxpen-Tampico a H. Zambrano; el Núm. 6 el 24 de marzo de 1928, de Veracruz a Progreso y de Veracruz a Tampico, a Enrique Schonduba; el Núm. 7 el 29 de noviembre de 1928, de México a Cd. Juárez y de México a Nogales y Tlaxana a Roberto V. Paqueira; el Núm. 8 el 29 de noviembre de 1928, de México a Nogales y de México a Sochieta a Interamericana de Transporte Aéreo; el

Núm. 9 del 29 de noviembre de 1928 de México a Cd. Juárez y de México a Mazatlán a James G. Osmard; y el Núm. 10 del 29 de noviembre de 1928 de México a Nogales, de Tijuana a Ensenada y de México a Tapachula, a la Compañía de Transportes Piewick Latino - Americana. En 1928, cuando ya eran 4 millones de kilómetros recorridos, 23 610 las horas de vuelo, 20 920 los pasajeros, 74 929 los kilogramos de correspondencia 72 531 los de express y 196 583 los de equipaje, la Sección Técnica se convirtió (10. de julio) en Departamento, dirigido por el propio Villasana. Ese año (10. de Septiembre) se inauguró la ruta México-Nuevo Laredo, con 6 aviones - Stinson-Detroit, de 220 c.f., operados por personal mexicano. En 1929 los aviones pasaron temporalmente al activo de la FAM, en ocasión del movimiento escobarista.

A fines de 1936, operaban 12 empresas nacionales: Compañía Mexicana de Aviación, las rutas México-Matamoros vía Tampico, México-Tampico vía Tuxpan, México-Mérida vía Tejería, Veracruz-Ministlán-Villahermosa-Carmen-Campeche-Mérida, México-Los Angeles vía Guadalajara, Mazatlán-Hermosillo-Mexicali y México-Tapachula; Transportes Aéreos de Chiapas, las rutas México-Tapachula vía Oaxaca y Tuxtla Gutiérrez; Líneas Aéreas Mineras, las rutas Mazatlán-La Paz, Mazatlán-Durango y Mazatlán-Tuxtla; Francisco T. Mancilla, las rutas Mérida-Peyo Obispo y Hopelchén-Dzibachén; Francisco Buch de Parada (Comunicaciones Aéreas de Veracruz), las

rutas Jalapa-Gutiérrez Zamora, Papantla-Poza Rica-Tuxpan, Jalapa-Córdoba vía Huatusco, Jalapa-Neutla y Martínez de la Torre-Jalapa - Misantla; Transportes Aéreos del Pacífico, las rutas Oaxaca-Ometepec-Pinotepec Nacional-Tlaxiaco-Pochutla-Acapulco y Acapulco - Ayutla-San Luis Acatlán-Ometepec; Carlos Fonzi, la ruta México--Acapulco-Pungarebato-Huamantla-Morelia; Sistema Compañía Aeronáutica del Sur (J. Hans Mates), las rutas Villahermosa-Emiliano Zapata-Tenosique, Villahermosa-Alvaro Obregón, Villahermosa-Tecotalpa-Mecuspala-Salto de Agua, Villahermosa-Comalcalco vía Jalapa y Villahermosa-Huimanguillo-Cunduacán-Cárdenas; Línea Postal Experimental (Daniel P. Forti), la ruta Guadalajara-Masaca-Talpa-Puerto Vallarta; Aeronáutica de la Sierra la ruta Ferral-Guadalupe y Calvo; Taxis Aéreos de Oaxaca, las rutas Oaxaca-Tehuacán y Tehuacán-Cacahuatpec; y Alfredo Zárate Leyvas, la ruta Acapulco-Petatlán. Además la Pan American Airways cubría las rutas Brownsville-México vía Tampico, Mérida-Miami vía La Habana, México-Guatemala y Mérida-Salco.

Durante la gestión del general Francisco J. Múgica, Secretario de Comunicaciones y Obras Públicas en el gabinete del Presidente Cárdenas, se establecieron las bases para un nuevo desarrollo de la aviación civil; se dispuso que sólo ciudadanos mexicanos por nacimiento tripularan las aeronaves de matrícula nacional y comenzaron a construirse aeropistas y aeródromos en el país; a fines de 1940, la red

sérea comprendía 60 000 kilómetros y había 140 aviones comerciales y 100 particulares que recorrían 4 000 kilómetros cada día. En 1943 las cifras de la aeronáutica nacional fueron las siguientes: -- 62 204 vuelos, 18 173 000 kilómetros recorridos, 93 199 horas de vuelo y 240 620 pasajeros, 398 273 kilogramos de correspondencia, 5 650 015 de express y 3 906 884 de equipaje transportados. -- Había aeropuertos en Monterrey, Las Bajadas (Veracruz), Tampico, Tepechula, Puebla, Mérida, Mezatlán, Hermosillo, Oaxaca, Minatitlán, El Carmen, Campeche, Nuevo Laredo, Ciudad Juárez, Mexicali, Ciudad de México y campos de aterrizaje en otras 80 localidades.

La Compañía Mexicana de Aviación fue fundada en 1924 por George L. Rihl y William L. Mallory. Inicialmente tuvo dos aviones Lia-conni-Standard con motores 150 c.f. para un solo pasajero que desarrollaban una velocidad de 93 kilómetros por hora. En Tampico se utilizó como pista un llano próximo al puente de Moralillo, hoy considerado el primer aeropuerto civil de la República. El 15 de abril de 1928 contrató el transporte de valijas de correo entre México, -- Turpan y Tampico. Seis meses después extendió sus rutas a Veracruz, Minatitlán, Villahermosa, Campeche y Mérida. Con base en los reglamentos ferroviarios, se fijaron las tarifas aéreas del modo siguiente: 45 centavos por cada uno de los primeros 400 kilómetros de vuelo y 30 por cada uno de los 300 siguientes; \$ 5.00 tonelada-

kilómetro de carga o equipaje en vuelos menores de 100 kilómetros y en pesos menores de 5 kilogramos; \$ 1.25 por cada 100 kilómetros; y \$ 0.75 el kilogramo postal por cada 200 kilómetros. En 1928 la Pan-American Airways compró todas las acciones de CMA, quedando ésta como un eslabón entre Estados Unidos y Suramérica. Ese año se establecieron los servicios meteorológico y auxiliares de navegación; se instalaron las estaciones de radio de Tampico, México, Cozumel, Mérida, Campeche, Ciudad del Carmen, Chetumal, Cuzamá, Los Mochis, Ciudad Obregón, Hermosillo, Punta Peñasco, Tuxpan, Nuevo Laredo, Monterrey, Tapachula, y Mazatlán. Con potencias que fluctuaban entre los 15 y 200 watts; y se inauguraron las rutas Brownsville-México (en la que fué piloto Charles Lindbergh) y Tejería-Tapachula. En 1931 la red se extendió a La Habana y a Los Angeles y se transportó carga a Villahermosa. A partir de 1935 los aviones de la CMA admitían 14 pasajeros hasta 1941 en que se introdujeron aparatos DC-3, para 21 pasajeros, en la ruta México-Mérida. Ese año se iniciaron los vuelos a Monterrey-Nuevo Laredo. En 1942, se estableció la comunicación radiotelefónica entre las estaciones terrestres y las naves de la empresa, para lo cual fueron instalados radiofaros de frecuencias bajas (estaciones radiogoniométricas) en Veracruz, Ixtapuc, Tapachula, Cozumel y Regmosillo. Estos puestos de emisión y recepción fueron utilizados por la FAM durante la Segunda Guerra Mundial, las unidades de la

CMA, a su vez transportaron de Mérida a Nueva Orleans a los sobrevivientes de los barcos hundidos en aguas del Golfo y del Caribe. En 1943 un avión de la CMA hizo el primer vuelo nocturno México-Mérida. Ese año los aparatos de la compañía recorrieron 5 063 467 kilómetros en 1944 la PAA vendió parte de las acciones a un grupo de mexicanos encabezado por Abelardo L. Rodríguez y Aarón Sáenz.

En 1948 la flota de la empresa estaba integrada por doce DC-3A, un C-47 y C-54A. En 1950 llegaron tres DC-6 y al año siguiente se abrió la ruta Mérida-Tapachula-Ministlán-Tuxtla Gutiérrez y la de Tijuana fue prolongada hasta Los Angeles. En 1951 se estableció el transporte de carga en forma regular. De 1955 a 1957 la CMA recibió tres DC-6B, los cuales gracias a las gestiones de la Comisión de Planación de la Costa de Jalisco, se abrió la ruta Guadalajara-Mascota-Puerto Vallarta; y se adquirieron cuatro DC-7C, de los cuales solamente se entregaron tres. En 1960 la compañía recibió tres DH-COMET, iniciándose así la era del jet en la ruta México-Los Angeles. Otros dos Comet fueron alquilados a la BOAC. En 1963 Aarón Sáenz abandonó la empresa y se retiraron del servicio los DC-3. Un año después la CMA vendió sus aeropuertos al gobierno federal. En 1955 llegaron los tres primeros Boeing 727-100, en 1966 se abrieron las rutas Cozumel-Miami, Acapulco-Chicago y México-Guadalajara-San Antonio-Dallas. Tras

una crisis económica, durante la cual fueron embargadas varias na-
 ves el 5 de enero de 1988 Manuel Soza de la Vega y Crescencio Ba-
 llasteros, adquirieron las acciones que estaban en poder de la PAA.
 Aeronaves de México, inició sus actividades el 14 de septiembre de
 1934 con un avión Stinson de Luxe de 5 plazas, con motor Lycoming
 de 215 c.f. destinado a viajar de México a Acapulco. En 1944 in-
 trodujo en esa ruta los bimotores Boeing 247-D para 13 pasajeros.
 En 1949 empezó a volar a Nogales por Guadalajara, Tepic, Mazatlán,
 Culiacán, Guasave, Los Mochis, Navojoa, Ciudad Obregón, Guay --
 mas y Hermosillo. De 1940 a 1959 se le unieron Transportes Aé-
 reos del Pacífico, Líneas Aéreas Jesús Serabia, Taxis Aéreos Na-
 cionales, Aeronaves de Michoacán, Taxis Aéreos de Oaxaca, ---
 LMASA y Aerovías Reforma (Aerolíneas Mexicanas). En 1957 un --
 grupo de inversionistas nacionales adquirió las acciones que contro-
 laba la PAA. Ese mismo año se iniciaron los viajes de México
 a Nueva York en un avión de turbosélice. El 28 de julio de 1959
 la compañía pasó a ser propiedad del gobierno mexicano; se uniformó
 el equipo con tetramotores Douglas DC-6; pero al año siguiente se
 compró a la Eastern Airlines un Turboreactor Douglas DC-8 para los
 vuelos a Nueva York. A partir de 1962 la compañía absorbió pe-
 queñas empresas estatales como Trans-Mar de Cortes, SAESA, Aero-
 líneas Vega, Aerovías Rojas, Aero-Maya, Aerolíneas del Itzmo, Ae-
 roneves Anáhuac y Guest Aerovías México, de esta acción surgieron,

Las sociedades afiliadas, Servicios Aéreos Especiales (SAE) y Aeronaves Alimentadores. Más tarde esta última se fraccionó en Aerolíneas del Norte, del Sur, del Este, del Oeste y del Centro; disminuyeron los usuarios y hubieron de traerse nuevos aparatos, esta vez turbo Twin Otter DHC-6, de Canadá, que mejoraron la situación de la filial. En 1962, al incorporar a su activo los bienes de Guest-Aerovías México, se hizo de tres aviones DC8-51 para vuelos transatlánticos.

Al año siguiente la flota de la compañía constaba de 28 aparatos, entre los cuales había DC-3, C-47, DC-6, Bristol Britannia y DC-8; y en 1971, de dos DC8-63, cuatro DC8-51, quince DC9-15 cinco HE-748 y nueve Twin Otter. Desde 1969 la compañía había integrado su equipo con sólo aviones de turbina. Ese mismo año creó el Centro de Capacitación para sus pilotos. En 1970 presenta el cuadro siguiente: 63 552 kilómetros de red, 32.5 millones de kilómetros recorridos, 77 poblaciones servidas y 1 280 000 pasajeros transportados. El 7 de septiembre de 1971 la empresa cambió su nombre por el de Aeroméxico.

Guest Aerovías México, fundada en 1947 con capital mixto, recibió la concesión Núm. 102 para servir la ruta México-Miami-Hamilton-Bermudas-Santa María-Islas Azores-Lisboa-Madrid-París-Londres. Inició sus vuelos el 8 de enero de 1948 con un avión Lockheed Constellation L649 para 54 pasajeros. En 1951 suspendió el servi-

cio regular a Europa y sólo mantuvo los viajes a Miami, hasta 1954 en que lo hizo también a Panamá. Cinco años después, Scandinavian Airlines System compró acciones de la Guest y aportó tres — DC-6, dos L-749 y tres LI049G; y en 1962 el gobierno federal adquirió la compañía y la fusionó con Aeronaves de México.

Corporación Aeronáutica de Transportes (CAT), con sede en Torreón, inició sus actividades el 9 de marzo de 1929, con dos aviones Ryan-Brougham y cinco Vega, en la ruta Mazamoras-Mazatlán; a ésta siguieron, casi inmediatamente, las de México-San Luis Potosí-Torreón-Ciudad Juárez y Chihuahua-Nogales. Aunque sufrió dos graves accidentes (1929), en 1930 ya había transportado 2 283 pasajeros. En 1931 murió su fundador Theodore Hall, y un año después sobrevino la quiebra. Un hijo del general Calles y el norteamericano Walter Vansly compraron los aviones y fundaron Líneas Aéreas Occidentales, para cubrir la ruta Los Angeles-México, que luego extendieron hasta Tepic; pero a causa de que Pan American consiguió para su filial Aerovías Centrales un itinerario idéntico, LAO se retiró del mercado. Aerovías Centrales, a su vez, canceló sus operaciones después de tres accidentes fatales.

Líneas Aéreas Mineras (LAMSA) nació en 1936: recibió las concesiones que tuvo la desaparecida CAT y la de México a Salina Cruz y Sochiapa. Tuvo al principio un Orión y pocas meses después 11 Vega; fundada por un extranjero, Gordon S. Barry, controlada únicamente

te pilotos mexicanos. En 1942 ya transportaba 5 000 pasajeros. - Barry vendió parte de las acciones a la United Airlines y la empresa cambió su nombre por Líneas Aéreas Mexicanas, conservando las mismas siglas. El equipo monomotor fue cambiado por bimotores Boeing 247D y Douglas DC-3. En 1952 Antonio Díaz Lombardo adquirió todas las acciones y las vendió a Aeronaves de México.

Transportes Aéreos de Chiapas, propiedad de Francisco Sarabia, obtuvo la concesión Núm. 25 el 25 de mayo de 1933, para las rutas -- Sarabia-Tuxtla Gutiérrez-San Cristóbal y Tuxtla Gutiérrez-Pichucalco; y en 1938 y 1939 las de San Cristóbal-Comitán-Tapachula, -- México-Oaxaca-Tuxtla Gutiérrez-Tapachula, Hopalchén-Nohsuyb-Peto-Santa Rosa-Los Lirios-Poulinkin-Mérida y Chetumal-Mérida-Valladolid-Cosumel-Tulum-Cerrillo Puerto. A la muerte del famoso piloto, la empresa tomó el nombre de Compañía Aeronáutica Francisco Sarabia y en 1943 cesó sus actividades.

Servicios Aéreos Panini se hizo cargo de la ruta México-Arcelia - - Ciudad Altamirano-Huixtamo-Morelia en septiembre de 1936, cuando sólo disponía de un sesquiplano, pero tres meses después ya contaba con otros cuatro aviones. Prestó también el servicio, desde un principio de México a Huejutla y Tampico. En 1944 operaba también las Líneas Humantlán-Tiapa-Ometepe-Cuajimicuilapa, México - León-Aguascalientes-Zacatecas-Durango-Culiacán y Morelia-Manzanillo-Guadalajara. A causa de un accidente fatal ocurrido en -

León, en 1947 Panini vendió la Compañía, la cual se fusionó con Aerovías Reforma un año más tarde.

Aerovías Reforma se fundó hacia 1945 para servir la ruta México - - Guadalajara - Culiacán - Ensenada - Tijuana; en 1948 absorbió a Servicios Aéreos Panini y en 1954 se fusionó con Aeronaves de México.

Aerolíneas Mexicanas empezó a volar de México a León y San Luis Potosí, y más tarde a Ciudad Victoria, Tamaulín, Aguascalientes y Zacatecas, mientras desde la capital movía pasajeros y carga a Brownsville y Piedras Negras. En 1960 adquirió dos Douglas DC-4 para 132 pasajeros y en 1963 se fusionó con Aeronaves de México. - En 7 años de operación no registró un solo accidente. Otras pequeñas compañías o empresas y sus concesiones, fueron las siguientes: Transportes Aéreos México-Cuba (1931; Veracruz-Frontera-Progreso-La Habana, que no llegó a operar porque sufrió un accidente en el vuelo inaugural), J. Hans Mattre (1932; de Villahermosa a - - Frontera, Comalcalco, Salto del Agua, Jalapa de Méndez, Mecuspane, Teape, Pichucalco, Huimanguillo, Cárdenas, Yejalón y Emiliano Zapata); Aerolíneas Altamirano (Iguela-Ciudad Altamirano-Zirándero-Hustamo-Zihuatanejo), Enrique Cuhonte (interior de Michoacán), Enrique León (Puebla), Héctor Bernal, Francisco López Tejeda y Sergio Mirillo (de Morelos a Guerrero); Aerotransportes (México-Querétaro-León-Aguascalientes-Brownsville), TAMSA (servicio de carga - México-Veracruz-Cenizucillos-Frontera-Carmen-Campêche-Mérid-

de-Cozumel-Chetumal-Belice), Taxis Aéreos Nacionales (cuenca - del Balsas), Transportes Aéreos de Tampico (1940; Tampico-El Higo -Temposal-Tantoyuca-Platón Sánchez-Veracruz-Huejutla, ruta extendida en 1946 a Ciudad de México), y Líneas Aéreas Unidas (1950), más tarde convertida en Servicios Aéreos Especiales (SAE).

Aviación comercial internacional.- El 31 de mayo de 1928 un aparato de la Pickwick Latino Americana, propiedad de Pan American, - cruzó la frontera con Estados Unidos en vuelo de Nogales a Tijuana. El 9 de marzo de 1929 la PAA abrió la ruta Brownsville-México, con un avión tripulado por Charles Lindbergh; más tarde su filial, la - CMA, prolongó la línea hasta Guatemala. Ese año Transportes Aéreos Centroamericanos (TACA), de bandera Salvadoreña, tocó la Ciudad de México. American Airlines, obtuvo su concesión el 25 de octubre de 1940; hizo su primer vuelo el 6 de septiembre de 1942 - (Nueva York-Washington-Dallas-Forthworth-Monterrey-México); formó un cuerpo de tripulantes mexicanos; construyó los aeropuertos de Monterrey, Ciudad Victoria, Tamuza y Actopan; instaló radiofaros - (1943) en México, Tepic, Ciudad Victoria, Monterrey, Manuli - que y Monclova; operó las rutas México-Monterrey-El Paso-Los Angeles y México-Monterrey-Forthworth-Dallas-Chicago; y en 1975 - atendía las de México-San Antonio-Dallas-Washington-Baltimore y México-Chicago. El 15 de octubre de 1962 Avianca inició sus vuelos Bogotá-México. Cubana de Aviación voló regularmente a Méxi

co desde 1953 y entre 1963 y 1975 proporcionó la única vía de comunicación entre la isla y el continente. El 24 de octubre de 1952 KLM inauguró la línea Amsterdam-Shannon-Montreal-Monterrey-México; en 1957 introdujo equipo turboreactor DC-8, eliminó a Monterrey de su itinerario e incluyó a Dallas. Western Airlines viajó por vez primera de Los Angeles a México el 15 de julio de 1957, y poco después empezó a hacerlo de México a San Diego y de Los Angeles a Acapulco.

Además de las anteriores, prestan servicio a México, desde el año que se indica entre paréntesis, las siguientes empresas: Aerovías Q (1946), Air France (1952), Canadian Pacific (1953), Trans-Canada Airlines (1954), Líneas Aéreas de Costa Rica (1955), SABENA (1956), Eastern Airlines (1958), Iberia (1950, cuyos vuelos fueron suspendidos y reanudados en 1959), Varig (1959), Braniff (1946 y 1960), VIASA (1965), Quantas (1966), TAN (1966), Texas International Airlines (1966), Aerolíneas Argentinas (1967), Ecuatoriana de Aviación (1968), Air West (1968), LANICA (1969), Air Panama (1969) y Japan Airlines (1972).

Aeropuertos Cíviles. Después de la Semana Aérea de 1929, Juan Guillermo Villasana propuso la creación del Aeropuerto Central de la Ciudad de México, en la colonia Moctezuma, en terrenos donados por Alberto Braniff y en otros del ejido de Texcoco. La terminal fue inaugurada meses después, pero la orientación de las pistas tuvo

que ser alterada debido a un accidente fatal ocurrido en 1930. El primer edificio no llegó a estrenarse por que vino a tierra a causa de un temblor; el segundo se abrió al público en 1936. En 1954 — entró en servicio el nuevo aeropuerto internacional, al que nunca — han dejado de hacerse reformas y ampliaciones. La CMA construyó los aeropuertos de algunas entidades. El sacerdote católico Emgterio Jiménez habilitó en la Sierra de San Martín de Bolaños, Jal., 24 aeródromos rurales. En 1970 había 1 008 aeropuertos y pistas — en el país; de los posteriores a 1950 se indica la fecha en que entraron en servicio: Guadalajara y Tijuana (1951); Mazatlán, La Paz y Zihuatanejo (1952); Nogales (1953); Acapulco (1954); Chihuahua y Culiacán (1956); Mexicali y Aguascalientes, éste reacondicionado (1957); Tehuacán, Matamoros y Tuxtla Gutiérrez (1958); Ciudad Obregón y Uruapan (1959); y Reynosa (1960). Fueron acondicionados — como internacionales Monterrey (1942); México, Tapachula, Nuevo — Laredo y Mérida (1943); Torreón (1947); Ensenada (1948); Veracruz (1949) y Matamoros, Guadalajara y La Paz (1956).

Aeropuertos y Servicios Auxiliares (ASA) es un organismo público del centralizado instituido por decreto presidencial del 10 de junio de — 1965, cuyo consejo de administración preside el secretario de Comunicaciones y Transportes. Sus funciones consisten en planear, — construir, operar, mantener y administrar los aeropuertos: en un pri-

cipio recibió como patrimonio los de Acapulco, Campeche, Ciudad del Carmen, Ciudad Juárez, Ciudad Obregón, Ciudad Victoria, Chihuahua, Chetumal, Culiacán, Durango, Guadalaajara, Hermosillo, La Paz, León, Matamoros, Mazatlán, México, Minatitlán, Nogales, -- Nuevo Laredo, Oaxaca, San Luis Potosí, Tampico, Tamaulín, Tepachula, Tijuana, Torreón, Tuxtla Gutiérrez, Puerto Vallarta, Veracruz, Villahermosa y Zihuatanejo; y posteriormente se le incorporaron los de Tehuacán, Uruapan y Zacatecas.

Legislación.- La Ley de Vías Generales de Comunicación ha sido publicada el 29 de agosto de 1931, el 20 de agosto de 1932 y el 19 de febrero de 1940; esta última continuaba en vigor en 1975. -- Rigen además para la aviación las siguientes disposiciones: Ley de Subsidio a Empresas de Aviación; reformas a los artículos 311, 316, 317 y 351 de la Ley de Vías Generales; reglamentos de Vuelo y Atarriaje de Aviones, de Seguridad y Policía de Navegación Aérea Civil, para las Tarifas de los Servicios Públicos de Transporte, de operaciones de aeronaves Civiles, de Telecomunicaciones Aeronáuticas y Radio Ayudas para la Navegación Aérea, de Tránsito Aéreo, de Búsqueda y Salvamento e Investigación de Accidentes Aéreos, de Registro Aeronáutico Mexicano, de Escuelas Técnicas de Aeronáutica, de Aeródromos y Aeropuertos, de Licencias al Personal Técnico Aeronáutico y del Servicio Meteorológico Aeronáutico; decreto que fija la obligación que tienen los pilotos aviadores militares de prestar --

sus servicios en el activo de la FAM; decreto que dispone que los trabajos aerofotogramétricos queden bajo la vigilancia de las Secretarías de la Defensa Nacional y de Comunicaciones y Transportes; -- acuerdo para la integración de la Comisión de Estudios sobre Problemas de Transporte Aéreo; Tarifa No. 2 para el cobro de atarrazas; y el acuerdo que crea la Comisión Nacional de Facilitación del -- Transporte Aéreo Internacional y su Reglamento. México ha firmado los siguientes convenios aéreos: Ibero-Americano de Navegación Aérea (10. de noviembre de 1926), Convención Sobre Aviación Comercial de La Habana (15 de febrero de 1928), convenio para la Unificación de ciertas Reglas en el Auxilio y Salvamento de Aeronaves en el Mar (Bruselas, 7 de marzo de 1942); y convenios de Tráfico Aéreo con los siguientes países: Argentina, Brasil, Canadá, -- Colombia, Costa Rica, Cuba, Ecuador, Estados Unidos, Honduras, -- Nicaragua, Panamá, El Salvador, Venezuela, Alemania (RFA), Austria, Bélgica, España, Francia, Reino Unido, Holanda, Japón, Dinamarca, Filipinas, Guatemala, Italia, Noruega, Perú, Portugal y Suiza. México es asimismo entidad firmante de la Conferencia Internacional de Aviación Civil (1944).

La Medalla Emilio Carranza fue instituida en 1949 como premio a los pioneros de la aviación. Los primeros en recibirla fueron Alberto Salinas Carranza, Gustavo Salinas Camiña, Eduardo y Juan Pablo Aldasoro Suárez, Antonio Sánchez Saldaña, Pedro Souza García, Rafael

Suárez Medrano y Emma Carolina Encinas. Sólo tres civiles han sido distinguidos con ella: Carlos Ramos (Aeroneves de México), - Alberto Sánchez Llorente (CMA) y Rubén Ruiz Alcántara (Aerovías Regulares).

Otras Mujeres Aviadoras, aparte de la anterior, han sido: María - Marcos Cedillo, Eloisa Bernal de Oviedo, Consuelo Pedúa Cárdenas, Alicia Lemajer de Jiménez, Bertha Zerón de García, Trinidad González de Alarcón, Eva Romero, Laila Hanon, Noemí Mondragón, Martha Amescua de Cuahonte y Belinda Cuahonte Amescua, Rosalva Sanches, Guillermina Romero y María Elena Soto Martínez.

Escuelas de aviación Civil.- Entre 1928 y 1930 se inauguraron los planes de Felipe H. García y de Fritz Bieler y Luito Zinzer. En 1930 abrió sus puertas el Instituto Aeronáutico de Juan Guillermo Villasana y poco después la Escuela Libre Mexicana de Aeronáutica, - la Unión Mexicana de Aviación Hans Müller, La Escuela de Aviación Civil Emilio Carranza y la Academia de Mario Castellán. En 1938 Saturnino Gedillo patrocinó otra en San Luis Potosí. Posteriores son la escuela de Enrique Caloca y el Instituto Mexicano de Aviación de Salvador Mariscal Flores (1942). En diciembre de 1943 se estableció la Escuela de Aviación Civil Cinco de Mayo en Puebla; y en años posteriores, la Nacional de Aviación, la de Francisco López Tejeda, la de Aviación México y el Centro Internacional de Adiestramiento de Aviación Civil. En 1975 funcionaban en la capital de la

Beróhlica, la Aeroescuela, las Escuelas Mexicana del Aire, Aeronáutica Pan Americana y Aeronáutica Bernal y el Instituto Tecnológico de Aviación Comercial.

Se han constituido la Asociación Mexicana de Aeronáutica, el Aero Club, el Club Aéreo de México y el Colegio de Pilotos Aviadores; y cada día crece la afición por el paracaidismo deportivo. En 1975 había en el país 1 113 aeropuertos y pistas, 5 943 pilotos privados y 54 estaciones de radiayuda a la navegación aérea.

En los cuadros Nos. 1 y 2 respectivamente se presenta lo relativo al movimiento anual de pasajeros y las operaciones comerciales — anuales en los principales aeropuertos del país de 1959 a 1978 y en el cuadro No. 3 se presenta al movimiento de carga general de 1967 a 1977.

COLEMAN, HENRY, 101 N. 10TH ST., PHOENIX, ARIZ.

1001	COLEMAN, HENRY	101 N. 10TH ST.	PHOENIX, ARIZ.
1002	COLEMAN, HENRY	101 N. 10TH ST.	PHOENIX, ARIZ.
1003	COLEMAN, HENRY	101 N. 10TH ST.	PHOENIX, ARIZ.
1004	COLEMAN, HENRY	101 N. 10TH ST.	PHOENIX, ARIZ.
1005	COLEMAN, HENRY	101 N. 10TH ST.	PHOENIX, ARIZ.
1006	COLEMAN, HENRY	101 N. 10TH ST.	PHOENIX, ARIZ.
1007	COLEMAN, HENRY	101 N. 10TH ST.	PHOENIX, ARIZ.
1008	COLEMAN, HENRY	101 N. 10TH ST.	PHOENIX, ARIZ.
1009	COLEMAN, HENRY	101 N. 10TH ST.	PHOENIX, ARIZ.
1010	COLEMAN, HENRY	101 N. 10TH ST.	PHOENIX, ARIZ.
1011	COLEMAN, HENRY	101 N. 10TH ST.	PHOENIX, ARIZ.
1012	COLEMAN, HENRY	101 N. 10TH ST.	PHOENIX, ARIZ.
1013	COLEMAN, HENRY	101 N. 10TH ST.	PHOENIX, ARIZ.
1014	COLEMAN, HENRY	101 N. 10TH ST.	PHOENIX, ARIZ.
1015	COLEMAN, HENRY	101 N. 10TH ST.	PHOENIX, ARIZ.
1016	COLEMAN, HENRY	101 N. 10TH ST.	PHOENIX, ARIZ.
1017	COLEMAN, HENRY	101 N. 10TH ST.	PHOENIX, ARIZ.
1018	COLEMAN, HENRY	101 N. 10TH ST.	PHOENIX, ARIZ.
1019	COLEMAN, HENRY	101 N. 10TH ST.	PHOENIX, ARIZ.
1020	COLEMAN, HENRY	101 N. 10TH ST.	PHOENIX, ARIZ.
1021	COLEMAN, HENRY	101 N. 10TH ST.	PHOENIX, ARIZ.
1022	COLEMAN, HENRY	101 N. 10TH ST.	PHOENIX, ARIZ.
1023	COLEMAN, HENRY	101 N. 10TH ST.	PHOENIX, ARIZ.
1024	COLEMAN, HENRY	101 N. 10TH ST.	PHOENIX, ARIZ.
1025	COLEMAN, HENRY	101 N. 10TH ST.	PHOENIX, ARIZ.
1026	COLEMAN, HENRY	101 N. 10TH ST.	PHOENIX, ARIZ.
1027	COLEMAN, HENRY	101 N. 10TH ST.	PHOENIX, ARIZ.
1028	COLEMAN, HENRY	101 N. 10TH ST.	PHOENIX, ARIZ.
1029	COLEMAN, HENRY	101 N. 10TH ST.	PHOENIX, ARIZ.
1030	COLEMAN, HENRY	101 N. 10TH ST.	PHOENIX, ARIZ.
1031	COLEMAN, HENRY	101 N. 10TH ST.	PHOENIX, ARIZ.
1032	COLEMAN, HENRY	101 N. 10TH ST.	PHOENIX, ARIZ.
1033	COLEMAN, HENRY	101 N. 10TH ST.	PHOENIX, ARIZ.
1034	COLEMAN, HENRY	101 N. 10TH ST.	PHOENIX, ARIZ.
1035	COLEMAN, HENRY	101 N. 10TH ST.	PHOENIX, ARIZ.
1036	COLEMAN, HENRY	101 N. 10TH ST.	PHOENIX, ARIZ.
1037	COLEMAN, HENRY	101 N. 10TH ST.	PHOENIX, ARIZ.
1038	COLEMAN, HENRY	101 N. 10TH ST.	PHOENIX, ARIZ.
1039	COLEMAN, HENRY	101 N. 10TH ST.	PHOENIX, ARIZ.
1040	COLEMAN, HENRY	101 N. 10TH ST.	PHOENIX, ARIZ.

MOMENTO DE CARGA GENERAL DE LOS PRINCIPALES AEROPUERTOS

CUADRO No. 3.

AEROPUERTO	1967	1968	1969	1970	1971	1972	1973	1974	1975	1976	1977
1. Anapolis	1 116.7	1 094.8	888.8	854.4	885.2	888.8	1 236.8	1 084.6	1 213.7	4 139.7	3 239.3
2. Aguascalientes								1.8	12.2	24.5	4.3
3. Campeche	294.8	198.2	288.2	31.4	42.5	42.4	14.3	79.2	59.8	39.8	9.2
4. Coahuila									439.7	1 089.1	1 031.1
5. Ciudad del Carmen	289.1	306.8	30.7	11.3	11.7	49.8	10.4	18.9	47.8	174.2	127.4
6. Ciudad Juarez	122.7	111.7	98.1	109.8	251.1	315.3	171.8	225.8	402.7	569.3	614.8
7. Ciudad Obregon	288.8	298.7	411.1	488.2	422.7	417.8	481.1	522.8	628.8	629.8	718.4
8. Ciudad Victoria	47.4	47.8	8.4	11.7	19.1	19.2	14.4	34.2	38.8	42.8	1.3
9. Coahuila									1 088.1	1 203.8	1 208.8
10. Colima	489.4	414.3	748.8	848.8	1 088.4	1 088.4	1 137.1	1 189.7	1 281.8	2 713.7	3 126.3
11. Chihuahua								238.1	238.1	481.1	287.1
12. Chihuahua	688.1	688.2	979.7	1 088.1	913.7	988.8	1 148.4	222.8	287.8	882.7	1 088.8
13. Durango	88.1	282.8	42.2	38.1	142.7	221.2	484.8	371.4	222.8	421.1	288.7
14. Durango	1 741.8	1 684.2	1 888.8	4 228.8	3 878.8	4 792.8	5 871.8	6 887.8	7 888.8	11 288.8	11 288.8
15. Guaymas								38.8	382.7	288.4	228.2
16. Hermosillo	1 088.8	1 081.4	1 117.8	1 222.8	1 188.4	1 228.8	1 487.8	1 882.1	1 814.3	3 888.8	5 813.8
17. La Paz	1 142.8	1 228.7	1 788.7	2 228.8	2 444.7	2 641.1	2 884.8	2 348.4	1 848.8	2 188.8	2 282.2
18. Laredo	58.8	14.8	49.8	69.7	98.1	98.9	107.4	112.8	172.8	222.8	482.1
19. Leon								88.8	14.4	122.2	1.8
20. Leon Nuevos											
21. Matamoros	287.1	278.2	722.1	684.4	228.4	248.8	114.2	143.2	144.3	228.8	228.1
22. Morelia	287.2	1 821.1	441.1	889.2	287.1	1 088.8	1 224.4	1 421.7	1 421.1	1 743.4	1 212.8
23. Morelia								179.8	179.8	196.1	287.8
24. Morelia	1 282.8	2 128.2	2 277.8	2 228.7	2 112.2	4 228.2	5 288.7	4 284.8	5 224.1	6 288.8	6 242.8
25. Morelia	288.4	234.2	288.2	348.8	412.7	286.1	287.8	222.4	284.4	1 214.1	1 448.2
26. Morelia	10 482.7	10 482.8	10 242.1	10 242.1	10 242.1	10 242.1	10 482.8	10 242.1	10 242.1	10 242.1	10 242.1
27. Morelia											
28. Morelia											
29. Morelia											
30. Morelia	88.4	88.8	38.4	11.2				9.4	62.2	11.1	488.1
31. Nuevo Laredo								222.2	684.8	711.3	288.2
32. Oaxaca	284.1	222.1	288.2	484.4	688.1	1 272.1	1 228.4	1 842.1	1 221.4	1 287.1	1 288.8
33. Puerto Vallarta	488.4	484.2	811.7	644.1	671.2	621.2	822.1	1 088.2	988.1	1 288.2	1 422.2
34. Reynosa								118.2	148.4	228.8	288.2
35. San Juan del Cabo											
36. San Luis Potosi	11.2	41.7	1.2	11.8	22.4	28.4	24.7	11.8	18.3	18.1	77.8
37. Tampico	617.8	1 082.1	1 821.2	1 628.4	1 117.8	1 088.4	1 127.7	1 124.1	1 472.8	1 648.1	2 288.8
38. Toluca	22.2	11.2	7.2	2.2	8.2	8.7	7.2	12.2	38.2	11.8	1.8
39. Tuxtla Gutierrez	287.8	228.7	88.8	11.4	27.8	42.7	188.8	348.4	288.2	484.2	428.1
40. Tuxtla Gutierrez								11.8	4.4	42.2	8.4
41. Tuxtla Gutierrez								28.2	1 422.2	2 888.2	728.8
42. Veracruz	1 212.7	1 222.1	1 128.1	1 278.4	1 714.4	1 888.2	1 488.1	1 288.2	1 842.1	2 422.8	2 882.7
43. Veracruz	422.1	422.8	478.2	528.1	487.8	478.8	478.8	288.1	728.2	777.1	218.1
44. Veracruz											
45. Veracruz											
46. Tuxtla Gutierrez	1 422.7	4 228.7	2 278.1	1 228.2	1 228.2	1 228.2	1 228.2	288.2	1 228.2	1 228.2	2 442.4
47. Veracruz								11.4	17.2	118.1	228.2
48. Veracruz	288.8	288.8	278.2	288.4	222.2	484.3	288.2	288.1	1 022.4	1 288.8	2 712.2
49. Villahermosa	1 022.8	171.1	288.2	222.8	288.2	278.2	288.2	1 884.8	1 884.8	1 884.8	1 884.1
50. Xalapa								78.2	4.2	8.4	
51. Xalapa	17.4	18.1	17.8	22.8	41.2	11.7	17.2	44.2	28.8	148.1	488.2

2.- PLANEACION.

2.1.- GENERALIDADES.

Se entiende por planeación a un método aplicado a la obtención de - fines determinados, que constituye un proceso de análisis documentado, sistemático y tan cuantitativo como sea posible, previo a la modificación de una situación y en el ordenamiento de las acciones que conduzcan a dicha modificación.

Al aplicar los lineamientos generales establecidos para un proceso de planeación a los sistemas de transporte, se tiene:

- Diagnóstico, que comprende el conocimiento de la oferta - y de la demanda del transporte actual.
- Creación de organismos que materialicen el deseo de la - comunidad por resolver el problema.
- Fijación de metas y objetivos, que señalen lo que se - - quisiese lograr en cuanto a satisfacción de la demanda, modifi - cando la oferta.
- Generación de alternativas de solución para lograr las me - tas y objetivos fijados.
- Comparación de alternativas, para seleccionar la más con - veniente al logro de esas metas y objetivos.
- Programar la realización de las obras adecuadas para el - logro de estos fines, dando prioridades de acuerdo con los --

recursos disponibles y posibles en el futuro.

- Confrontación de resultados, para verificar que la alternativa seleccionada es la más conveniente.
- Retroalimentación, este proceso debe ser dinámico y repetirse a medida que las obras se vayan realizando, para corregir gradualmente los programas y tratar de obtener el que más responda a las necesidades existentes.

Esta planeación tiene su origen en el requerimiento de satisfacer las necesidades o resolver problemas de una sociedad, de acuerdo a sus características socioeconómicas, que, en el caso de zonas subdesarrolladas entre otras pueden ser las siguientes:

- altas tasas de crecimiento de la población
- carencia de obras de infraestructura
- dependencia económica del exterior (balanza económica deficitaria)
- exportadores de materias primas
- alta mortalidad infantil
- mala distribución del ingreso (concentración en pocas personas)
- altas tasas de desempleo
- bajos niveles sanitarios
- bajos niveles nutricionales
- promedios de vida bajos

- bajos índices de productividad
- falta de planificación
- baja participación de la mujer en la vida económica
- actividades económicas basadas en las actividades primarias
- bajo nivel de industrialización
- población analfabeta, etc.

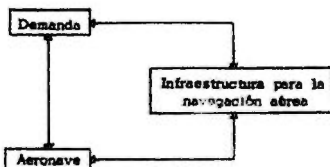
De acuerdo a estas características de los países subdesarrollados, - la planeación de las obras de infraestructura para el transporte deberá concebir éstas en cuanto a su ubicación y sus características, - de manera que tiendan a permitir el beneficio de las mayorías marginadas; a buscar un desarrollo equilibrado de la economía; y a facilitar a la población el acceso a mejores niveles de vida, mediante: - la creación de empleos, directos e indirectos; el acceso a la educación, servicios médicos, y de otras obras básicas para el desarrollo, que a su vez permitan el aprovechamiento de recursos potenciales que propiciarán el incremento de la producción y, en algunos casos la diversificación del comercio, tratando de romper las dependencias comerciales.

En el caso de zonas con un cierto grado de desarrollo, las obras deberán responder a estas exigencias del desarrollo, tomando en cuenta al tipo de demanda a servir, tendiendo básicamente al mejoramiento de un transporte ya establecido, mediante la reducción en costos

de transporte, y/o la reducción del tiempo de recorrido y/o al incremento de los niveles de seguridad y comodidad.

En el caso del transporte aéreo cabe distinguir dos funciones distintas, la primera de integración constituida por pequeñas aeropistas - que en muchos casos son solo franjas de terreno medianamente acondicionadas para que puedan aterrizar en ellas algunos aviones muy pequeños y que como el nombre lo indica sirven para establecer un vínculo de integración a lugares innaccesibles en que existen pequeños núcleos humanos que requieran comunicación, y la función propiamente de transporte que se da en aquellos lugares en que el desarrollo de las actividades económicas requiere de este servicio, ya sea por el ingreso de sus habitantes o para el desarrollo de sus actividades en cuyo caso se tiene desde pistas pequeñas acondicionadas, hasta aeropuertos con grandes instalaciones e importante movimiento de pasajeros.

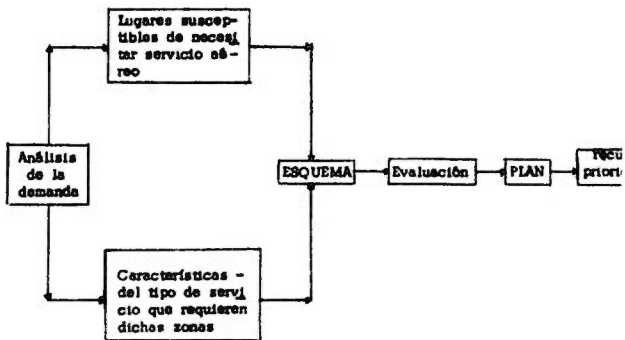
Tomando en cuenta que para la presencia del transporte aéreo se requiere la concurrencia de tres elementos: la aeronave; la terminal o puerto aéreo junto con la infraestructura de apoyo a la navegación aérea; y la demanda de dicho servicio, es decir, los pasajeros y la carga por transportar; corresponderá dentro de la materia estudiar y analizar las interrelaciones entre estos elementos para derivar resultados que se reflejarán en la concepción y diseño de las obras de ingeniería civil requeridas por este sistema de transporte.



Conforme a lo anterior, para precisar y definir la ubicación de una terminal aérea o aeropuerto, sus características y justificación económica, es necesario iniciar los estudios correspondientes a este tipo de proyecto con los indicados para la determinación de la demanda del servicio en un punto o zona dada. En otros términos, será indispensable definir en primer lugar un plan de infraestructura aeroportuaria que enmarque la realización de proyectos, partiendo del conocimiento de la demanda y los medios para satisfacerla.

En este contexto, a continuación se destacarán las etapas que será necesario desarrollar en los trabajos correspondientes a la elaboración del plan mencionado. Es conveniente destacar que como tal, dicho plan habrá de observar una adecuada precisión a mediano y largo plazo, para lo cual se plantea que los estudios orientados en este sentido contemplen la evolución del transporte aéreo en el país, analizando para ello la evolución y estructura de la demanda y considerando los factores característicos que determinarán los volúmenes de tráfico.

Un análisis prospectivo del desarrollo previsible de la demanda del transporte aéreo en el país, debe permitir determinar un Esquema Director a largo plazo, el cual constituirá la definición de las zonas o lugares del territorio nacional, para los cuales la demanda prevista hace necesario considerar la implementación del servicio aéreo, indicando, tanto como sea posible, la naturaleza y volumen de las necesidades correspondientes. La realización de estudios y análisis económicos y financieros de las alternativas de proyectos para satisfacer la demanda estimada en las zonas o lugares definidos por el Esquema, habrán de permitir conformar un plan de infraestructura aeroportuaria y, posteriormente, un programa de inversiones al introducir una prelación de proyectos y la asignación de recursos correspondiente, considerando en esta etapa las fórmulas de financiamiento adecuadas conforme a la magnitud y función de los proyectos. Es decir, los sitios que se precisen al elaborar un esquema director no representan exactamente una definición de aeropuertos, la indicación de una ciudad o zona no quiere decir que esa ciudad o zona debe tener un aeropuerto, sino que sus necesidades en el horizonte considerado serán tales que lo puedan justificar. Por consiguiente, un esquema constituye la fase inicial de la planeación de la infraestructura aeroportuaria, como se aprecia en el siguiente esquema.



2.2.- ANALISIS DE LA DEMANDA DE TRANSPORTE AEREO.

El tráfico aéreo depende en gran medida de las condiciones demográficas y socio-económicas, aunadas a la característica de la oferta de servicio. En tal virtud, el tráfico aéreo comercial no turístico, solo puede ser económicamente factible en aquellas aglomeraciones urbanas de cierta importancia económica.

Cabe aclarar que, en lo general, puede considerarse como aglomeración urbana al conjunto formado por una o más localidades que -- estén contenidas en un cierto radio que deberá depender de las características propias de las poblaciones; en este contexto, se considera en primer lugar el área de servicio de un aeropuerto y en segundo, la posibilidad de la conurbación futura entre localidades adyacentes, suficientemente próximas. A título de ejemplo, un estudio referente a la definición de un esquema director podría considerar la población de aquellas aglomeraciones que se estime tendrán en un horizonte de 20 años, una población superior a los 50 000 habitantes; además, para cubrir algunos casos excepcionales, pueden considerarse localidades que en el año de estudio tengan una población superior a los 15 000 habitantes, así como las que tengan un atractivo turístico. Asimismo, y como criterios para definir los sitios o zonas que se sujetarán a un análisis de demanda, pueden citarse los siguientes: político-administrativo, económico (centros de producción y consumo), social (determinado tamaño de localida-

des) y ordenación del territorio (polos de desarrollo). Estos criterios, además de definir los sitios o zonas, podrían establecer una primera visión de enlaces deseables dentro del transporte aéreo, sujetos naturalmente a análisis de demanda y de factibilidad desde el punto de vista económico y social, y dadas las características propias del transporte aéreo.

Recordando el diagrama anterior, y teniendo presente que una vez aplicado uno o varios de los criterios mencionados se tendrán identificados sitios para iniciar el análisis de la demanda, se procederá a efectuar dicho análisis. Para ello, recordamos que el tráfico aéreo depende de las condiciones demográficas y socioeconómicas de la población por servir; por consiguiente, habrá que conocer tales condiciones, es decir, el número de habitantes y su evolución y los niveles de ingreso de los mismos, tomando en cuenta el porcentaje de los económicamente activos para determinar los usuarios potenciales del transporte aéreo.

Para las proyecciones demográficas es deseable contar con información sobre migración, mortalidad y fecundidad, entre otros; sin embargo, en estos aspectos en lo general se carece de información amplia, por lo que se hará necesario establecer hipótesis y posteriormente comparar resultados. Asimismo, para determinar proyecciones, es indispensable analizar la composición y características del tráfico aéreo, para lo cual pueden efectuarse dos tipos de análisis

en aeropuertos en operación:

- | | | |
|-----------------------------------|---|--|
| Análisis del Tráfico
Comercial | } | <p>a) Encuestas a los pasajeros:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Motivaciones y características socioeconómicas. - Aspectos relativos al transporte terrestre hacia y del aeropuerto. <p>b) Estudios de origen-destino de los tráficos, basados en datos de las compañías aéreas.</p> |
|-----------------------------------|---|--|

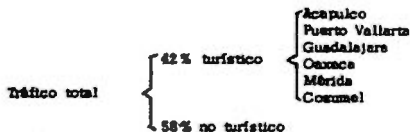
Para el caso de México, de acuerdo con encuestas efectuadas para un estudio en 1974, se observó que:

- a) Cada aeropuerto sirve principalmente a una sola aglomeración, la cual contribuye generalmente con el 80 % o 90 % del tráfico total. Lo anterior indica que la generación del tráfico aéreo en una aglomeración sólo puede hacerse si ésta tiene la disposición de un aeropuerto propio, o por lo menos muy próximo. Muy pocos pasajeros aceptan viajar más de 50 Km. para trasladarse a un aeropuerto.

- | | | |
|---------------|---|---|
| Tráfico Total | } | <ul style="list-style-type: none"> - 80 % a 90 % aglomeración principal. - Sólo 10 % a 20 % se generan fuera de la zona de 50 Km. |
|---------------|---|---|

- b) El tráfico por motivo turístico tiene un papel importante, ejemplo de ello es el tráfico interno saliendo del aeropuerto de la Ciudad de México, que representa un 42 % del tráfico total; sin embargo, ese tráfico está concentrado en pocas --

destinos: Acapulco, Puerto Vallarta, Guadalajara, Oaxaca, - Mérida y Cosumel. En aglomeraciones diferentes a la Ciudad de México juega un papel inferior al 30 % del tráfico total.



c) El análisis de la repartición de los ingresos mostró que más de la mitad del tráfico correspondió a pasajeros cuyo ingreso mensual era superior a los \$ 15 000.00 .

El segundo análisis, es decir, el relativo a los orígenes y destinos de los pasajeros basado en los datos de las compañías aéreas, tiene como objetivo la determinación de los tráficos efectuados en cada ruta. Cabe destacar que de no contar con los datos de las compañías aéreas sería necesario utilizar la información proporcionada por las encuestas a los pasajeros, haciendo éstas lo más completas y extensas posibles.

En el caso de México, este segundo análisis mostró que las rutas con mayor tráfico son con la Ciudad de México, excepción hecha de Puerto Vallarta, en donde el tráfico con la Ciudad de México resulto del 33 % y con Guadalajara del 35 % .

Una vez conocidos los tráficos en las diferentes rutas, es posible considerar la aplicación de modelos que permitan determinar el número de pasajeros entre dos aglomeraciones dadas. Cabe destacar - que en el caso de México, y de acuerdo con los resultados obtenidos en las encuestas, conviene separar el tráfico en turístico y no turístico, para efectos de aplicar el tipo de modelo que se mencione a continuación.

2.2.1.- Modelo para determinar tráfico interurbano no turístico.- - Uno de los modelos que puede emplearse en este tipo de análisis - es el gravitacional, cuyas hipótesis básicas son las siguientes:

- a) Todas las personas cuyo valor del tiempo es superior a un valor dado (\$ 15 000.00 para el caso de México en 1974) son usuarios potenciales del transporte aéreo.
- b) El número anual de viajes que realiza una persona es - función del costo generalizado y del valor de su tiempo, es decir, una función de la forma:

$$n(x) = \frac{\phi(x)}{c(x)}$$

en donde $\phi(x)$ representa una ley creciente, ya que el número de viajes para una distancia determinada es creciente - con el ingreso, y por lo tanto con el valor del tiempo. Ya que para el usuario el peso relativo de los diversos viajes - es normalmente decreciente con el costo, o sea de la forma:

$$\frac{1}{c(x)}$$

c) Los valores del tiempo siguen una función de repartición de la forma $B(x)$ entre la población, y es la misma para cualquier relación. En otros términos, y considerando una hipótesis complementaria en el sentido de que los valores del tiempo siguen una repartición de acuerdo a la Ley de Pareto, la cual representa adecuadamente la distribución de los ingresos elevados entre la población, la función de repartición es de la forma:

$$B(x) = \frac{X_0}{X}$$

en estas condiciones, el número de pasajeros entre dos aglomeraciones cuyas poblaciones son P y P^* , es la suma de los viajes efectuados por los pasajeros potencialmente atraídos por el transporte aéreo, considerando las hipótesis anteriores es decir, resulta una expresión de la forma:

$$T = K(P, P^*)^p \int_0^{\infty} \frac{\left(\frac{X_0}{X}\right)^{-B(x)}}{P [c(x)]} d(x)$$

siendo K un coeficiente de ajuste.

Para definir las funciones involucradas en la expresión anterior, es necesario tomar en cuenta las hipótesis complementarias.

rias siguientes:

d) El número de viajes es inversamente proporcional a la potencia 2 del costo de transporte, como la distancia lo es en un modelo gravitacional clásico. Esto es:

$$n(x) = \frac{1}{a(x)^2} = \frac{1}{(P + T \cdot x)^2}$$

En donde: P es el costo fijo del precio del viaje; T es la tarifa por distancia y x es la distancia del recorrido del viaje.

e) Para expresar que Φ es una función creciente por las razones que se explicaron anteriormente:

$$\Phi(x) = X$$

f) La población de las aglomeraciones interviene de acuerdo a una función potencial de atracción, como en un modelo gravitacional clásico.

$$(P, P') = (P \cdot P')$$

Sustituyendo el modelo resultante es:

$$\bar{x} = K(P \cdot P')^{\beta} \int \frac{dx}{X^{\alpha-\beta} (P_1 + T_1 x)^2}$$

en donde la integral es una función que depende únicamente de los costos y tiempos de recorrido, es decir, en realidad

de la distancia. La determinación de los coeficientes $(\alpha - \beta)$ y (δ) puede hacerse en base a modelos lineales tomando en cuenta la relación entre tráfico y población.

Debe mencionarse que puede presentarse el caso de que el tráfico que generan ciertas ciudades está integrado en una buena parte, por viajes que tienen doble propósito, es decir, trabajo y placer; en esos casos puede resultar necesario determinar leyes para corregir los modelos determinados para obtener el tráfico no turístico. Estas leyes de corrección se ha encontrado que son de tipo hipérbolico y de la forma:

$$C = \frac{D}{K}$$

en donde C, es el coeficiente de corrección que se debe aplicar al tráfico calculado con el modelo y D es la distancia tomodrómica entre las dos aglomeraciones consideradas.

2.2.3.- Determinación del tráfico turístico interurbano. El tráfico turístico puede determinarse con base en la información resultante de la encuesta a los pasajeros. De hecho para este tráfico no se tiene una ley explicativa como la anterior en base a las poblaciones e ingresos, puesto que los coeficientes de atracción turística corresponden a otros valores, tales como la existencia de playas, atractivos arqueológicos, sitios históricos, servicios, etc. Un buen indicador puede ser la presencia de hoteles de primera categoría; sin —

embargo debe tomarse en cuenta la probabilidad del uso de otros - medios de transporte. En razón de lo anterior, puede hacerse la - hipótesis de que en el futuro no aparecerán cambios drásticos en los flujos turísticos actuales, con lo que podrá estimarse este tipo de - tráfico en base a proyección directa de los tráficos existentes, sin que sea necesario determinar un modelo de generación.

2.2.3.- Ajuste de la evolución del tráfico interno en función del - Producto Interno Bruto. Hasta aquí se han considerado en el análisis del tráfico algunas características demográficas y socioeconómicas, pero se han omitido factores relativos al ingreso o la evolución resultante de una difusión del transporte entre nuevos sectores de la población. Para hacer intervenir estos conceptos puede tomarse en cuenta la relación estadística entre el Producto Interno Bruto (PIB) - per capita y el tráfico aéreo comercial interno per capita en pasajero-kilómetro.

En el caso de México, como una ilustración se utilizó como base los datos de 1963 a nivel internacional.

Lo anterior permitirá hacer cálculos relativos a las tasas de crecimiento promedio del tráfico aéreo comercial interno de pasajeros, por una parte, y en pasajero-kilómetro por otra. Además, permite tener un análisis del tráfico a nivel del conjunto nacional, el cual a su vez permitirá revisar el total del tráfico turístico más el no turí-

tico, cuya determinación ha sido descrita anteriormente. Es decir, si S_1 / S_2 representan estos últimos tráficos, podremos efectuar -- ajustes o correcciones conforme a un coeficiente K igual a:

$$K = \frac{S}{S_1 + S_2}$$

en donde S representa el tráfico total interno en la ciudad clasificada como la más importante y es determinada del análisis efectuado con el PIB y el movimiento de pasajeros.

$(S_1 + S_2)$ representa el número total de pasajeros en vuelos internos saliendo o llegando de la ciudad que se haya detectado como la más importante. Esta suma resulta del análisis de la situación presente, por lo tanto se preve obtener de las estadísticas de las compañías aéreas o bien de las encuestas a los pasajeros.

2.3.- ANALISIS DE LA ACTIVIDAD AEREA.

Otro aspecto que es necesario conocer dentro de los estudios para definir un esquema para la infraestructura aeroportuaria, es el relativo a las actividades aéreas, las cuales se dieron principalmente en dos clases:

- a) Aviación comercial: constituida por todas las actividades del transporte público, por vuelos regulares o no regulares (vuelos especiales, fletados y suplementarios), efectuados por compañías oficialmente habilitadas.

b) **Aviación general:** que incluye todas las operaciones no efectuadas por la categoría anterior; vuelos de escuelas, negocios, privados, turismo, fumigadores, etc.

Estas dos clases se subdividen a su vez en:

Aviación comercial:

- La aviación alimentadora, que son vuelos de corto alcance efectuados por avionetas, y cuyas características se asemejen a las de la aviación general.
- El transporte regular interno, con características de transporte público, horarios y frecuencias definidas, y aviones de capacidad superior a los 20 pasajeros.
- Transporte internacional, de mediano alcance, que asegure las relaciones con los países vecinos.
- Transporte intercontinental, con vuelos de largo alcance (más de 3 000 Km.).

Aviación general:

- La aviación de transporte, no sujeta a itinerarios fijos; constituida por los transportes aéreos privados para negocios, turismo o vuelos oficiales.
- La aviación ligera, constituida por los demás movimientos: escuelas, deportes, fumigadores, etc.

La importancia de conocer esta clasificación y el número de movimientos en cada uno de los tipos mencionados se traduce en la definición de áreas, tipo de servicios e instalaciones que demandará el

aeropuerto en estudio.

Cabe señalar que será necesario no sólo conocer esta clasificación, sino efectuar pronósticos de los movimientos en cada uno de los grupos que la integran, sobre todo para aquellos sitios, donde por razones técnicas por ejemplo, se espera un movimiento importante de la aviación de transporte dentro de la aviación general, toda vez que - ello podría dar lugar a la prestación de servicios y dotación de áreas específicas para atender dicha demanda.

2.4.- PREVISION TECNOLÓGICA.

Hasta aquí se ha visto lo relativo a la demanda de transporte aéreo, corresponderá ahora analizar el lado de la oferta para atender la demanda prevista, es decir, el objetivo de esta tercera etapa para la definición de un esquema para la infraestructura aeroportuaria, lo -- constituye la definición del equipo crítico que deberá operar durante el plazo considerado, para satisfacer adecuadamente la demanda, ya que el principal problema en la elección del sitio para un aeropuerto, es su adecuación a las exigencias de los equipos que lo servirán durante su vida útil, lo cual determinará las características de la infraestructura. Así también cabe recordar que las exigencias de los -- equipos están en función de los tráficos que habrán de manejar. Podría pensarse que para definir los equipos a emplear, bastaría -- conocer las características, en cuanto a capacidad, de los aparatos --

que actualmente tengan en operación las aerolíneas probables u operar en el aeropuerto o aeropuertos en estudio; sin embargo, es necesario tener presente que en la vida útil del aeropuerto estos equipos podrán cambiar en función de la aparición de nuevos tipos de aeronaves. Por tal motivo, es necesario proceder a hacer un análisis de los avances tecnológicos que se contemplan en el corto plazo. Dicho análisis deberá comprender previsiones generales en cuanto a equipos para vuelos de largo, mediano y corto alcance. A primera vista, este análisis podría parecer difícil; no obstante, debe tenerse presente que para que aparezca un nuevo aparato se requiere el transcurso de varios años, mientras se fabrica el de prueba, se prueba y se autoriza su operación. Asimismo, debe tenerse en mente el período de amortización de los equipos con que cuentan las compañías.

2.4.1.- Vuelos de largo alcance. En estos vuelos, la única mutación tecnológica notable podrá ser la aparición de aviones comerciales supersónicos, que funcionarán al mismo tiempo que una nueva generación de aviones con velocidad subsónica mayor que la de ahora, correspondiendo a un aumento de la capacidad y de la economía. Esta evolución no parece susceptible de tener gran incidencia en las longitudes de pista actuales.

2.4.2.- Vuelos de mediano alcance. Para los vuelos de mediano

alcance no parece probable un cambio tecnológico de importancia. Es muy probable que estos vuelos se basen, por una parte, en versiones nuevas y mejoradas de los aviones actuales, especialmente en cuanto a la capacidad y la economía; y por otra parte, para las relaciones con fuerte tráfico, en trireactores y tetra reactores actuales de largo alcance, usados en etapas más cortas.

Cabe hacer notar que es en estas relaciones cortas, en las que se puede enfocar el transporte interno nacional. Los aeropuertos grandes no tienen exigencias de pistas para despegue o aterrizaje más grandes que las necesarias para los aviones diseñados para vuelos de mediano alcance. Por esas razones, en este caso también parece probable que las longitudes de pista necesarias no rebasaran, en un período de 20 años, las longitudes actuales.

2.4.3.- Vuelos de corto alcance. En el ámbito de los vuelos de corto alcance, al contrario, parecen posibles notables cambios:

a) La flota de aviones modernos, de capacidad inferior a — 120 asientos (Fockler 28, DC 9-10, B-727-100, Caravelle) está condenada a desaparecer en los 20 años que vienen; también los aviones antiguos que todavía se emplean para capacidades reducidas, ya sea con turbopropulsores (Fockler 27, Viscount, Twin Otter) o con motores clásicos (DC-3, DC-6, etc.). Sólo quedarían entonces aviones jet con capacidad igual o superior a 125 asientos. El uso económico de tales

aviones se justifica en relaciones de 100 000 a 120 000 pasajeros por año, con 2 frecuencias y al mínimo, en una relación de 50 000 a 60 000 pasajeros anuales con una sola frecuencia diaria.

Sin embargo, pueden existir muchas rutas, en el período que se considere en el estudio, que no presentarán tal potencia de demanda de pasajeros, y no existe ahora un avión susceptible de efectuar esas rutas en buenas condiciones de servicio y de economía; tal vez con la excepción del uso de los birreactores actuales, pero que no representan una solución fiable a largo plazo.

No parece entonces refutable, que antes de 1995, y muy probablemente mucho antes, va a aparecer una generación de aviones de pequeña capacidad diseñados para las relaciones interiores con tráfico medianos inferiores a los 60 000 pasajeros anuales, relaciones que en el mundo entero constituirán un mercado de importancia. Este avión podría ser un birreactor con capacidad de 30 a 50 pasajeros. Para los tráfico de 25 000 a 60 000 pasajeros anuales, podrá ser un aparato de turboreactores, de 80 a 100 asientos, que será también apto para los tráfico de 60 000 a 120 000 pasajeros anuales. Dos tipos que llamaremos a continuación aviones tipo A y aviones tipo B.

Parece seguro que esos aviones no van a exigir grandes longitudes de pista, para que puedan llegar al mayor número posible de aereos--

puertos y, si es posible, a los aeropuertos diseñados para aviación general.

b) Se podría también enfocar, en las relaciones de corto alcance, una mutación del transporte aéreo con la aparición de un sistema de transporte para aviones de despegue y aterrizaje cortos (STOL).

Por hoy, parece poco probable que tal sistema se utilice masivamente antes del horizonte considerado, por los múltiples problemas técnicos y económicos que plantea la realización y utilización de aviones de este tipo.

De cualquier forma, estos aviones, diseñados para reducir los problemas de terminales en las grandes ciudades, tendrán una capacidad importante (por lo menos 125 pasajeros).

c) Se puede pensar que aparecerán, como transición entre los aviones actuales y los STOL, unos aviones con despegue y aterrizaje reducidos (RTOL), que podrán satisfacerse con longitudes de pista del orden de 1 200 metros en condiciones estandar.

Estos aviones podrían entrar en servicio antes que los STOL. Entre sus ventajas tendrían:

- Un costo de explotación apenas superior al costo de los aviones actuales.
- Una reducción notable de los problemas de ruido.

- La posibilidad de desarrollar el programa en menos de 10 años; la concepción y la construcción no parecen susceptibles de crear problemas difíciles.

pero esta solución no podía existir sin:

- Incitación financiera por parte del Estado y Organismos agropartarios para compensar el costo más alto de explotación.
- Un consorcio internacional para esta fórmula y la infraestructura correspondiente.

Esas dos condiciones no parecen tener solución hasta ahora, y es muy difícil prever si la tendrán algún día.

Por esto no parece útil tomar en consideración la posible aparición de los RTOL. Hay además las siguientes razones:

- La duración de vida de un avión es alrededor de 20 años y los numerosos aviones construídos antes de poner en servicio los RTOL van a funcionar todavía muchos años, con lo que las compañías tendrían una flota mixta durante mucho tiempo.
- Los RTOL, no existen, y serán diseñados para tráficos relativamente importantes, puesto que tendrán particular interés para solucionar los problemas de los grandes aeropuertos. - Por lo tanto, no serán adaptados a los pequeños tráficos, y todavía se emplearán aviones de capacidad inferior en las pequeñas relaciones.

- Los aeropuertos deberán ser todavía accesibles a la aviación general, para los cuales no resulta en ninguna manera económica la fórmula RTOL.

En consecuencia, se va a disponer fundamentalmente, hasta el año 1995, de los tipos de aviones siguientes:

TIPO A

- Aviones bimotores, con capacidad de 30 a 50 pasajeros

TIPO B

- Aviones biturboreactores; con una capacidad de 80 a 100 pasajeros.

Estos aparatos serán para tráficos pequeños y medianos, y vuelos de corto alcance.

TIPO C

- Para tráficos mayores que los anteriores; de una generación de aviones de 125 a 250 pasajeros, que permitirán efectuar las relaciones de mediano alcance, para tráficos medianos, o relaciones de corto alcance con tráficos mayores.

TIPO D

- Para tráficos aún mayores; de aviones de capacidad superior, capaces de efectuar relaciones de largo alcance, será la más importante de las relaciones de gran tráfico.

TIPO E

- Finalmente, los aviones supersónicos para los vuelos inter-

continentales de largo alcance.

2.5.- DETERMINACION DEL EQUIPO POR EMPLEAR.

Una vez efectuado el análisis de provisión tecnológica es necesario tener presente que también la demanda podrá ser atendida mediante -- la frecuencia que se determine para ciertas rutas, la cual a su vez dependerá de las distancias de recorrido y del volumen de tráfico -- considerado. En este sentido, es conveniente destacar que existen orientaciones generales en cuanto a la capacidad del equipo y fre -- cuencias dado un tráfico anual previsto.

En resumen; la determinación del equipo por emplear es una relación dependiente, entre otros factores, de tres parámetros fundamentales:

- La distancia de recorrido.
- El volumen y tipo del tráfico considerado.
- La frecuencia del servicio.

Cada avión está diseñado para llevar una carga a cierta distancia, y cuando aumenta la distancia más allá del valor límite, se reduce la carga que puede transportar, por la necesidad de llevar más combustible. La operación del avión está entonces limitada a este valor límite por razones económicas y de seguridad.

En cuanto a la frecuencia del servicio, existen consideraciones que se desprenden de las hipótesis señaladas. Asimismo, se ejemplifi -- can los resultados obtenidos en México en lo concerniente a las --

consideraciones para definir las longitudes de pista necesarias para el tráfico interno.

El volumen del tráfico influye directamente en las características del avión que se emplea en una ruta. De manera evidente, el uso de un avión de mayor tamaño siempre resultará más económico, cuando se tiene un coeficiente igual de ocupación.

Por tal motivo, se analiza el tráfico anual que puede transportar un avión de cierta capacidad realizando una, dos o tres frecuencias por día, con servicio en seis y siete días por semana, y un coeficiente medio de ocupación del 55%. Al considerar el caso de una, dos o tres frecuencias por día, se desprende de las hipótesis siguientes:

- a) Para las relaciones con una distancia inferior a los 1 000 Km., al se contempla una frecuencia diaria para el caso de la iniciación de una línea, la demanda no es adecuadamente satisfecha si no se tiene un mínimo de dos frecuencias diarias.
- b) Cuando crece el tráfico, generalmente es conveniente, pasar a tres frecuencias diarias. Sólo después es posible poner en servicio un avión más grande, sin reducir la frecuencia.

El incremento del tráfico se atenderá posteriormente, con la introducción de aviones cada vez mayores.

TRAFICO ANUAL SEGUN LA CAPACIDAD DE EQUIPO
(Miles de Pasajeros Anuales)

Capacidad del Avión Num. de Pasajeros	F 1 *		F 2 *		F 3 *	
	8 días/7 días	6 días/7 días	8 días/7 días	6 días/7 días	8 días/7 días	6 días/7 días
30	12	14.4	24	28.8	36	43.2
40	16	19.2	32	38.4	48	57.6
50	20	24	40	48	60	72
60	24	28.8	48	57.6	72	86.4
80	32	38.4	64	76.8	96	105.2
100	40	48	80	96	120	144
125	50	60	100	120	150	280
150	60	72	120	144	180	216
200	80	96	160	192	240	288
250	100	120	200	240	300	360
300	120	144	240	288	360	432
400	160	192	320	384	480	576

- 1 Una Frecuencia Diaria.
 2 Dos Frecuencias Diarias.
 3 Tres Frecuencias Diarias.
 A la Semana.

c) Sin embargo, cuando la relación sea efectuada por un avión de 125 a 150 pasajeros, generalmente se aumentará la frecuencia más allá de 3 vuelos diarios antes de contemplar el uso de un avión más grande.

En razón de lo anterior, y en el caso del estudio efectuado en México, las longitudes en pista necesarias para el tráfico interno deberá resultar de la consideración de los elementos siguientes:

- Para las aglomeraciones cercanas a la Ciudad de México (considerada y definida como el centro más importante de tráfico) de la comparación entre los requerimientos de la relación más importante ubicada a menos de 1 000 Km. de distancia y los requerimientos correspondientes a la relación más importante ubicada a más de 1 000 Km.

- Para las aglomeraciones ubicadas a menos de 1 000 Km. de la Ciudad de México.

De acuerdo a los requerimientos de la relación más importante ubicada a más de 1 000 Km. de distancia.

- Para las aglomeraciones ubicadas a más de 1 000 Km. de la Ciudad de México.

De los requerimientos de la relación con ésta.

La disección de pista así determinada siempre será suficiente para el tráfico internacional de corto alcance (menos de 1 000 Km.) para el cual ninguna relación parece susceptible de alcanzar un tráfico -

superior a la mayor relación interna.

Sólo en ciertos casos deberá ser aumentada la longitud de pista para satisfacer las necesidades del tráfico turístico, y permitir el servicio de vuelos fletados de mediano alcance, o el tráfico de largo alcance, cuando se prevea esta posibilidad.

En estas condiciones, la adopción de los tipos de aviones a los volúmenes de tráfico y a las distancias de recorrido se enfocaría como sigue:

2.5.1.- Tráficos inferiores a 12 000 pasajeros/año. Estos tráficos pequeños serán efectuados con aviones de pequeña capacidad (15 a 30 pasajeros), que presentan necesidades de infraestructura similar a las de la aviación general.

2.5.2.- Tráficos de Nivel 1 (12 000 a 25 000 pasajeros/año). - Como los anteriores, estos tráficos podrán efectuarse con aviones pequeños, que no presentarán exigencias superiores a la aviación general. Se efectuarán en aeropuertos de este mismo tipo. Existen tales aeropuertos en todas las aglomeraciones que generen este tipo de tráfico.

Se podría prever este servicio con aviones de tipo A, con una frecuencia diaria. Para tráficos tan pequeños y un servicio tan reducido, no parece justificado enfocar una infraestructura superior a la

de los aeropuertos para aviación general.

2.5.3.- Tráficos de Nivel 2 (25 000 a 60 000 pasajeros/año). - Estos tráficos se efectuarán con aviones de tipo A o B; bien sea directamente cuando se trate de relaciones a menos de 1 000 Km. de recorrido, o con una o más escalas intermedias, para distancias mayores.

2.5.4.- Tráficos de Nivel 3 (60 000 a 120 000 pasajeros/año).

Para este nivel de tráfico, el tipo de aviones adecuado debe ser diferente según las distancias de recorrido:

- En las distancias inferiores a los 1 000 Km., el tráfico puede hacerse con un avión A y muchas frecuencias (especialmente si se trata de un avión con una capacidad del orden de 50 asientos); con aviones de tipo B, si no existe un avión de aquel tipo, para una o dos frecuencias de un avión de tipo C, que para esas distancias tendrá necesidades de pista bastante reducida.
- En las distancias más grandes; aviones tipo A o B con escalas intermedias; con aviones tipo C en vuelo directo.

2.5.5.- Tráficos de Nivel 4 (120 000 a 200 000 pasajeros/año).

en este nivel el uso de aviones tipo C parece ser generalizado. Por sus exigencias de longitud de pista serán más importantes cuando efectúen recorridos superiores a los 1 000 kilómetros.

2.5.6.- Tráficos de Nivel 5 (más de 200 000 pasajeros/año). - A ese nivel, es posible que se empleen aviones de fuselaje ancho - tipo E. Pero como ya se ha mencionado, en el tráfico interno, sus exigencias de pista no parecen ser superiores a las de los aviones de mediano alcance.

Una vez concluidos los análisis hasta aquí descritos, es decir, del tráfico interurbano no turístico, del interurbano turístico, del ajuste para el tráfico total en función del PIB, de la actividad aérea, de la previsión tecnológica, y de la determinación del equipo por emplear, se deberá proceder a determinar, también dentro de la oferta de transporte aéreo, la infraestructura necesaria.

2.5.7.- Determinación de la infraestructura necesaria. Este análisis tiene por objeto permitir la definición de las necesidades de infraestructura a mediano y largo plazo, sobre la base de que en un esquema sólo se determinarán ciertos rasgos de dicha infraestructura, en función de los análisis hasta aquí enuncados.

Es necesario precisar que la determinación de dicha infraestructura depende del conocimiento de los servicios que van a ser requeridos, por lo que será determinante tener presente la estructura de la actividad aérea esperada, es decir, tener conocimiento de la magnitud de la aviación general, del transporte comercial interno, y del internacional de mediano y largo alcance, mismos que fueron analizados

en etapas posteriores.

Los resultados de esta nueva etapa son ilustrados en el siguiente cuadro, número 4.

Estos resultados no eliminan la necesidad de un estudio particular para cada aeropuerto, que deberá tener en cuenta las perspectivas del tráfico, así como las necesidades de los aviones que se determinan para cada caso.

2.8.- EVALUACION ECONOMICA DE AEROPUERTOS.

La evaluación económica de un aeropuerto proporciona un indicador que permite saber si la inversión es o no rentable desde el punto de vista económico. La forma de efectuar la evaluación puede llevarse a cabo de distintas maneras, dependiendo del caso específico de que se trate. A continuación se enumeran tres casos posibles:

- Aeropuerto nuevo, en cuyo caso se comparan costos de recorrido por tierra con costos de recorrido y ahorros en tiempo por aire.
- Aeropuerto nuevo en un lugar en el que existe ya servicio aéreo pero de menor calidad. En ese caso se comparan las condiciones actuales contra las futuras.
- Aeropuerto nuevo en un lugar en el que ya exista servicio de jet; en este caso se comparan únicamente por efectos del aumento de la demanda.

**CLASIFICACION DE AEROPUERTOS EN FUNCION DEL TRAFICO, DISTANCIA DE VUELO
Y EQUIPO PREVISTO.**

CUADRO No. 4.

Tráfico de Nivel	Tipo de Avión	Distancia de Vuelo	Aeropuerto (Clave)	Longitud de Pista en Condiciones Standard
1	A	Corto Alcance	V	$1\ 200 \leq a \leq 1\ 500$
2	A o B	Corto Alcance	CA2	$1\ 500 \leq a \leq 1\ 700$
3	A o B y C	Corto Alcance	CA3	$1\ 700 \leq a \leq 1\ 900$
3	A o B y C	Mediano Alcance	MA3	$1\ 700 \leq a \leq 2\ 300$
4 y 5	C o D	Corto Alcance	CA4	$1\ 900 \leq a \leq 2\ 300$
4 y 5	C y D	Mediano Alcance	MA4	$2\ 100 \leq a \leq 2\ 500$
Todos	E	Largo Alcance	LA	3 500

La evaluación económica en sí consta de los siguientes pasos:

- Proyección de pasajeros y operaciones.
- Cálculo de beneficios por ahorro en tiempo de los pasajeros y por costos de operación de las aeronaves.
- Obtención de los costos del proyecto.
- Cálculo del índice de rentabilidad.
- Cálculo de la tasa interna de rendimiento.

2.6.1.- Proyección de pasajeros y operaciones. Como primer paso es necesario cuantificar la demanda que se espera se presentará en el aeropuerto, para lo cual es necesario analizar, en el caso de los aeropuertos ya existentes, los datos de tránsito aéreo de pasajeros proporcionados por el organismo Aeropuertos y Servicios Auxiliares (ASA). Estos datos se comparan con los datos de población de la localidad, de su aglomeración o de su zona de influencia, y por medio de análisis de correlación se obtienen curvas que permiten estimar, en función de las proyecciones de población, la demanda que se presentará en el futuro. Si no existe un aeropuerto en el lugar o bien se carece de datos acerca de su movimiento es necesario estimar la demanda de otra manera. Por lo general se analiza la población del área de influencia, se identifican los estratos que corresponden a los usuarios potenciales y se determina el número de pasajeros que se supone utilizarán el aeropuerto en los años siguientes.

En algunos casos hay que hacer adaptaciones y combinaciones de las diversas tendencias para obtener pronósticos más realistas. —
 brista además un modelo de crecimiento de la demanda para cuando empieza a haber servicio de jet; en ese modelo se supone que la demanda aumenta en un 30 % en el año del inicio de las operaciones y que después va disminuyendo paulatinamente hasta llegar a estabilizarse en un 10 % anual.

Una vez estimada la demanda probable hay que calcular la ocupación estimada de cada aeronave para después obtener el número de operaciones anuales. Para calcular la ocupación de parte de las siguientes suposiciones:

- La capacidad de un avión es de 116 pasajeros (promedio del DC-830 y el B-727).
- En el año de estudio se estima la ocupación en un 25 %, que crece a la misma tasa que la demanda.
- Cuando la ocupación es mayor que el 70 % de la capacidad se supone que se adiciona otro vuelo y se considera que su ocupación es del 50 % de la capacidad.

Después de que se ha obtenido la ocupación para todos los años — el horizonte de planeación, el número de operaciones se calcula simplemente dividiendo el número de pasajeros entre la ocupación calculada.

6.2.- Cálculo de beneficios por ahorros en tiempo de los pasa-

jeros y por costos de operación de las aeronaves. Los beneficios derivados de la construcción de un aeropuerto pueden ser de dos -- clases: ahorros por reducción del tiempo de viaje (beneficios a los usuarios) y ahorros por disminución de los costos de operación (beneficios a las aerolíneas). El procedimiento que se sigue para -- calcularlos consiste en comparar la situación actual con la que se -- produciría debido a la construcción del aeropuerto.

A continuación se indican los datos necesarios para realizar el cálculo de los beneficios y se proporciona un ejemplo de un caso -- real.

Aeropuerto " X "

Distancia promedio de las rutas que llegan a él $d = 302$ Km.

	Caso actual	Caso con proyecto
Equipo	Twin Otter	Boeing 727 o Douglas DC-9
Velocidad de Operación (VO)	265 kph	522 kph
Costo horario (CH)	\$ 4 628,00	\$ 23 474,00
Ocupación promedio (OP)	10 personas	58 personas
Maniobras de despegue y aterrizaje (TM)	8 minutos	8 minutos
Valor tiempo de los pasajeros (VT)	\$ 114,00/hora	\$ 114,00/hora

Cálculo:

- 1) Gastos de operación (GO) por pasajero:

$$GO = \left(\frac{d}{VO} + TM \right) CH/OP$$

actual = \$ 587.58

ahorro = \$ 300.82

futuro = \$ 286.76

2) Ahorros en tiempo (AT)

$$AT = (TV_A - TV_P) VT$$

donde:

$$AT = \left[\left(\frac{d}{VO} + TM \right)_A - \left(\frac{d}{VO} + TM \right)_P \right] VT$$

AT = \$ 63.96

Por lo tanto, el beneficio total por pasajero es:

$$GO + AT = \$ 364.78$$

Con este dato ya se pueden calcular los beneficios anuales totales, aunque resulta necesario distinguir dos casos:

- El primero, cuando existía servicio de jet; tiene beneficios que son iguales al beneficio total por pasajero multiplicado por el número total de pasajeros, puesto que se considera que ya existe una demanda creada de los servicios aéreos.
- El segundo, que es cuando no existía servicio de jet, — considere una división de los pasajeros totales en pasajeros normales y generados. Los normales crecen conforme a la tendencia observada, mientras que los generados se ajustan en función del número de pasajeros totales y del de pasaje-

ros normales. En este caso el beneficio anual total es igual a la multiplicación del beneficio total por pasajero por el número de pasajeros normales, más la mitad del beneficio total por pasajero multiplicado por el número de pasajeros generados. Esto se debe a que se considera que los beneficios por pasajero generado ya no son tan altos como los de los pasajeros normales, ya que éstos son los que de todas maneras habrían seguido haciendo uso del servicio aéreo existente.

2.6.3.- Obtención de los costos del proyecto. El siguiente paso consiste en desglosar año con año las distintas inversiones que se requieren para la operación del nuevo aeropuerto.

Durante la vida útil de un aeropuerto se pueden identificar tres clases distintas de costos: de construcción, conservación y reconstrucción. Los costos de construcción son perfectamente cuantificables y corresponden a la inversión inicial que se requiere para construir el aeropuerto; los de conservación son los gastos necesarios anuales para el mantenimiento de las instalaciones, y los de reconstrucción corresponden a trabajos mayores de remodelación y reparación general del aeropuerto, que se supone ocurren al año 10 desde que se inició la operación del aeropuerto.

En un análisis de siete aeropuertos nacionales de mediano alcance se obtuvieron porcentajes del monto de los gastos anuales de conserva-

ción y de reconstrucción con respecto al valor de la inversión total, llegándose a obtener el 2.6% y 26.24%, respectivamente.

2.6.4.- Cálculo del índice de rentabilidad. El índice de rentabilidad o relación beneficio-costos, es una medida que indica la conveniencia de realizar o no realizar una inversión, y para calcularlo es necesario contar con el flujo de beneficios y costos anuales a lo largo de toda la vida útil del proyecto. Estos beneficios y costos se tienen que actualizar a una cierta fecha, que generalmente es la que corresponde al año de estudio, y para ello se requiere definir una tasa de actualización. Esta tasa refleja en alguna medida las oportunidades ofrecidas por otras posibilidades de inversión y en la actualidad se considera que es del orden del 15%.

El índice de rentabilidad se calcula dividiendo la suma de beneficios actualizados entre la de costos actualizados. Si es mayor que uno, es conveniente realizar la inversión; si vale uno se trata de un proyecto indiferente y si es menor a uno no es conveniente invertir en él.

2.6.5.- Cálculo de la tasa interna de rendimiento. La tasa interna de rendimiento es la tasa a la que el flujo de beneficios actualizados resultaría igual al de los costos y su obtención debe hacerse a base de tanteos. Si la tasa interna de rendimiento es mayor que la de actualización, conviene efectuar la inversión; si es igual, el

proyecto es indiferente, y si es menor que la tasa de actualización resulta mejor destinar los fondos a otro proyecto.

3.- ELEMENTOS DEL PROYECTO.

Como se vio en el capítulo 1 los elementos que integran un sistema de transporte son la vía, el vehículo y el usuario; por ende éstos constituyen además las bases para la elaboración de un proyecto de reportario, por lo que en este capítulo se describirán las características de dichos elementos.

3.1.- VEHICULO PARA EL TRANSPORTE AEREO.

Es difícil considerar cual fué el inventor de un aeroplano ya que se tienen antecedentes históricos, que en el siglo XI los arabes tenían juguetes que en cierta forma volaban.

Posteriormente Leonardo de Vinci fué el primero en estudiar la máquina de vuelo, investigando la anatomía y los movimientos de los pájaros, a partir de los cuales diseñó diversas máquinas que pretendían hacer volar al hombre. El problema por el cual en 1505. no pudo inventar un avión fué que él consideraba que el hombre debería volar a similitud de los pájaros.

Fuó necesario que transcurrieran aproximadamente 350 años para desechar esta idea y enfocar el problema en forma correcta, pensando que sería mas fácil fabricar una máquina que volare sola y que llevara al hombre como carga.

Estos conceptos fueron confirmados a fines del siglo pasado por muchos investigadores, que desarrollaron varias teorías bajo las --

cuales se calculan los aviones en la actualidad, como por ejemplo los conceptos de la capa límite y del vórtice de las puntas de las alas desarrollados por L. Prandtl. Moratio Phillips por su parte -- encontró que fabricando un perfil grueso cuya superficie superior -- fuera más curva que la inferior se creaba una zona de presión reducida en la parte superior y una zona de mayor presión en la parte -- inferior. Demostrando además que la mayor sustentación con dicho perfil se producía en la zona de baja presión, encontrándose que -- los principios planteados por Cayley eran correctos. En la actuali dad para ciertos perfiles (supersónicos) y bajo ciertas condiciones de vuelo, el volumen de presión es casi igual al de succión. Simultáneamente a las investigaciones de laboratorio numerosos in-- ventores fabricaron máquinas en las cuales se producía la sustentación y que demostraron ampliamente las teorías originales. Se puede mencionar principalmente a Otto Lilienthal el cual demos-- tró las posibilidades del vuelo realizando numerosos vuelos con plg neadores encontrando el porqué, las máquinas de Leonardo no po-- dían volar accionadas por el hombre pero sí podían sustentarse, ya que fué posible además, encontrar con mayor precisión la mecánica del vuelo de los pájaros. Habiéndose encontrado que la sustentación era factible, se presentaron inmediatamente dos problemas que fueron atendidos casi simultáneamente. Uno de ellos consistía en el control de la máquina durante el proceso de vuelo y el otro de --

propulsión de la misma que representaba la autonomía; ya que para hacer volar a los planeadores se hacía necesario aprovechar planos inclinados descendentes. El control fué desarrollado simultáneamente con los investigadores de los planeadores. Es posible pensar que en el vuelo se requieren dos tipos de controles. Uno de ellos consiste en mantener en forma estable la altitud del avión, el otro sería la disponibilidad de cambiar dicha altitud, también en forma estable. Por lo que respecta al motor, el ingeniero Otto Lillenthal inventó el de combustión interna de cuatro tiempos.

La concepción moderna del aeroplano es posible remontarla al año 1789, cuando el inglés Sir George Cayley, estudiando los antecedentes de la época y realizando sus propias investigaciones, determinó lógicamente que debería existir una separación entre el sistema de propulsión y el sistema de sustentación; enunció los principios actuales de la sustentación, diciendo que el problema principal radicaba en construir una superficie capaz de soportar un peso dado a través de la aplicación de una fuerza de resistencia del aire, estableciéndose además que una superficie oblicua, debidamente orientada al viento, proporcionaba una mayor sustentación que una plana. -- Los hermanos Wright basados en las experiencias anteriores fueron los primeros hombres que realizaron, el 17 de enero de 1903, un vuelo impulsado, sustentado y controlado en forma totalmente autónoma con un equipo más pesado que el aire. A partir de esa fecha la --

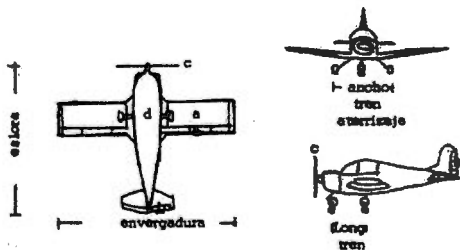
aeronáuticos ha avanzado extraordinariamente revolucionando el transporte.

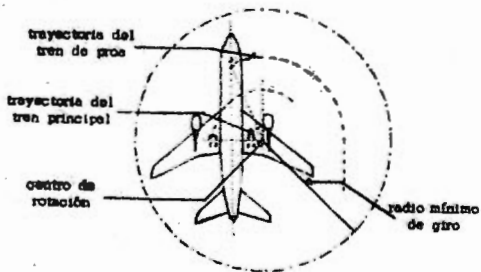
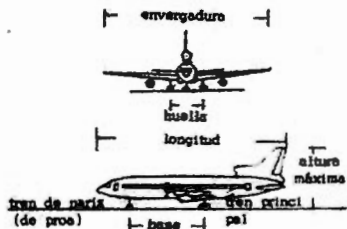
3.1.1.- Descripción del vehículo. Puede definirse el avión como una máquina más pesada que el aire, diseñada básicamente para — transportar carga o pasajeros, trasladándose dentro de la masa de aire en forma autónoma.

Los elementos básicos exteriores de un avión son los siguientes:

- a) La sustentación, básicamente en las alas.
- b) El control, con referencia a 3 ejes en el espacio: longitudinal, transversal y vertical.
- c) La propulsión, que son los motores.
- d) La posibilidad de transportar carga, fuselaje.
- e) Soporta en tierra, que es el tren de aterrizaje.

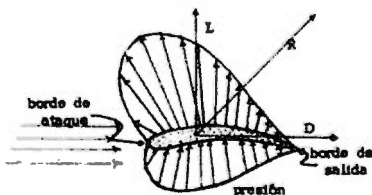
Las dimensiones principales de los aviones son:





DIMENSIONES IMPORTANTES DE UN AVION.

La sustentación: imaginemos un perfil como el que conocieron los pioneros: grueso, convexo y con la parte superior más curva que la inferior, tal como lo menciona Phillips, sujeto a una corriente de — aire, de su parte gruesa (borde de ataque) hacia lo delgada (borde de salida), se encuentra que en la parte superior se forma una zona de presión reducida y en la parte inferior de aumento de presión. Para esta situación se provocan los mismos efectos si el aire está inmóvil y el perfil se traslada, o bien, si hay viento y el perfil — está inmóvil. Estas zonas tienen aproximadamente la forma siguiente:



Este fenómeno fue encontrado en términos generales a fines del siglo pasado. La explicación más sencilla para la formación de las zonas de alta y baja presión, se tiene usando las teorías de hidráulica aplicando al Teorema de Bernoulli, el cual plantea la igualdad de cargas a lo largo de una corriente de fluido incompresible.

Para efectos prácticos, el trabajo del perfil nos interesa proyectario en un eje vertical de manera que la sustentación real sea capaz de equilibrar el peso del avión. Esta descomposición de fuerzas nos presenta una componente en el eje horizontal, cuya dirección será contraria a la dirección del vuelo. A esta componente se la llama resistencia, la cual siempre se presenta cuando se produce sustentación.

La sustentación (L) producido por el ala depende de varios factores a saber:

- La forma del perfil
 { convexidad
 reflexión ancho-área (A)
 aspecto
- Velocidad del flujo, velocidad relativa del perfil respecto del aire (V)
- Angulo de ataque (α)
- La densidad del aire (ρ)

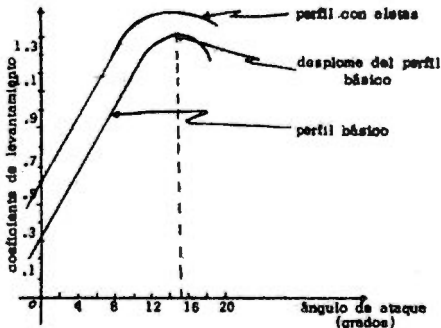
y son precisamente estos factores los que inciden en los diferentes diseños que se tienen en las alas de los aviones, es así, como se tiene que la fuerza de sustentación es:

$$L = (C_L \rho V^2 A) / 2$$

Desde los principios de la aviación Cayley y Phillips plantearon que a medida que un perfil se hacía más convexo tenía mayor sustentación, pero también aumenta la resistencia al avance. Los aviones modernos están diseñados de tal manera que la convexidad del ala -

puede modificarse a lo largo del vuelo dependiendo de los requisitos del mismo.

La modificación en vuelo de la convexidad se realiza mediante aletas fúseledas que se integran en el propio cuerpo del ala. Estas aletas dependiendo del ángulo en que trabajen, aumentarán en cierto grado el levantamiento a sabiendas de que también aumentarán la resistencia. Este principio tiene una utilidad práctica durante los procesos de aterrizaje y despegue. Para ilustrar estos efectos podemos presentar las siguientes gráficas:

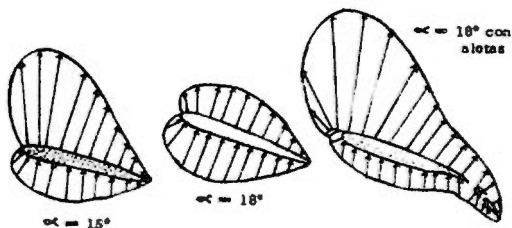


Por lo que se refiere al ángulo de ataque, la sustentación aumenta hasta llegar a un límite en donde ésta se rompe bruscamente en virtud de que las líneas de flujo ya no pueden seguir la curvatura superior del perfil produciendo torbellinos que rompen el efecto práctico del ala.

La utilidad que presenta el uso de las aletas con ángulos grandes - de 50° a 70° consiste en que, con el aumento de sustentación es posible reducir considerablemente la velocidad durante el aterrizaje, sin que el avión se desplome. Durante un despegue se usan ángulos de aletas menores de 8° a 25° de manera que aumente la sustentación con incrementos de resistencia poco importantes.

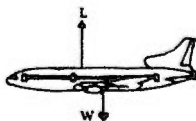
Se puede anotar sin embargo, que el planteamiento expuesto se refiere a condiciones de vuelo subsónico, es decir, que en ninguna parte de nuestro perfil se presenten velocidades de tipo transónico - - $0.8 M \leq V \leq 1.2 M$, siendo M el número Mach. Este razonamiento se debe a que se han despreciado los efectos de la viscosidad y compresibilidad del aire, los cuales se presentan a velocidades transónicas y supersónicas. En virtud de que la velocidad del sonido depende de la densidad del aire y la temperatura, y ésta varía con la altitud; se ha dado en relacionar la velocidad de un avión respecto a la del sonido dependiendo de la altitud a la que vuela, así se define lo que se llama número Mach.

$$M = \frac{\text{velocidad del avión}}{\text{velocidad del sonido}}$$

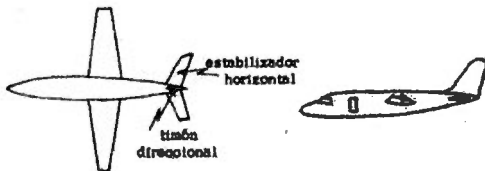


El control de los aviones. Cabe recordar que el control de un avión y su estabilidad se requiere en relación a tres ejes: Longitudinal, Transversal y Vertical (X,Y,Z).

Para analizar y determinar los otros elementos que constituyen la parte exterior del avión, además de las alas, conviene recordar que el centro de presión no coincide normalmente con el mismo plano vertical transversal del centro de gravedad del avión, es decir, donde actúa el peso, como se observa en la figura siguiente, produciéndose un momento que se requiere anular. Por tal motivo, es necesario agregar estabilizadores horizontales.



Si colocamos una aleta dorsal en la parte superior del fuselaje y lo más alejado del centro de gravedad para obtener un mayor brazo de palanca, tendremos una superficie que nos proporcionará estabilidad respecto a un eje vertical que pase por dicho centro, timón direccional.

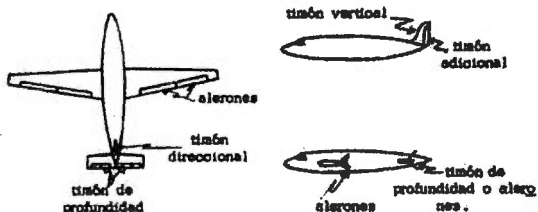


Respecto a un eje longitudinal, normalmente las propias alas proporcionan dicha estabilidad, en algunas ocasiones las alas tienen pequeños ángulos verticales para auxiliar en dicha estabilidad.



Acercando parte de las mismas superficies se puede obtener control en los tres ejes. Colocando aletas adicionales que se muevan a lo largo de ejes bisagrados cerca de los bordes de salida de los -

perfiles.

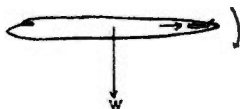


A la parte posterior del avión que contiene a los timones se le llama en general empuñaje o cola; existen varias posiciones para el estabilizador horizontal: adosado al fuselaje, adosado al timón vertical o en la parte superior de éste.



El efecto de los controles es el siguiente, el flujo de aire accionará presionando aerodinámicamente la parte levantada de la superficie se presentará una tendencia a hundir la parte respectiva del avión:

sin embargo como el avión está estabilizado a sus tres ejes, el efecto real será un giro alrededor del eje correspondiente levantando, en este caso, la nariz con lo que el avión ascenderá.



Aparentemente un avión podrá estar en equilibrio exclusivamente con sus superficies fijas. Esta situación es real solo en condiciones de vuelo ideales; sin embargo a lo largo del vuelo se presentan características diferentes como que el centro de presión es móvil, así mismo lo es el centro de gravedad, la velocidad relativa respecto al viento es variable, etc. En consecuencia aún en un vuelo recto y nivelado, el piloto para realizarlo tendrá que balancear el avión compensando los momentos de desbalanceo, utilizando los controles a su juicio para colocar al avión en la actitud que le interesa.

En los aviones pesados o relativamente rápidos se colocan unas aletas más pequeñas en los bordes de salida de las superficies de control y que ayudan al movimiento de ellas. Estas aletas adicionales pueden ser ajustadas desde la cabina.



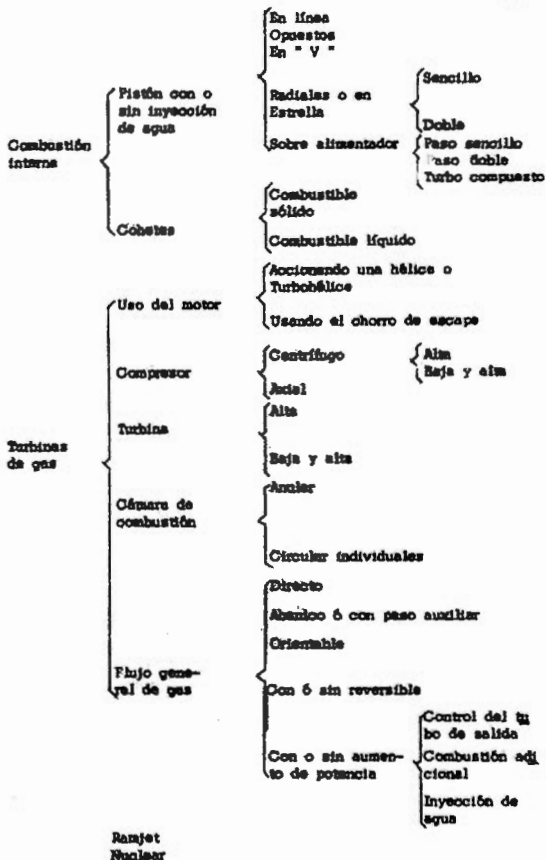
El funcionamiento de estas aletas adicionales que se llaman compensadoras es en sentido inverso al movimiento que se desea en la superficie principal.

Existen últimamente superficies adicionales como los frenos aerodinámicos, generadores de vórtices, etc., todos ellos destinados a mejorar el control del avión en altas velocidades.

Propulsión de los aviones, motores: recordaremos que uno de los principales problemas con que se enfrentaron los iniciadores de la aviación fué el de poder impulsar en forma independiente a sus máquinas. Así las primeras investigaciones sobre aerodinámica fueron en planeadores.

En la actualidad este problema está perfectamente solucionado con la utilización de diversos motores.

Por muchos años el motor más utilizado fué el de combustión interna de cuatro tiempos, el cual accionaba una hélice de dos, tres o cuatro aspas. Conviene mencionar que la concepción de una hélice es

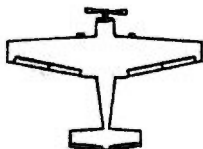


muy semejante a la de una ala ya que ambas son perfiles aerodinámicos.

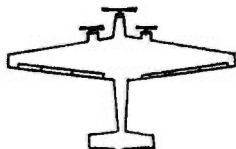
Posteriormente el motor de turbina de gas a ido desplazando poco a poco al motor de combustión interna. En la actualidad se puede hacer una tabla de motores disponibles en la aviación como se indica en la tabla No. 1.

Respecto a la colocación en relación al avión se puede hacer la siguiente clasificación:

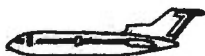
Frontal	monomotores - trimotores; solo motores de hélice.	
En las alas	arriba	{ dentro de las alas; motores - con hélice
	en medio	
	abajo	{ montados hacia adelante, motores con hélice
En el fuselaje (turbinas y cohetes)	{ dentro (muy común en cazas de combate	{ en medio
		{ por fuera adosados a la parte exterior



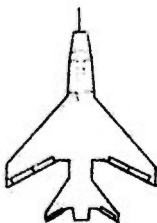
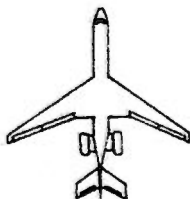
frontal monomotor

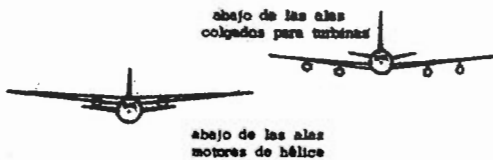
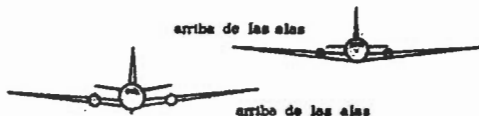


frontal trimotor



combinado

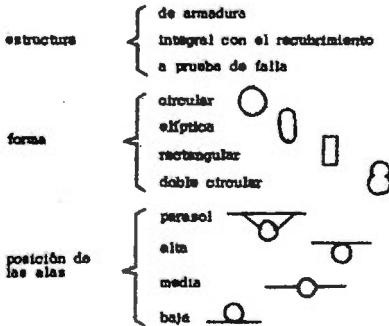
en el fuselaje
dentroen el fuselaje
fuera



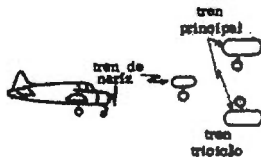
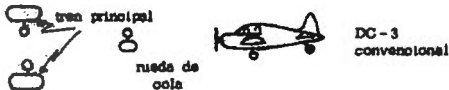
Possibilidad de transportar carga. En las primeras experiencias con aviones, la carga útil que transportaban era básicamente el piloto y en algunos modelos a un pasajero, colocados muy cerca del centro de gravedad. La necesidad de obtener una utilidad práctica obligó a pensar en la posibilidad de transportar mayor peso dentro del avión.

Así aprovechando la estructura que se necesita para instalar el empuje, se pensó en recubrirla y darle espacio interior para colocar la carga adentro, obteniéndose en general lo que se denominó como fuselaje.

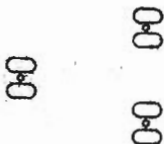
Existen varios tipos de fuselajes respecto a su estructura, forma y ubicación respecto a las alas



Tren de aterrizaje. Por lo que se refiere a trenes de aterrizaje se ha dado en clasificarlos principalmente en dos tipos. El tren convencional cuya particularidad es tener una pequeña rueda o patín inferior de la cola. El tipo llamado triciclo tiene un tren en la parte frontal del avión llamado tren de proa o de nariz.



Cuando los pesos de los aviones son relativamente pequeños se ha usado una sola rueda en cada parte del tren principal, a este tipo de parte se le llama de rueda simple.

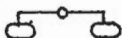


707-200
DC-9-40
BAG-111-550

DC-68
DC-7C



C-130



707-320
DC8-63

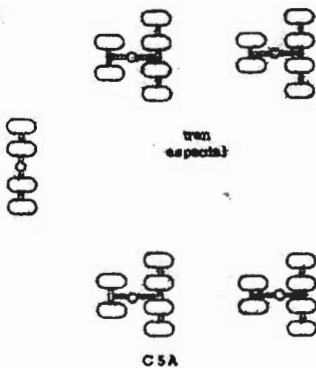
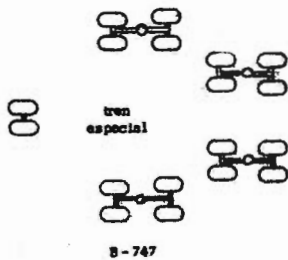
990
VC-10
Concord

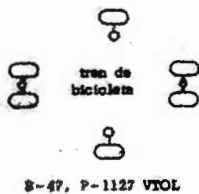
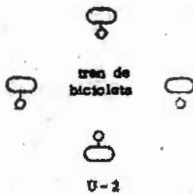


tren especial

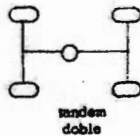
Avro Vulcan
HP Victor







B-52



Los trenes de aterrizaje principales, cuando son retráctiles, normalmente se guardan en las alas o en la nariz entre el ala y el fuselaje. En algunas ocasiones, cuando el avión es de ala alta, o se quiere aligerar ésta, el tren se guarda a los lados del fuselaje. Para los trenes de bicicleta, estos se guardan en la parte central del fuselaje. En este último caso se agregan unas pequeñas ruedas en las partes extremas de las alas y que sirven para estabilizar al avión durante el rodaje en tierra.

Veamos ahora en forma somera las características de los aviones que afectan directamente a un aeropuerto:

- Características aerodinámicas. Básicamente en la longitud de pista para despegue y aterrizaje.
- Características del tren de aterrizaje. Son determinantes para el proyecto y diseño de los pavimentos.
- Geometría de todo el sistema de aterrizaje. La distribución geométrica del tren nos permitirá determinar el ángulo de giro del avión, así como el lugar geométrico que ocuparán las puntas de las alas, la nariz y la cola (empenaje) durante una maniobra en tierra. Estos datos servirán para conocer el ángulo óptimo de intersección entre pistas y calles de rodaje. Por otro lado, también permite proyectar adecuadamente la plataforma de estacionamiento.
- Capacidad de pasajeros. El dimensionamiento de las --

PESO MAXIMO ESTRUCTURAL EN PLATAFORMA

Combustible de Rodaje	PESO MAXIMO DE DESPEGUE
Combustible de Vuelo	PESO DE ATERRIZAJE
Combustible de Reserva	PESO CERO COMBUSTIBLE
Correo Carga Equipaje Pasajeros	PESO DE OPERACION SECO
Comisariato Equipo en los Compartimentos Tripulación	PESO BASICO
Equipos de: Cabina Rescate Navegación Manuales del Avión	PESO VACIO
Aceite	
Todos los Fluidos	PESO CERO
Motores y Fuselaje	

DIFERENTES PESOS DE LOS AVIONES

seas para pasajeros estarán en función del número de pasajeros que van a moverse en el aeropuerto en un momento dado.

- Capacidad de combustible. Uno de los problemas que se han presentado con la operación de los motores de turbina es su alto consumo y la necesidad de especificaciones muy rígidas respecto a la pureza del combustible empleado.

- Velocidad de maniobra. Al aumentar los pesos de las aviones ha sido necesario desarrollar altas técnicas aerodinámicas para que sea posible realizar maniobras a menores velocidades durante el despegue y sobre todo, los aterrizajes. Aún así las velocidades en las inmediaciones de los aeropuertos se han aumentado, lo cual ha provocado que las especificaciones respecto a obstáculos, en las cercanías de los aeropuertos sean más estrictas, ya que los radios de viraje son considerablemente más amplios. Asimismo, esta situación plantea además problemas respecto al control del tránsito aéreo, lo que ha obligado a desarrollar equipos de navegación y control de tránsito aéreo altamente complejos.

3.2.- USUARIO.

Las principales características de usuario que intervienen en la elaboración del proyecto de un aeropuerto son:

- volumen de pasajeros
- motivos del viaje (negocios, placer)
- niveles de ingreso
- origen y destino
- tasas de crecimiento

descritas con amplitud en el capítulo anterior.

3.3.- AEROPUERTO.

Conjunto de sistemas en el que se determina el diseño y proyecto - de cada uno de ellos para su buen funcionamiento y en conjunto -- forman un conjunto correcto que permite el intercambio de personas - y/o productos de los medios de transportación aérea con otro sistema de transporte.

Los sistemas que integran un aeropuerto pueden agruparse en:

- Espacios aéreos y su control
- Pistas
- Galles de rodaje
- Plataforma
- Edificio terminal
- Estacionamiento y vías de acceso
- Ayudas a la navegación
- Instalaciones complementarias
- Abastecimiento de combustible

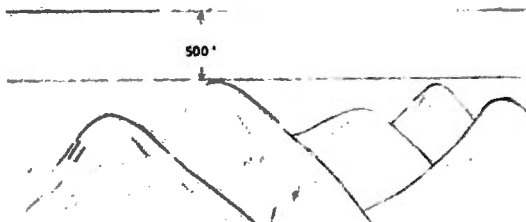
3.3.1.- Espacios aéreos y su control. Espacios aéreos; durante las dos primeras décadas de la aviación la operación de los aviones no tuvo problemas en cuanto al control de su tránsito porque este era pequeño, pero con el paso del tiempo el número de aviones se incrementó notablemente, aumentando la posibilidad de accidentes; - por lo que se hizo necesaria la reglamentación del espacio. Esta reglamentación fijó límites con el objeto de proteger a las aeronaves en vuelo de posibles obstáculos en su trayectoria, incluyendo otras aeronaves. Al espacio encerrado por estos límites se le denomina Espacio Aéreo, actualmente este sistema está provisto de instrumentos que auxilian a la navegación de las aeronaves y que facilitan el control de su tránsito.

El espacio aéreo se puede considerar integrado por:

- rutas (aerovías)
- patrones de espera
- zonas de aproximación y despegue
- zonas de restricción

Rutas o Aerovías. Son corredores perfectamente definidos en el espacio, establecidos para unir puntos geográficos importantes, tienen un ancho y un alto variable, con la limitación de que la altura mínima debe estar a 500 fts., arriba del obstáculo más alto en la ruta. Existen en este corredor carriles diferentes, dependiendo del sentido del viaje y del tipo de avión que se trate. Además, estos corredores

res espaciales tienen apoyo en ayudas terrestres para su identificación y mayor seguridad.

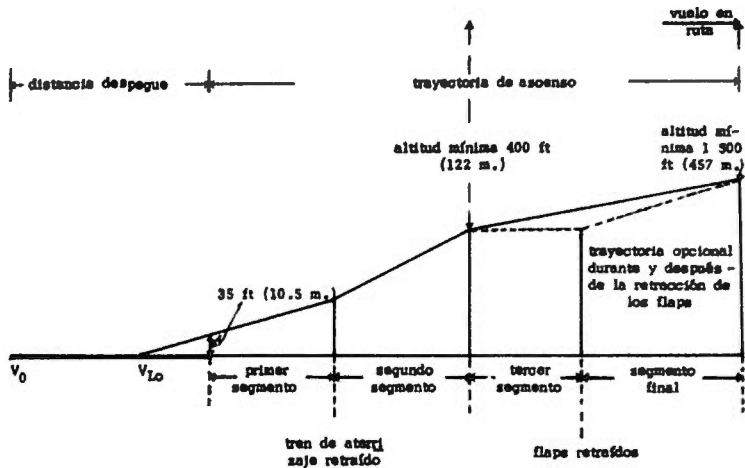


Patrones de espera. Áreas próximas a los aeropuertos claramente definidas cuya finalidad es la de mantener a los aviones en vuelo dentro de una zona segura en espera de su turno para aterrizar.

Zonas de aproximación y despegue. La trayectoria de despegue se divide en varias etapas que previenen la falla de uno de los motores del avión. Cada etapa especifica diferentes gradientes mínimos de ascenso, en función del número de motores de la aeronave en cuestión.

La primera etapa conocida como "primer segmento", está comprendida entre el punto donde el avión alcanza 10.3 m. de altura y el punto en que es medido el trazo de aterrizaje.

La segunda etapa, "segundo segmento" principia donde termina el primer segmento y finaliza cuando el avión alcanza 122 m. de altura.



ra.

Las últimas dos etapas, conocidas como "tercer segmento" y "segmento final", las cuales están separadas por el punto en que los flaps son retraídos, suelen ser identificadas como una sola etapa llamada "segmento de transición", el cual termina a los 457 m. de altitud.

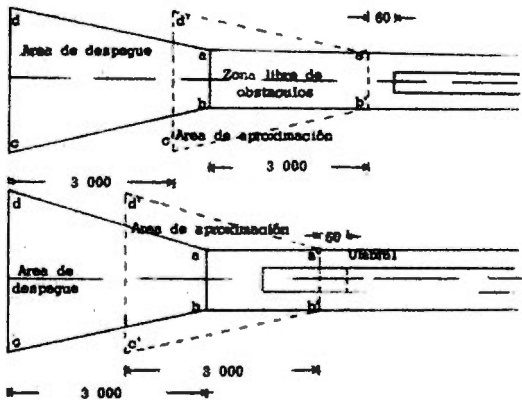
Las restricciones de los gradientes en los segmentos en muchas ocasiones limitan el peso de despegue de los aviones, independientemente de la longitud de pista. A este peso se le conoce como "Peso Mínimo de Ascenso". Normalmente el segmento crítico a este respecto es el segundo, ya que es en él donde se presentan los gradientes de mayor valor.

En base a las etapas anteriores es que se tienen los siguientes elementos que delimitan los espacios aéreos:

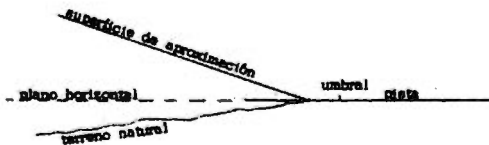
Superficie de despegue. Es un plano inclinado de forma trapezoidal y cuya proyección en un plano horizontal coincide con el área de despegue. La base menor de la superficie de despegue se encuentra en el plano horizontal que pasa por el eje en el extremo de la pista, de la zona de parada o de la zona libre de obstáculos, según sea el caso.

Superficie de aproximación. Es un plano inclinado de forma trapezoidal que se encuentra intersectando con el plano horizontal en el eje que pase por el umbral de la pista, la proyección horizontal de esta

CON ZONA LIBRE DE OBSTACULOS



SIN ZONA LIBRE DE OBSTACULOS



superficie coincide con el área de aproximación.

Las pendientes de estos planos varían de acuerdo con el tipo de aeropuerto que se está construyendo y de acuerdo con las especificaciones que se están siguiendo (OACI o FAA).

Zonas de restricción. Son zonas generalmente en aeropuertos ya establecidos en las que se restringen o eliminan las operaciones aéreas debido a la existencia de algunos obstáculos de altura considerable.

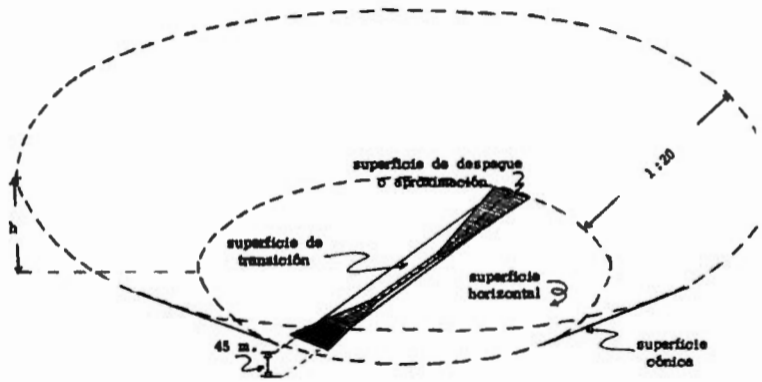
Estas pueden estar limitadas en diferentes maneras:

- Superficie de transición.
- Superficie horizontal.
- Superficie cónica.
- Condiciones propias de cada aeropuerto ya establecido.

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

Superficie horizontal. Es un círculo horizontal situado a una altura de 45 m., sobre el nivel medio de la pista con un radio de 4 Km. como mínimo y cuyo centro coincide con el centro geométrico de las pistas.

En el caso de las especificaciones de la FAA, varía a circu-



los con centro en los extremos de las pistas con radios de 2 Km. y límite lateral paralelo a las franjas, ésto para cada pista y el área de restricción se determina por la envolvente.

Superficie cóncava. Es la superficie lateral de un cono truncado cuya base menor coincide con la superficie horizontal y cuya pendiente es 1:20; la base mayor del cono es un círculo horizontal cuya altura sobre la superficie varía según la categoría de los aeropuertos.

Control de los espacios aéreos. La solución a los problemas de control de tránsito en el espacio aéreo, radica en ubicar los aviones en el tiempo y el espacio; por lo que hay varios tipos de control que existirán de acuerdo con la categoría y ubicación del aeropuerto.

Estos controles son:

- Control de área
- Control de aproximación { control de velocidad
control de espera
- Control de torre { control aéreo
control terrestre

Control de área. Es un control que se realiza hasta alturas de 35 000 a 40 000 fts.; y puede abarcar como en el caso del aeropuerto de la Ciudad de México varios aeropuertos, incluyendo el de Acapulco del cual no podían despegar aviones si no tenían autorización

del centro de control de México.

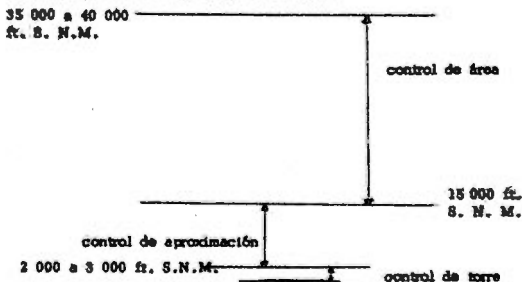
Control de aproximación. Es el control que se restringe a los aviones dentro de un área próxima a un aeropuerto, para que exista seguridad en el espacio aéreo próximo al aeropuerto.

Para esta seguridad se requiere:

Control de velocidad. Con el cual se programa la velocidad de los aviones en la proximidad de un aeropuerto para que el uso de la pista y del espacio aéreo, sea ocupado a diferentes tiempos.

Control de espera. Cuando el control de velocidad es insuficiente, usado en los aeropuertos cuya capacidad no es adecuada o en las horas de máxima afluencia de operaciones.

Control de torre. Comprende un control visual aéreo, el control de los aviones en el aeropuerto y el control de otro tipo de vehículos en pistas y calles de rodaje principalmente.



3.3.2.- Pistas. Las pistas de aeropuertos, son áreas rectangulares alargadas libres de obstáculos, cuya longitud, ancho, rugosidad y resistencia son adecuadas para permitir el aterrizaje y despegue seguro para diversos tipos de aviones bajo diferentes condiciones de tiempo y pilotaje.

Se pueden considerar como características físicas fundamentales de una pista, los siguientes elementos:

- longitud
- ancho
- franja de seguridad
- pendientes
- drenaje
- orientación e identificación
- configuración
- gotas

Longitud. La OACI señala dos métodos para el cálculo de la longitud de pista, considerando el avión crítico:

- longitud básica
- longitud real

Longitud básica. A partir de la longitud de pista señalada por los manuales de cada fabricante para sus aviones en condiciones ideales, alguna de las cuales son:

- a nivel del mar

- atmósfera tipo
- el aire como gas perfecto
- presión atmosférica (1 013.25 milibares = 760 mm Hg)
- temperatura (15° C)
- gradiente térmico de temperatura (-0.0065° C/m hasta —
20 000 m de altura y se vuelve positivo a mayor altitud
+ 0.0010° C)
- pista horizontal
- el avión está cargado a su máxima capacidad

Las especificaciones de la OACI señalan que se debe incrementar — esta longitud en 7% por cada 300 m sobre el nivel del mar. Partiendo de la longitud ya corregida por altitud, se hace la corrección por temperatura considerando un aumento de 1% por cada grado centígrado que la temperatura de referencia (T) del aeropuerto exceda la temperatura tipo (15° C). Donde:

$$T = T_1 + \frac{T_2 - T_1}{3}$$

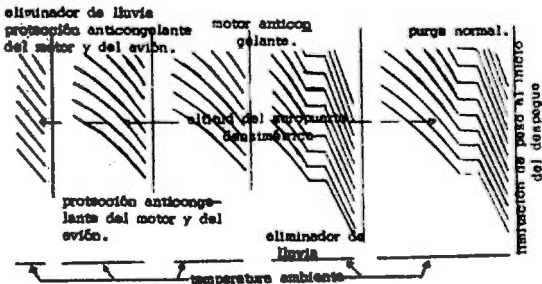
- T_1 es la media mensual de las medias diarias del mes — mas cálido.
- T_2 es la media mensual de las temperaturas diarias máximas del mismo mes.

La longitud ya afectada por los factores de altitud y temperatura será, por último, corregida por efecto de la pendiente longitudinal de

la pista (la OACI acepta hasta un 1% de pendiente efectiva, sin — corrección de la longitud), incrementándola en un 10% por cada 1% que se exceda del permisible. La pendiente efectiva se define como la diferencia en elevaciones entre la cota más alta y la más baja del perfil longitudinal de la pista, dividido entre la longitud de la misma.

Longitud real. Si la suma de las correcciones anteriores excede el 35% se desecha el procedimiento de longitud básica y se deberá calcular la longitud en base a las gráficas y manuales de los fabricantes para cada avión, que toman en cuenta:

- temperatura del aeropuerto
- altitud
- peso del avión
- pendiente efectiva
- viento



Existen además otros factores ajenos a las condiciones prevalientes en el aeropuerto que también tienen influencia en el cálculo de la longitud de pista y que son tomados en cuenta en los manuales de vuelo. De estos factores los más importantes son:

- longitud de viaje
- condiciones encontradas por el avión en su ruta
 - vientos
 - temperatura
 - densidad del aire
- velocidad y altura a la que volará el avión

La longitud de pista requerida en un aeropuerto para un determinado tipo de avión, se sujeta a condiciones de tipo operacional, cuya finalidad es la de proporcionar mayor seguridad en los despegues y aterrizajes. Para el caso de aviones de pistón se utiliza uno de los criterios siguientes; gobernando el que requiere mayor longitud de pista:

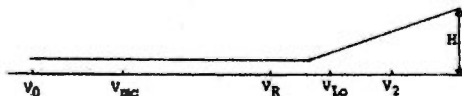
- aterrizajes, suponiendo variaciones normales en las técnicas de aterrizaje.
- despegue con falla de un motor, para este caso debe preverse una longitud suficiente de pista para permitir, ya sea el despegue del avión aun con la falla o el frenado del mismo hasta detenerse totalmente, sin sobrepasar límites de seguridad razonables.

Las dos consideraciones anteriores son igualmente válidas para aviones de turbina; sin embargo, para este tipo de aviones se toma en cuenta un tercer caso.

- despegue con todos los motores, debe tenerse una longitud suficiente para permitir un despegue normal bajo distintas técnicas de operación.

Antes de seguir adelante, es conveniente definir algunos conceptos que ayudarán a mejor comprender los tres casos antes citados.

$$H = \begin{array}{l} 15 \text{ m. (pistón)} \\ 10,5 \text{ m. (turbina)} \end{array}$$



De la figura anterior:

V_0 = en este punto el avión inicia su carrera de despegue

V_{MC} = velocidad mínima de control. A esta velocidad el avión empieza a responder a los controles aerodinámicos.

V_R = velocidad de rotación. El tren de aterrizaje de nariz se separa del terreno, aumentando con ello el ángulo de ataque e incrementándose la sustentación. Esta velocidad se

identifica sólo en aviones de turbina.

V_{LO} = velocidad teórica a la cual el tren de aterrizaje principal se despega del terreno como consecuencia de la nivelación de la fuerza de sustentación con el peso del avión.

V_2 = velocidad mínima de seguridad de ascenso.

Para comparar la falla de motor con el caso de despegue con todos los motores se define una distancia llamada "Distancia de Despeque", la cual debe ser 115% de la distancia a la cual el avión alcanza 10.5 m. de altura. No toda esta "Distancia de despegue" debe estar pavimentada, debido a que las técnicas de pilotaje no llegan a variar al grado de requerir la totalidad de ella. Lo que sí se necesita es que toda esta distancia esté libre de obstáculos, y la distancia no pavimentada de la pista se le conoce como "Zona libre de obstáculos" (CLEARWAY). El eje de esta zona debe coincidir con el eje de la pista pavimentada y su ancho no debe ser menor de 500 fts. La longitud de la zona libre de obstáculos no debe exceder a la mitad de la diferencia entre la "Distancia de despegue" y la distancia a la que se alcanza V_{LO} , incrementada esta última en un 15%.

Cuando se presenta la falla de un motor del avión en la carrera de despegue, se define a la "Distancia de Despegue" como la distancia a la cual el avión alcanza 10.5 m. de altura en el caso de mg

tores de turbina y 15 m. en motores de pistón, sin aplicar el incremento del 15% del caso anterior. En estas circunstancias la zona libre de obstáculos se fija a una longitud tal que no exceda a la mitad de la diferencia entre la "Distancia de Despegue" y la distancia a la que se alcanza V_{LO} .

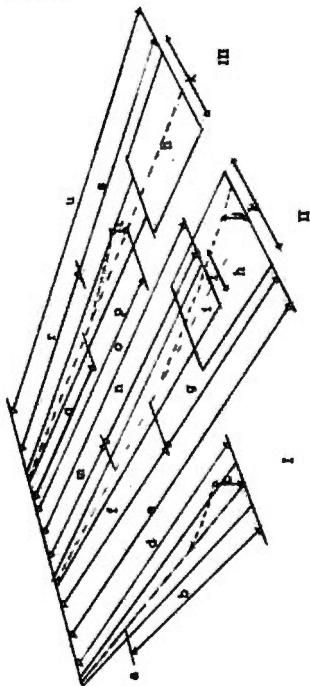
La falla de un motor involucra la introducción de un nuevo concepto: Velocidad de Decisión (V_1). Si la falla del motor ocurre a una velocidad inferior a V_1 , el piloto debe abortar el despegue; la distancia requerida para lograr el alto total del avión, desde el momento de iniciar su carrera de despegue, se conoce como "Distancia de Aceleración Parada".

En el caso de los aviones de turbina, en los que los abortos de despegue son raros, se permite la utilización de una zona que, si bien está pavimentada, no tiene las mismas características de resistencia que el resto de la pista pero es capaz de soportar el peso del avión sin dañar la estructura del mismo. A esta zona se le conoce como zona de parada (STOPWAY). Esto no ocurre con los aviones de pista faja, ya que para ellos se requiere uniformidad de pavimento en toda la pista.

Cuando el avión ha rebasado V_1 , el piloto está obligado a continuar su procedimiento de despegue, aún con la falla del motor.

Cuando la pista tiene una longitud tal que, si la falla ocurre exactamente en V_1 , la distancia de aceleración parada es igual a la distan-

cia de despegue. se dice que se tiene una pista balanceada. Se procura diseñar las pistas con este criterio, pues se obtiene así una mejor longitud de pista.



I.- Aterrizajes

II.- Despegue con falla de motor

III.- Despegue normal

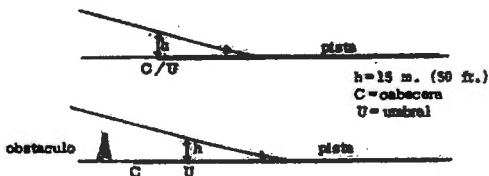
- a) punto de parada
- b) la distancia para parar debe ser 60% de la distancia de aterrizaje (70 % en aeropuertos alternos)
- c) 15 m.
- d) distancia de aterrizaje
- e) distancia de despegue (distancia a la cual el avión alcanza 10.5 m. (35 ft.) turbina, 15.0 m. (50 ft.) pistón)
- f) distancia a la que se alcanza V_{LO}
- g) la zona libre de obstáculos no debe ser mayor que la mitad de esta distancia
- h) zona libre de obstáculos ("clearway")
- i) Zona de parada ("stopway")
- j) 10.5 m. ó 15 m.
- k) d_1 ancho mínimo 152 m. (500 ft.)
- l) d_2 por lo menos del ancho de la pista
- m) distancia hasta V_1
- n) desaceleración hasta par
- o) distancia de aceleración
- p) distancia hasta los 10.5
- q) distancia a la que alcan
- r) 115% de la distancia a V_{LO}
- s) la zona libre de obstáculos mayor que la mitad de esta
- t) 10.5 m.
- u) distancia de despegue (cia a la cual el avión alcanza 35 ft.)

Los aeropuertos son clasificados por la OACI en función de la longitud de sus pistas (bajo condiciones atmosféricas tipo), como sigue:

CATEGORIA	LONGITUD DE PISTA (M)
A	$L \geq 2\ 100$
B	$1\ 500 \leq L \leq 2\ 100$
C	$900 \leq L \leq 1\ 500$
D	$750 \leq L \leq 900$
E	$600 \leq L \leq 750$

La longitud de pista se calcula para despegue y se revisa para aterrizaje, excepto en el caso de algunos aviones como el Cometa.

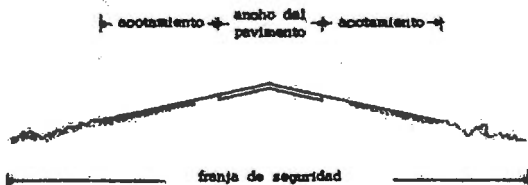
Se suelen utilizar los conceptos "cabecera" y "umbrel" de la pista -- como sinónimos; sin embargo, en algunos casos ambos conceptos representan distintos puntos de la pista. Se conoce como Cabecera - el lugar donde principia el pavimento de la pista y como Umbrel al punto sobre el cual los aviones, al aterrizar, pasan a una altura determinada.



Ancho. Apoyándose en la categorización de los aeropuertos descrita con anterioridad, la OACI recomienda los anchos de pavimentos de las pistas, de la siguiente manera:

CATEGORIA	ANCHO DE PAVIMENTO (M)
A	45
B	45
C	30
D	22,5
E	18

A lo largo de la pista, en las zonas adyacentes al pavimento, se construyen acostamientos formados por suelo con una compactación tal que si un avión, por alguna razón, se sale de la pista, aquel pueda soportar el peso de tal aeronave sin causarle daños estructurales. Por otro lado tienen también la finalidad de evitar que partículas extrañas sean succionadas por las turbinas.



Franja de seguridad. El área de seguridad es una zona que encierra al pavimento de la pista y a los acotamientos, proporcionando — además franjas de terreno libres después de los acotamientos y las cabeceras. Estas áreas de seguridad deben estar relativamente niveladas y libres de obstáculos, siendo además capaces de soportar el movimiento de vehículos en caso de alguna emergencia y en casos extraordinarios de soportar, dentro de ciertos límites, a cualquier — avión, sin que se dañe estructuralmente. Las recomendaciones de la OACI para esta área son las siguientes:

CATEGORIA	ANCHO (M)
A, B y C	150
D y E	80

Es conveniente que un tramo de la franja de seguridad, a partir de las cabeceras, sea especialmente tratado para evitar que sufra erosión por el escape de los gases de las turbinas de los aviones en espera de iniciar su carrera de despegue.

Pendientes longitudinales. La pista, a lo largo de su eje longitudinal, es deseable sea horizontal, pero lograr esto es difícil y costoso por lo que se establecen ciertas holguras. Existen restricciones en dos sentidos: uno es el que se refiere a una buena visibilidad a lo largo de la pista; el otro es el que da distancias mínimas permisibles entre curvas verticales.

Con respecto al primer punto, la OACI establece que debe de haber

una perfecta visibilidad entre dos puntos situados ambos a una cota de 3,0 m. sobre el terreno, localizados a lo largo de cuando menos la mitad de la longitud total de la pista. Lo anterior es válido para pistas A, B y C; para pistas D y E, la altura de los puntos sobre el terreno se reduce a 2.15 m.

Debido a las altas velocidades desarrolladas en la pista por los aviones actuales, es prohibitivo tener cambios de pendiente abruptos y frecuentes a lo largo de la misma, ya que éstos dañan a la estructura de los aviones y afecta sus características operacionales. Esto también daña a los pavimentos, pues la estructura de los mismos no es totalmente elástica y necesariamente, a partir de cierto número de aplicaciones de cargas, se presentan deformaciones permanentes que se observan como hundimientos a lo largo de la pista. Los valores permitidos por la OACI para los conceptos anteriores, en función del tipo de aeropuerto, se muestran en la table siguiente:

CATEGORIA AEROPUERTO	MAX. CAMBIO DE LA PENDIENTE	CAMBIO DE LA PEND. POR CADA 100' (30 m)
A	1.5%	0.1%
B	1.3%	0.1%
C	1.5%	0.2%
D	2.0%	0.4%
E	2.0%	0.4%

Drenaje. En cualquier estructura destinada al transporte, es importante disponer de instalaciones adecuadas para drenar eficazmente el agua que se acumula en ellas; estas instalaciones se diseñan para desalojar el agua en un tiempo determinado, el cual fluctúa dentro de un rango prefijado. Este tiempo, en el caso de pistas, se reduce considerablemente debido a los graves daños que pueden ocasionar. Estos daños no solo involucran al propio pavimento de la pista, sino que afectan también a la estructura del avión y disminuyen la seguridad en las operaciones: esto último es propiciado por la textura rasbaladiza que adopta el pavimento, lo que disminuye la eficiencia de los frenos en las operaciones de aterrizaje y crea una fuerza resistente al avance del avión en los despegues.

Estudios llevados a cabo por la FAA, conjuntamente con la NASA, - han determinado que el tirante de agua en la pista no debe exceder a $1/2$ " (13 mm.) cuando se tengan operaciones de aviones de turbina; a partir de un tirante de $1/4$ " (6.5 mm.) debe reducirse el peso de despegue para compensar la fuerza resistente creada por el agua.

Cuando el avión rueda sobre una pista encharcada se presenta el fenómeno conocido como "hidroplaneo", consistente éste en el hecho de que las llantas pierden su adherencia con el pavimento provocándose con ello la pérdida total del control de la aeronave.

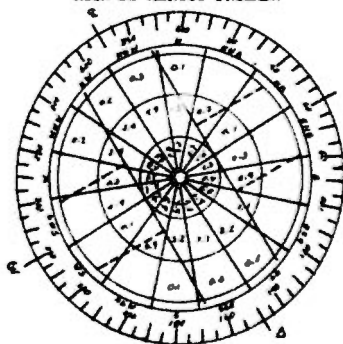
Con el objeto de desalojar rápidamente el agua de la pista, ésta se

diseña con una pendiente transversal adecuada; esta pendiente no - debe exceder ciertos límites establecidos.

CATEGORIA	MAX. PEND. TRANSVERSAL
A	1.5%
B	1.5%
C	1.5%
D	2.0%
E	2.0%

Orientación e Identificación. No puede pensarse en el diseño de - una pista sin tomar en cuenta la dirección e intensidad de los vientos. Para estudiar los efectos del viento en las pistas, se le descompone en dos componentes: Componente Directa y Componente Normal. La primera tiene la misma dirección que el eje de la pista y como se procura que los aviones operen en sentido opuesto a dicha componente, no se suele tomar en consideración por resultar - benéfica a las operaciones. Por el contrario, la componente normal, cuya dirección es perpendicular al eje de la pista, es perjudicial y crea serios peligros en las operaciones de los aviones: por - ésto, los fabricantes de aviones especifican un valor máximo a esta componente. Se procura ubicar las pistas de manera tal que la - componente normal afecte lo menos posible a las operaciones, por - lo que se lleva a cabo un estudio apoyándose en la "Rosa de los - Vientos".

ROSA DE VIENTOS CRUZADA



Se establece que las pistas deben estar orientadas de tal manera -- que por lo menos durante el 95 % del tiempo de operación, los aviones puedan usarlas con la componente normal del viento, sin exceder éste 15 millas por hora; para aeropuertos utilizados por aviones más pequeños, el valor de la componente normal se reduce a 11.5-millas por hora. La OACI fija valores para la componente normal de la siguiente forma:

CATEGORIA	VELOCIDAD
A	23.0 mph
B	23.0 mph
C	15.0 mph
D	11.5 mph
E	11.5 mph

Este criterio del 95% es aplicable para todo tipo de condiciones meteorológicas. Sin embargo, es útil analizar los datos de viento con respecto a los techos y visibilidades.

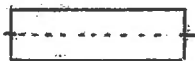
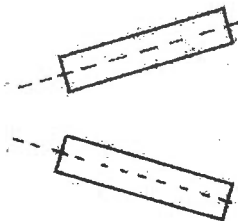
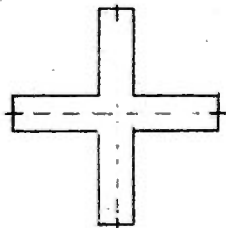
A las pistas se les identifica con un número formado por dos dígitos de acuerdo a su orientación y obtenido de la siguiente manera:

Se observa el Azimut de la dirección deseada, al que se le elimina la fracción de grado, se le aproxima a los 10° próximos y se elimina el último cero; cuando el azimut es menor de 100°, este cero es transferido al primer término. Cuando se tienen dos pistas paralelas, el número de identificación va seguido de la letra "I" o "D", según sea izquierda o derecha. Pero el caso de tres pistas, a la central se le identifica "C". Cuando se tengan cuatro pistas paralelas, las dos interiores reciben las letras "D e I", en tanto que a las extremas se les nombra con "DD" e "II".

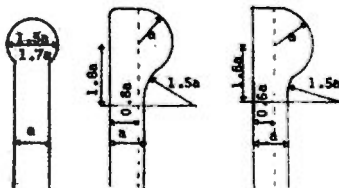
Configuración. En general, una configuración de pistas debe estar estructurada de tal forma que:

- Proporcione separación suficiente en el patrón de tránsito aéreo.
- Cause el mínimo de interferencia y demoras en las operaciones de aterrizaje, despegue y rodajes.
- Proporcione la distancia más corta posible entre el edificio terminal y los extremos de las pistas.

Estas configuraciones pueden ser de la siguiente manera:

**PISTA SIMPLE****PISTAS PARALELAS****PISTAS INTERSECTADAS****PISTAS EN "V"**

Gotas. Son ensanchamientos de las cabezas de pistas; en los aeropuertos de tráfico interior a 10 operaciones/hora puede prescindirse, en la mayoría de los casos, de las calles de rodaje, teniendo entonces el avión que circular por las pistas y girar al extremo de ellas para colocarse en posición de despegue. Son entonces necesarios, en los referidos extremos, ensanchamientos que faciliten la operación, que pueden ser de forma circular, con diámetro de 1.5 a 1.7 veces la anchura de la pista, o bien desarrollando, el ensanchamiento solamente por la parte derecha del extremo (por ser más fácil el giro a izquierda para el tripulante). Este ensanchamiento debe estar sujeto a unas dimensiones mínimas especificadas en las figuras siguientes, se recomienda que la pendiente en estas zonas no sea mayor del 1%.



$$a = 30 \text{ m.}$$

$$a = 40 \text{ m.}$$

$$a = 40 \text{ m.}$$

$$a = 55 \text{ m.}$$

3.3.3.- Calles de Rodaje. La principal función de las calles de rodaje es la de conectar a las pistas con el edificio terminal y las zonas de servicio y mantenimiento de las aeronaves.

Las calles de rodaje deberán estar diseñadas de manera que los aviones que están haciendo uso de las pistas en sus maniobras de aterrizaje, puedan abandonarlas sin interferir con las aeronaves que se desplazan a los extremos de las mismas para iniciar su despegue. Se deberán prever calles de rodaje paralelas en aquellos aeropuertos que, por su gran demanda, tengan desplazándose aeronaves en ambos sentidos sobre dichas calles. Se procurará también distribuir las calles de rodaje de manera que la distancia recorrida por los aviones entre las pistas y el edificio terminal sea mínima. Desde el punto de vista de la pista, las calles de rodaje se clasifican en:

- calles de rodaje de entrada
- calles de rodaje de salida

Las calles de rodaje entroncan generalmente con la pista en la cabecera y/o en el umbral de la misma cuando éste se desplace. El ángulo formado entre pista y calle de rodaje es comúnmente, en este caso de 90°.

La función de las calles de rodaje de salida es la de minimizar el tiempo de permanencia en las pistas de los aviones que aterrizan. Este tipo de calles de rodaje son siempre indispensables, no así --

las de entrada que pueden ser sustituidas por éstas, cuando la demanda no las justifique.

Existen tres tipos básicos de calles de rodaje de salida según el criterio de la FAA:

- Salidas en ángulo recto. Son todas aquellas cuyo eje forma un ángulo de entre 60° y 170° , con el eje de la pista medido con respecto a la dirección de aterrizaje.
- Salida en ángulo oblicuo. Son aquellas que forman un ángulo de 31° a 59° ; también medidos con respecto a la dirección de aterrizaje.
- Salidas de alta velocidad. Se considera a aquella en la cual los aviones pueden abandonar la pista a una velocidad hasta de 60 millas por hora; sin embargo se ha visto que este valor es poco realista y se ha estimado un valor de 30 millas por hora como más representativo. El ángulo entre el eje de la pista y la tangente del inicio de la calle de rodaje varía entre 10° y 30° . Debido a las funciones que cumplen este tipo de salidas, se hace necesario diseñar las como una curva compuesta, ésto es, con una curva inicial de mayor radio de curvatura con objeto de suavizar la salida. Además se le proporciona un ensanchamiento en el tramo inicial que va gradualmente reduciéndose hasta alcanzar el ancho normal de la calle de rodaje.

La distancia del umbral a las calles de rodaje, varía con el peso de los aviones y tamaño, así tenemos que la mayor distancia sería para un 707, y la menor para avionetas.

El problema de varias calles de rodaje paralelas, se decide en función de un estudio económico en que intervenga la capacidad del aeropuerto.

La localización de las rodajes de salida depende primordialmente de

- el tipo predominante de aviones que usan la pista
- la velocidad de aproximación y de toque de ruedas
- la velocidad de salida
- del número de salidas
- de la desaceleración, que a su vez depende de las condiciones de la superficie.

Para localizar las salidas, el factor más difícil de evaluar es el relativo a la variabilidad entre los pilotos en la técnica de aterrizaje, principalmente en lo que respecta a la magnitud de la fuerza de frenado empleada y a la distancia entre el umbral y el punto de toque de ruedas. La localización de las salidas también se ve influenciada por la ubicación del edificio terminal con respecto a las pistas. En algunas ocasiones y como parte integrante de las calles de rodaje de entrada, en aeropuertos que por su demanda así lo requieran, se construyan ZONAS DE ESPERA ubicadas en las inmediaciones del extremo de las pistas. Estas áreas son ampliaciones de las ca -

lles, cuya finalidad es la de permitir el estacionamiento de un avión en espera de la autorización para utilizar la pista y, al mismo tiempo, no obstaculizar las operaciones de los aviones que le siguen en caso de que por alguna razón demore su despegue.

Las características de las calles de rodaje tales como pendientes, anchos, curvas verticales y distancias de visibilidad, están menos restringidas que en las pistas debido a que las velocidades de los aviones en las primeras son considerablemente menores.

Dado que las calles de rodaje no se ven influenciadas directamente por la longitud de la pista sino más bien por la geometría del avión y su capacidad de maniobrabilidad en el terreno, las características de las calles de rodaje, según criterio de la FAA, se basan en el tipo de avión que vaya a transitar por ella.

Para ésto, la FAA hace una clasificación de los diferentes tipos de aviones de turbina:

GRUPO	AVIONES TIPO
I	Boeing 727-100, 737-100 y 200, DC-9-10, 30 y 40, BMC-111, - F. 38.
II	Boeing 707, 720, 727-200, DC-8, DC-10, L-1011, A-300.
III	Boeing 747.
IV	Aviones futuros.

La clasificación anterior se basa básicamente en la envergadura, la huella y la base de los aviones, como lo indica la tabla siguiente:

	I	II	III
Envergadura	hasta 120' (36 m)	hasta 167' (51 m)	hasta 200' (61 m)
Huella	hasta 30' (9 m)	hasta 41' (12 m)	hasta 41' (12 m)
Base	hasta 60' (18 m)	hasta 87' (26 m)	hasta 87' (26 m)

La OACI da recomendaciones para el diseño de las calles de rodaje - en atención a la categoría del aeropuerto, basada esta categorización en la longitud de pista básica.

Ancho de las calles de rodaje. La sección transversal de una calle de rodaje es similar a la de una pista: así pues, está formada - por el ancho del pavimento, los acotamientos adyacentes y la franja de seguridad.

La FAA da valores a las tres componentes de la sección transversal:

TIPO DE AVION	ANCHO DEL PAVIMENTO	ANCHO DEL ACOTAMIENTO	ANCHO DEL AREA DE SEGURIDAD
I	50' (15 m)	20' (6.0 m)	110' (33 m)
II	75' (23 m)	25' (7.5 m)	165' (50 m)
III	75' (23 m)	35' (10.0 m)	200' (61 m)

Respecto a lo anterior, la OACI únicamente da valores para el ancho del pavimento, en función de la clasificación por longitud de pista básica:

AEROPUERTO	ANCHO
A	75' (23 m)
B	75' (23 m)
C	50' (16 m)
D	33' (10 m)
E	25' (7.5 m)

Pendientes transversales. Las pendientes transversales en las calles de rodaje tienen la función de permitir el drenaje superficial de las aguas aportadas por las precipitaciones pluviales.

Son dos los valores dados por la FAA para pendientes transversales máximas, el uno para el pavimento y el otro para el área de seguridad: estos valores son de 2% y 3%, respectivamente, e iguales para los tres tipos de aviones.

La OACI, por su parte, solo da valores para pendientes máximas en pavimentos, estas son 1.5% para aeropuertos A, B o C y de 2% para D o E.

Pendientes longitudinales. Como en el caso de las pistas, el número de cambios en el perfil longitudinal está limitado por la distancia de visibilidad y la distancia mínima entre curvas verticales. -
Con respecto a la distancia de visibilidad, la OACI establece que la superficie de las calles de rodaje debe ser vista a lo largo de 1 000', desde un punto situado a 10', sobre la superficie de la misma, en aeropuertos de las categorías A, B y C. Estos valores son

de 830' y 7', para aeropuertos D y E.

La pendiente longitudinal máxima permisible por la FAA es de 1.5% para los tres tipos de aviones. La OACI acepta 1.5% en aeropuertos A y B y 3% para aeropuertos C, D y E.

3.3.4.- Plataforma. La plataforma es un área especialmente dispuesta para las maniobras de acceso al avión y abandono del mismo por los pasajeros, carga y descarga de equipajes, correo en general, aprovisionamiento de combustible, aceites y otros servicios al avión tales como limpieza, servicios de cabina (comisariato), unidades de potencia auxiliar, tractores de remolque, etc. En consecuencia, - las plataformas deberán tener el tamaño suficiente para permitir las maniobras antes mencionadas, así como para facilitar la libre circulación de otras aeronaves. El espacio requerido por cada aeronave en la plataforma variará en función del tipo de la misma, del número de servicios que se le proporcionen, de los criterios seguidos - por cada línea aérea y del modo de estacionamiento que se emplea. Existen cinco modos de estacionamiento:

- Proa hacia adentro. En este modo el eje longitudinal - del avión queda perpendicular al edificio terminal, con la - proa lo más cerca posible al mismo. Las ventajas de esta manera de estacionamiento son: El avión se estaciona impulsado por sus propios motores; el escape de gases de la turbina no está dirigido hacia el edificio; se tienen bajos nive-

les de ruido en el edificio terminal; se ocupa la mínima longitud de fachada debido a que generalmente la convergencia de los aviones es menor a su longitud. La desventaja principal de este modo de estacionamiento es que el avión tiene que ser empujado en muchas ocasiones, una distancia relativamente grande para ser sacado de la posición.

- Proa hacia afuera. De este modo el eje longitudinal del avión queda perpendicular al edificio terminal con la proa hacia el mismo. Como en el caso anterior, se ocupa la longitud mínima de fachada del edificio terminal, a lo que hay que agregar, como ventaja, la mayor facilidad que tiene el avión para abandonar la posición. Por otra parte, como gran desventaja, el escape de gases va dirigido siempre, al abandonar la aeronave su posición, hacia el edificio terminal creándose también un alto nivel de ruido.

- Proa en diagonal hacia adentro. Este caso es similar al de proa hacia adentro, excepto porque el eje longitudinal del avión no es perpendicular al edificio terminal. Esta es una colocación que pudiera no requerir del uso de equipo adicional de empuje o remolque para entrar o salir de la posición. Al salir, si lo hace con sus propios motores, requiere de mucha potencia debido a que tiene que girar, provocando un incremento en el nivel de ruido; además se requiere -

de mayor longitud de fachada.

- Proa en diagonal hacia afuera. El eje longitudinal del avión no es perpendicular al edificio y la popa queda más próxima al mismo. Como en el caso anterior, no requiere del uso de equipo de arresre para entrar o salir de la posición. Cuando el avión sale de la posición, el chorro de las turbinas, aunque de manera indirecta, es dirigido hacia el edificio; se requiere además de mayor longitud de fachada que en los dos primeros casos.

- Paralelo. En este modo de acomodar el avión, el eje longitudinal del mismo es paralelo al edificio terminal, lo grandose con ello la ventaja de tener todas las puertas de un lado del avión dispuestas a la misma distancia del edificio; además el escape de gases de la turbina y el ruido producido por éstas es minimizado, ya que no se tienen maniobras de giro bruscos. Esto es, sin embargo, la colocación de la aeronave que ocupa la mayor longitud de fachada; otra desventaja es que el chorro de la turbina está dirigido, con frecuencia, a otros aviones, a equipo de rampa o a pasajeros y personal.

Sea cual fuere el modo de estacionamiento puesto en práctica, siempre se debe proporcionar el máximo de comodidad a los pasajeros, facilitar las maniobras de carga y descarga del avión, agilizar la --



edificio terminal

proa hacia adentro



edificio terminal

proa hacia afuera



edificio terminal

paralelo



edificio terminal

proa en diagonal
hacia adentro



edificio terminal

proa en diagonal
hacia afuera

MODOS DE ESTACIONAMIENTO DE LAS AERONAVES

circulación de los aviones en la plataforma, procurando lograr todo esto al menor costo posible.

Es necesario considerar en una plataforma la fácil circulación de los aviones hacia o desde las posiciones. Cuando se tiene una configuración de Dedos y si estos están dispuestos paralelamente, queda un "corredor" entre dos dedos, por el que los aviones tienen acceso a las posiciones; la separación entre ellos depende de su propia longitud. Así, se considera que si el número de posiciones a las que se llega por el corredor, es de 10 a 12, el corredor puede tener el ancho suficiente para dar paso a un solo avión; si el número de posiciones se incrementa, debe pensarse en una separación mayor para poder dar paso a dos aviones simultáneamente, con el objeto de evitar excesivas demoras.

Para un diseño definitivo de las posiciones, debe contarse con datos relativos a los espacios requeridos por cada tipo de avión en sus diferentes maniobras en la plataforma y el tiempo que el avión va a usar la posición. Para un dimensionamiento preliminar de la plataforma pueden suponerse los siguientes diámetros, en función del tipo de avión, entre centros de posiciones:

B-747	78 m
DC-10, L-1011 y A-300	65 m
B-707, DC-8 y VC-10	58 m
B-737 y DC-9	47 m

Debido a la mutua dependencia existente entre la plataforma y el edificio terminal, es comprensible que sus formas estén influenciadas por las características de ambas.

Quando el avión opera en la plataforma estacionado en un solo lugar en donde recibe todos los servicios que requiere, es abordado o abandonado por los pasajeros así como cargado y descargado, se dice que está operando de manera estacionaria. Existe otra manera de operar en la plataforma denominada procesional. En este caso el avión llega a un lugar para descargar pasajeros y equipaje; en un segundo lugar desaloja la carga; carga combustible y recibe mantenimiento en un tercer sitio y por último, en otro lugar, es cargado y recibe pasajeros y equipaje. El método procesional se emplea principalmente con aviones de gran capacidad y en vuelos de paroma, pues dado su gran tamaño requieren de mucho equipo para cada una de sus operaciones en plataforma. Esto hace que, si todas las maniobras se llevan a cabo en la posición, exista un aglomeramiento de equipo alrededor del avión, requiriéndose de más tiempo para realizar cada una de las actividades necesarias.

El tamaño de la plataforma depende del número de posiciones necesarias, el cual se basa en la cantidad y tipo de aviones que se espera tener en un momento determinado, así como en el tiempo estimado de utilización de dicha posición por cada avión. El tiempo de utilización es función del tamaño del avión y de si éste está en

Tránsito o si requiere de reaprovisionamiento de combustible y de servicio de cabina, lo que generalmente absorbe más tiempo que cualquier otra actividad llevada a cabo durante la permanencia del avión en la posición. Debe tomarse en cuenta que ninguna posición en plataforma puede usarse el 100 % del tiempo debido a que las maniobras de un avión al llegar o al salir de una posición, entorpecen -- las maniobras de alguna otra aeronave en una posición vecina.

El número de posiciones debe fijarse tomando en cuenta el volumen de la demanda y el porcentaje de cada tipo de avión que utilizará -- la plataforma, pues una posición diseñada para un avión de cierto tamaño puede llegar a ser utilizada por otro más pequeño; pero el -- caso inverso no es factible. El tamaño de la posición es difícil -- de evaluar debido a que depende mucho de los criterios adoptados -- para el aeropuerto así como por cada línea aérea. Sin embargo, -- es necesario fijar la manera en que se estacionarán los aviones en las posiciones, con respecto al edificio terminal.

3.3.5.- Edificio terminal. El edificio terminal de un aeropuerto es, relativamente un nuevo tipo de construcción. Se ha desarrollado como una respuesta a las crecientes necesidades de una sociedad dinámica. Con el continuo incremento de pasajeros, el edificio terminal tiene que ser un sistema que evolucione con el tiempo generalmente de gran complejidad y cuyos problemas están en el -- rango de una nueva ciudad.

El dimensionamiento de los elementos que constituyen el edificio —
terrestre, se basa en los pronósticos de flujo de pasajeros, equipaje y carga, así como de los sistemas complementarios que requieren un espacio en el mismo.

El edificio va a estar limitado por exigencias aeronáuticas (proximidad a las pistas), terrestres (fácil acceso), y cercanía a la Ciudad.

Los edificios se pueden clasificar de acuerdo con la forma en que proporcionan los servicios en:

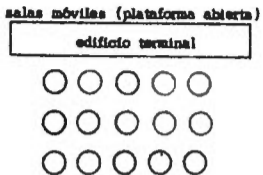
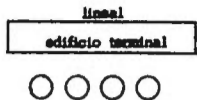
- Centralizado. Todos los servicios se encuentran en un edificio, servicio para vuelos nacionales, internacionales, — públicos.
- Descentralizado. Existen clasificaciones de compañías y de servicios en edificios totalmente independientes.

Los tipos de configuraciones básicas que puede adoptar el edificio terminal en relación con la plataforma son:

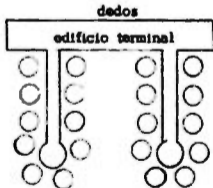
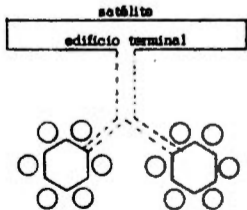
- Lineal
- Dedos
- Satélite
- Bajas móviles

Un aeropuerto puede estar formado por una o por combinaciones de ellos. Estas cuatro configuraciones han evolucionado con el tiempo.

- Configuración Lineal. El desarrollo de esta configura —



CONFIGURACIONES BASICAS DE PLATAFORMAS



ración es una extensión del concepto más simple y antiguo del edificio terminal: una construcción única que alberga a todos los servicios propios de la terminal y con los aviones estacionados directa o inmediatamente al frente del edificio, originando la plataforma conocida como frontal. Esta configuración tiene la ventaja de que cuando requiere ser expandida, ésta se hace linealmente sin afectar las operaciones en el área existente de la terminal. En su forma más simple, la configuración lineal no propicia la existencia de salas de espera comunes a más de dos posiciones de plataforma. — Ejemplos de aeropuertos con esta configuración son los de: Dallas-Fort Worth, Orly Sud y Kansas City International Airport y en nuestro país: La Paz, Manzanillo, Puerto Vallarta, Zihuatanejo y Cancún.

- Configuración de Dedos. Es, cronológicamente hablando posterior al sistema lineal. Originalmente surgió como una solución para incrementar el número de posiciones en la plataforma de un edificio terminal único. Sin embargo presenta serias desventajas con respecto a la poca flexibilidad que tiene para futuras ampliaciones, salvo incrementando la distancia de tránsito de pasajero; esta limitación es extensiva a la plataforma y a las calles de rodaje localizadas entre los dedos. Esto hace necesario el tomar en consideración

las ampliaciones futuras a esta configuración en la planeación inicial del aeropuerto: de no ser así, la única solución posible es la de prolongar el edificio terminal para incrementar así el número de dedos, solución que, por otro lado, resulta muy costosa. En esta configuración es factible tener salas de espera comunes y varias posiciones. Los aeropuertos de Orly Ouest, Heathrow y O'Hare; en México: Guadalajara, Mérida y Tijuana presentan esta configuración.

- Configuración de Satélites. La idea que originó esta configuración fue la de aumentar la maniobrabilidad de las aeronaves en la plataforma, colocando los pasillos de acceso a los satélites bajo la misma. Usualmente existe un edificio central en el que se realizan los trámites inherentes al vuelo por los pasajeros. La diferencia más importante entre la configuración de satélites y la de dedos, estriba en que en la primera algunas funciones de la terminal principal pueden ser llevadas a cabo en el satélite. Al concentrarse los aviones alrededor de núcleos, éstos pueden compartir más fácilmente los equipos auxiliares necesarios en la plataforma, pero tiene la limitación de la poca flexibilidad que presenta esta configuración en caso de futuras ampliaciones. Configuraciones de este tipo se presentan en los aeropuertos Charles de Gaulle (París), Los Angeles International Airport

y Houston Interoontinental Airport.

- Configuración de Salas Móviles. A esta configuración se le llegó a conocer como Método Europeo. En América el primer ejemplo puro de esta configuración se presenta en el Dulles International Airport de la ciudad de Washington, posteriormente el nuevo de Montreal, llamado Mirabel, el de -- Acapulco y en algunos casos en la Ciudad de México. En esta configuración el enlace entre el avión y el edificio terminal se lleva a cabo mediante camiones o Salas Móviles, utilizando el concepto de lo que se denomina Sistema de Plataforma Abierta. Las Salas Móviles aparecieron posteriormente a los camiones como un refinamiento de éstos, pues además de proporcionar mayores comodidades al viajero, evitan el uso de escaleras y la pérdida de espacio que ellas ocasionan; además reducen el tiempo de abordaje de los pasajeros al avión, al elevarlos al nivel de la puerta del mismo y ofrecen protección contra el intemperismo. Otra ventaja de este sistema es su gran flexibilidad para servir a aerolíneas de cualquier tamaño así como proporcionar soluciones económicas a corto plazo para atender incrementos temporales en la demanda, evitando gastos mayores en construcciones definitivas. En esta configuración se simplifican las operaciones en la plataforma al no hacerse necesario aproximar el --

avión al edificio terminal.

Existen tres maneras de conectar el avión con el edificio terminal, con respecto al pasajero:

- usando vehículos como elementos de conexión
- caminando el pasajero sobre estructuras de conexión
- caminando el pasajero sobre la plataforma.

El uso específico de uno de los tres sistemas mencionados, depende del esquema de las posiciones (lineal, dedos, etc.) y de la manera en que se estacionan los aviones en las mismas. El primero de ellos, empleando vehículos, es principalmente aplicable al esquema de Plataforma Abierta.

El vehículo empleado para el traslado de los pasajeros desde el edificio hasta el avión puede ser un autobús o una sala móvil; sin embargo hay que considerar que en el caso de autobuses el pasajero aborda el avión a nivel de plataforma y tiene que subir por la escalera del mismo, mientras que con las salas móviles se tiene flexibilidad en el sentido vertical. Obviamente existe una considerable diferencia entre el costo de uno y otro transporte.

Las estructuras de conexión pueden ser puentes o pasillos telescópicos. Los primeros conectan al edificio con una puerta del avión, - cuando ésta se acerca lo suficiente al mismo. Los pasillos telescópicos son más flexibles que los puentes pues pueden alargarse o acortarse según convenga, así como elevarlos o bajarlos para aco-

plarse a la puerta de cualquier tipo de aeronave. Las estructuras de conexión, en general, pueden emplearse cualesquiera que sea el modo de estacionamiento del avión y el esquema de las posiciones, a excepción de la Plataforma Abierta.

El tercer método, caminando sobre la posición, puede ser empleado independientemente del esquema y del sistema de estacionamiento utilizado, pero tiene el inconveniente de que, cuando el número de posiciones es grande, crea un movimiento intenso de pasajeros en la plataforma y además se origina siempre un riesgo potencial de accidentes. Por otro lado este método no protege al pasajero del intemperismo.

Las principales zonas del edificio terminal son:

- andenes de llegada
- vestíbulo
- salas de espera
- zona de manejo de equipaje
- zona de manejo de carga
- oficinas para las líneas aéreas
- oficinas para dependencias gubernamentales
- oficinas para la administración del aeropuerto.

El primer contacto del viajero con el edificio terminal se efectúa en los andenes de llegada. En muchos aeropuertos, éstos andenes funcionan indistintamente para llegadas y salidas de pasajeros; en otros, estos andenes se encuentran separados en dos niveles.

El vestíbulo es un elemento del edificio terminal que agrupa diversos servicios.

- mostradores de las líneas aéreas,
- servicios de información del aeropuerto,
- servicios sanitarios,
- cafeterías, restaurantes y bares,
- tabaquerías, venta de publicaciones y periódicos,
- cines y teatros (zona de espera),
- seguros,
- renta de automóviles,
- bancos, cambio de moneda,
- peluquerías y salones de belleza,
- reservación de hoteles,
- farmacias,
- guarderías,
- servicios médicos,
- hoteles,
- tiendas
- teléfonos públicos,
- casilleros para resguardo de equipaje.

En algunos casos se cuenta con miradores, cuyos accesos parten — del vestíbulo.

Estas instalaciones son importantes ya, que para que un aeropuerto

para ser autosuficiente necesita obtener un 60% del total de ingresos brutos del edificio, dado que los ingresos del aeropuerto son de dos tipos:

- rentas aeronáuticas. Las que corresponden directamente de los servicios del avión, (pistas, hangares, combustible, etc.)
- rentas no aeronáuticas. Las que no dependen directamente del empleo de los aviones, renta de locales, servicios, — estacionamientos, etc., (de estas rentas es de donde se debe obtener el 60% para autosuficiencia).

Una vez que el pasajero ha cumplido con los trámites inherentes a su vuelo, es enviado a través de pasillos ya sea a salas de espera o al avión directamente. Esencialmente existen dos tipos de tránsito en los pasillos: el de pasajeros que desembarcan de un avión y el de aquellos que se dirigen a abordarlo. El proceso de abordaje de un avión se lleva a cabo mediante un flujo gradual de pasajeros que normalmente requieren de una sala de espera para absorverlos hasta que el avión esté en condiciones de ser abordado: — esta operación en raras ocasiones provoca congestionamientos en los pasillos. No podemos decir lo mismo del proceso de desembarco, ya que en este caso tienen que ser desalojados por los pasillos la totalidad de los ocupantes de un avión en un intervalo de tiempo — breve. Un problema que ha cobrado importancia en los últimos —

años es el relativo a los atentados a las aeronaves: esto ha obligado al establecimiento de más rigurosas medidas de seguridad tales como la instalación de aparatos electrónicos de detección de armas, generalmente localizados a lo largo de los pasillos.

Una terminal aérea puede tener una sala de espera por cada avión o una sala de espera común a varios aviones. En el primer caso — será quizás ésta la única zona pública del aeropuerto que no será afectada por el incremento en las operaciones de los aviones, ya que su tamaño dependerá directamente de las características del avión al que servirá. El diseño de una sala de espera común es más complejo; para ello deberá estudiarse el número y tipo de aviones a los que atenderá la sala en un momento dado, con el objeto de determinar el número de pasajeros que concurrirán a ella en ese instante.

El manejo del equipaje, consiste en operaciones de recepción, clasificación y distribución, también requiere de una cierta zona, la cual se puede dividir en tres sectores: de embarque, desembarque y reclamo de equipaje. Es conveniente disponer del espacio necesario en estos sectores, para la instalación del equipo adecuado para el traslado del equipaje hacia o desde el avión, así como para el reclamo del mismo, hecho directamente por el pasajero. La eficacia con que sea manejado el equipaje dependerá del equipo usado para tal fin: remolques jalados manual o mecánicamente, bandas transpor-

tadoras, etc.

En algunos aeropuertos la carga aérea (incluyendo el correo aéreo) es manejada junto con el equipaje de los pasajeros. En los grandes aeropuertos, donde el volumen de carga que se maneja es elevado, se dispone de una terminal de carga independiente de la terminal de pasajeros pero formando parte integrante de ella. Con el objeto de que el tiempo en tierra de los aviones de gran capacidad (Boeing 747, McDonnell Douglas DC-10, Lockheed L-1011, etc.) sea competitivo con los tiempos en tierra de aviones de menor tamaño, se hace necesario agilizar el manejo de la carga aérea; una ayuda para lograr este fin representa lo que en inglés se conoce como "CONTAINERS", elementos éstos que agrupan una cierta cantidad de carga para manejarla como un todo, evitando así el manejo caótico de piezas individuales y disminuyendo con ello los daños y las pérdidas del equipaje y de la carga. Debe de asignarse un espacio suficiente en la terminal de carga o en la zona dispuesta para el manejo de la misma, para el acomodo de dichos "containers".

Las líneas aéreas, además de las instalaciones visibles al público con las que cuenta, requieren también de espacios para las tripulaciones de sus vuelos así como para el personal empleado de los mismos. Estas instalaciones deberán ser lo suficientemente amplias como para cubrir satisfactoriamente las necesidades particulares de cada línea aérea.

El aeropuerto también deberá contar con oficinas para dependencias gubernamentales que guarden relación con el funcionamiento del mismo (migración, aduanas, sanidad, sala de recepción oficial, etc.). En aeropuertos de importancia es necesario disponer de una sala para los servicios de prensa e información.

Elemento indispensable entre los edificios del esquema del aeropuerto, lo constituye la Torre de Control, desde donde se maneja el tránsito aéreo de las inmediaciones del aeropuerto y el movimiento de las aeronaves en tierra.

Las autoridades administrativas del aeropuerto obviamente requieren también de su propia área de oficinas. Es indispensable, además que al planear el edificio terminal se tomen en consideración instalaciones para los servicios médicos de emergencia y extinción de incendios.

Dentro del edificio pueden alojarse otras áreas como la casa de máquinas, subestaciones; que se describirán en el renglón de instalaciones complementarias.

3.3.6.- Estacionamiento y vías de acceso. Tomando siempre en consideración el hecho de que lo que este sistema de transporte vea de es velocidad, reduciendo tiempo de viaje en comparación con otros medios de comunicación, el sistema estacionamientos y vías de acceso deberá también ser concebido para cumplir con dicho objetivo.

Las instalaciones necesarias para satisfacer la demanda de estacionamiento de vehículos ha cobrado en importancia en los aeropuertos modernos, que ha llegado a ser un aspecto fundamental en la planeación del aeropuerto. Un objetivo, al localizar los estacionamientos debe ser el de minimizar la distancia que el usuario ha de recorrer a pie. Las características y volumen de los usuarios juegan un papel importante en la planeación de los estacionamientos; existen diferentes tipos de usuarios en función de la razón de su estancia en el aeropuerto, por ejemplo: pasajeros y acompañantes, visitantes del aeropuerto, trabajadores del mismo, tripulaciones, agencias de rentas de automóviles, etc.

En ocasiones es conveniente instalar estacionamientos alejados de la terminal aérea, lo que hace necesario instalar algún medio de transporte que lo vincule rápida y cómodamente con el edificio terminal. Estos medios de transporte, que son también utilizados para comunicar diferentes puntos de la terminal, van desde autobuses hasta medios más sofisticados que pueden ser cabinas colgadas de un riel manejadas a control remoto y que une un estacionamiento distante con el edificio terminal, como en el caso del aeropuerto de Dallas, Tex.

En el aeropuerto regional de Dallas-Fort Worth se ha instalado un sistema de vehículos para 60 personas cada uno, que se mueven sobre guías de concreto y son manejados por computadora; con sistemas similares, aunque subterráneos, cuentan otros aeropuertos ta-

les como el de Houston, Tex.; Seattle, Tacoma, Wash.; Tampa, Fla. y Hamburg-Kaltenkirchen en Alemania.

El acceso al aeropuerto es un aspecto importante a considerar en el diseño del mismo. El tiempo, la distancia y como consecuencia el costo del trayecto son las tres variables que afectan la viabilidad económica de las vías de acceso. Para mantener estas variables en un mínimo, es deseable que el aeropuerto esté situado tan cerca como sea posible a las zonas que proporcionen la mayor demanda. Deben llevarse a cabo pronósticos de las fuentes de trabajo y población que en el futuro se establecerán en dichas zonas y de cada uno de los distintos medios de transportación terrestre (automóvil, camión, ferrocarril, helicóptero, etc.), incluyendo el número de pasajeros que supuestamente utilizará cada medio. Las estadísticas demuestran que el automóvil particular es el medio de acceso más utilizado al aeropuerto y se espera que esta tendencia se mantenga en el futuro, independientemente del auge que pueda tener el transporte masivo, por lo que siempre deberá pensarse en las vías rápidas como un medio importante de acceso al aeropuerto.

La ventaja que aportan los grandes aviones al reducir la congestión en los sistemas Espacio Aéreo, Pistas, Calles de Rodaje y Plataformas se convierte en desventaja en lo que respecta a las vías de acceso, ya que éstas sufren las consecuencias de recibir grandes volúmenes de pasajeros en un instante determinado.

El problema de la localización del camino de acceso, puede dividirse en dos categorías: el caso de caminos de acceso que se trazan sobre territorio virgen, y el caso de la modificación de la vía de comunicación existente.

El principal objeto en la localización de los caminos de acceso, debe ser el de proporcionar una ruta la cual sea lo más satisfactoria posible con respecto a la capacidad de tráfico, la seguridad, costo de mantenimiento y costo de operación de vehículos, sin olvidar el factor tiempo que dependerá de la velocidad de operación.

La localización de un camino de acceso a un aeropuerto presenta un problema especial dependiendo de las metas fijadas.

Los factores que se deben tomar en cuenta para la localización de los caminos de acceso son los siguientes:

- reducción de desniveles y curvas siempre que sea posible
- proyectar en términos de la seguridad, comodidad, ahorro en tiempo y consumo en la operación de vehículos.
- evitar los cruces a nivel con otras vías de comunicación (vías férreas, caminos, etc.)
- diseñar con miras para el futuro y considerar la posibilidad de reconstrucción del camino.
- considerar las ventajas estéticas de la localización
- calcular el balance de excavación y terrapién
- estudio del tráfico.

Conociendo el sitio donde va a estar ubicado el aeropuerto, hacer un estudio de los medios de transporte existentes. Para hacer un estimación del tráfico del camino de acceso es muy importante con-
derar:

- el número de vehículos que usarán el camino de acceso
- la clasificación del tráfico de acuerdo con el tipo de ve-
hículos
- los transportes pesados de carga y su relativa frecuencia
- todas las redes de carretera y vías aéreas, con el obje-
to de que se tengan las condiciones más ventajosas a la ciudad

3.8.7.- Ayudas a la navegación. Un vuelo, en un momento del-
minado, se efectúa bajo una de las dos técnicas siguientes:

- VFR (Reglas de Vuelo Visual)
- IFR (Reglas de Vuelo por Instrumentos)

Desde el punto de vista del control del avión en vuelo, no existe
diferencia entre ambas condiciones; un vuelo puede realizarse bajo
técnicas de VFR si las condiciones meteorológicas son tales que per-
mitan una visibilidad en todos sentidos suficiente como para cumplir
con la regla de "VER Y SER VISTO". Si las condiciones meteoroló-
gicas están bajo los mínimos establecidos para vuelo VFR, el aereo-
plano tendrá que regirse bajo las normas del IFR. En condiciones
IFR la separación adecuada entre los aviones para preservar la seg-
uridad de los mismos es responsabilidad del control de tránsito aéreo

en condiciones VFR dicha responsabilidad recae sobre el piloto. Sin embargo existen regiones en las que, independientemente de las condiciones meteorológicas a causa de la alta densidad del tránsito aéreo, se hace indispensable volar en IFR. Ya sea en condiciones VFR o IFR, es necesario contar con ciertas ayudas que pueden ser:

- Visuales
- Electrónicas.

Ayudas visuales.

Estas ayudas pueden estudiarse agrupándolas como sigue:

- Indicadores
- Señalamientos
- Iluminación
- Letreros
- Indicadores. Son dispositivos que auxilian al piloto en la información de dirección de viento y de aterrizaje.

Los indicadores de la dirección del viento consisten en conos truncados hechos de tela y de un color que contraste con el paisaje. Estos se encuentran suspendidos cerca de la superficie del terreno de manera que indiquen tanto la dirección del viento como dan una idea de la velocidad del mismo en la pista. Estos indicadores deben también ser visibles desde el aire, procurándose que estén iluminados para poder ser vistos de noche.

Los indicadores de la dirección de aterrizaje consisten en tablas o "T's" instaladas sobre un fondo destacado y delimitadas por luces para operaciones nocturnas.

- Señalamientos. Los señalamientos proporcionan información elemental por medio de marcas pintadas sobre el terreno. Estos señalamientos son una ayuda para identificar aeropuertos y facilitan las operaciones en las pistas, calles de rodaje y plataformas.

Los señalamientos destinados a la identificación de aeropuertos se colocan procurando que puedan distinguirse desde todos los ángulos sobre la horizontal. Estas señales consisten en el nombre del aeropuerto, procurando usar para ello letras mayores de tres metros.

Los señalamientos de pistas se hacen generalmente con pintura blanca o, en caso de superficies claras, blanco con un borde negro en la periferia de las señales. Se toma en consideración al seleccionar la pintura que se usa, el que no se alteren las características de rugosidad del pavimento con el objeto de evitar frenados desiguales. Las señales que identifican a una pista (Señales Designadoras), se marcan en los extremos de la misma y consisten en dos números acompañados de una o dos letras en caso de pistas paralelas; la manera de identificar a la pista fue descrita en la sección correspondiente.

pendiente a orientación de pista.

Las señales de Eje de Pista consisten en una línea interrum-pida de fajas longitudinales de iguales dimensiones, espacia-das uniformemente a lo largo de toda la pista, interrumpiéndg-se únicamente en el caso de que se cruce con otra pista con siderada más importante; el criterio a seguir para jerarquizar a las pistas es el siguiente:

- Categoría I. Pistas para aproximaciones de preci-sión.
- Categoría II. Pistas para aproximaciones por ins-trumentos.
- Categoría III. Otras pistas.

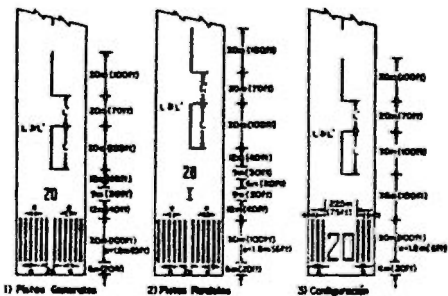
Cuando no hay suficiente contraste entre los bordes de la pi-sta y el terreno circundante, se pintan señales de Faja Lateral de Pista, las cuales tienen un ancho mínimo de 0,9 m. -- Estas señales no se interrumpen excepto en las interseccioner de pistas y en las desembocaduras de las calles de rodaje. Las Señales de Umbral de Pista consisten en una serie de fa-jas longitudinales dispuestas simétricamente respecto al eje de la pista. Cuando el umbral coincide con la cabecera, - las fajas de señalamiento de Umbral empiezan normalmente a 6 m. del extremo de pista. Cuando el umbral está despla-zado se añade al señalamiento del umbral una faja transver-sal de 1,8 m. de ancho como mínimo y, a partir de la cabg

cera, las líneas de eje de pista se transforman en flechas que señalan el umbral desplazado.

Las señales de Zona de Toma de Contacto consisten en pares de señales rectangulares dispuestas simétricamente respecto al eje de la pista. Puede optarse por marcar dos fajas situadas simétricamente respecto al eje de pista y separadas 150 m. entre el principio del umbral e inicio de ellas. En pistas de categoría C, D y E (dependiendo de su longitud), se trazan tres juegos de fajas a 150, 300 y 450 m. del umbral; en pistas de categoría B, se añade un cuarto par a 600 m. y en pistas de categoría A, se marcan dos pares más a 750 y 900 m. del principio del umbral. En estos casos la longitud de la faja es de por lo menos 22.5 m. de largo y 3 m. de ancho y con una separación entre los lados interiores de 18.0 m.

La otra opción para marcar zonas de contacto es la de trazar dos juegos de seis fajas a 150 y 300 m. del principio del umbral, dos juegos de cuatro fajas a 450 y 600 m. del umbral y dos últimos juegos de dos fajas a 750 y 900 m.; en todos los juegos anteriores las fajas se encuentran distribuidas simétricamente respecto al eje de la pista.

Se proporcionan señales de Distancia Fija en todas las pistas de categoría A y B. La señal de Distancia Fija se mar



1) Pistas Generales
 2) Pistas Paralelas
 PARA APROXIMACIONES POR INSTRUMENTOS Y TODAS LAS APROXIMACIONES DE PRECISION (Categorías I, II y III)

3) Configuración Optimal
 PARA APROXIMACIONES VISUALES Y APROXIMACIONES POR INSTRUMENTOS

SEÑALES DE DESIGNACION DE PISTA, DE EJE Y DE UMBRAL

ca a partir de los 300 m. del comienzo del umbral, consistiendo ésta de dos fajas simétricamente dispuestas respecto al eje de la pista, con una longitud de 45 a 60 m. y ancho de 6 a 10 m. La separación lateral entre las caras internas de las fajas es de 18 m.; en caso de existir señales de zona de toma de contacto, las caras interiores de ambas señales deben coincidir.

Los señalamientos en calles de rodaje, como en el caso de pistas, se hacen con pintura blanca y, en algunos casos, con pintura amarilla. Las señales de eje de calles de rodaje tienen 15 cm. de ancho y son de trazo continuo. En la intersección de calles de rodaje con las pistas, cuando las primeras sirvan como salidas, el señalamiento del eje de la calle de rodaje debe formar una curva para unirse con el eje de la pista. Estos señalamientos se prolongan paralelamente hasta una distancia de, por lo menos, 60 m. del punto de tangencia y manteniendo una separación de 90 cm. Dicha distancia al punto de tangencia se incrementa en el caso de salidas de alta velocidad.

Es necesario marcar señales de Punto de Espera en las intersecciones de las calles de rodaje y pistas, con el objeto de detener a los aviones en espera de poder hacer uso de la pista. Estas señales, emplazadas en las calles de rodaje,

no pueden estar, con respecto al eje de la pista, a una distancia menor de:

- 75 m. en pistas de categoría A y B.
- 75 m. en pistas de categoría C, instrumentadas.
- 60 m. en pistas de categoría C.
- 40 m. en pistas de categoría D.
- 30 m. en pistas de categoría E.

Estas distancias pueden incrementarse o modificarse en el caso de tener instrumentos de precisión que puedan ser afectados por la presencia del avión en un punto determinado.

- Iluminación. En operaciones nocturnas y en algunas ocasiones en operaciones diurnas bajo condiciones de mala visibilidad, no es suficiente la ayuda que proporcionan los señalamientos. En estos casos se utilizan dispositivos de iluminación para facilitar las operaciones. Sin embargo, algunos de estos dispositivos son usados indistintamente en condiciones buenas o malas de visibilidad. Las ayudas luminosas se suelen utilizar para identificar a un aeropuerto y son una valiosa ayuda en las operaciones de aproximación, facilitando también el movimiento de los aviones en las pistas, calles de rodaje y plataformas.

Para identificar a un aeropuerto se emplean Faros de Identificación de Aeropuertos, los cuales se emplean en un lugar -

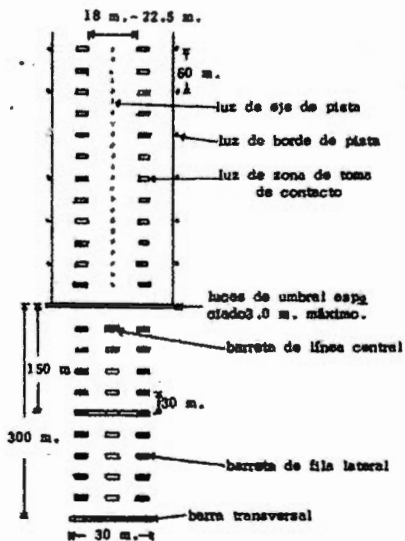
tal que sea visible desde el aire, sin causar molestias a los pilotos. El faro emite destellos de luz color verde y blanco.

Para pistas de categoría I, aptas para aterrizajes de precisión, el sistema de iluminación de aproximación está constituido por una fila de luces situadas a cada 30 m. en la prolongación del eje de la pista, hasta una distancia de 900 m., cuando sea posible, a partir del umbral y con una barra transversal de luces de 30 m. de longitud a los 300 m. la disposición de las luces en esta barra es similar a las descritas. Las luces de la línea central pueden consistir en un solo foco luminoso en los 300 m. internos, dos focos luminosos en los 300 m. intermedios y 3 focos en los primeros 300 m., o bien la línea central puede estar formada por barretas de 4 m. de longitud, perpendiculares a la prolongación del eje de la pista y suplementadas por una luz que emite dos destellos por segundo, encendiéndose en orden consecutivo, comenzando por el más alejado y avanzando hacia el umbral. Si se elige la primera alternativa, además de la barra transversal a los 300 m., se instalan otras barras a 150 m., 450 m., 600 m. y 750 m. del umbral.

Para aproximaciones de precisión de la categoría II, el sistema de luces de aproximación está constituido por una fila de luces de 900 m. de longitud a partir del umbral y coinci-

diendo con la prolongación del eje de la pista, a la cual se le adicionan dos filas laterales de luces que se extienden hasta 270 m. del umbral y separadas lateralmente de la línea central 18 m. La separación longitudinal entre luces, tanto del eje central como de las filas laterales, es de 30 m. El sistema cuenta además con dos barras transversales; una a 150 m. del umbral y que llena los espacios entre las filas laterales y la fila central y otra a 300 m., extendiéndose 15 m. a cada lado del eje central. En los primeros 300 m. a partir del umbral, la línea central está formada por barretas de luces de aproximadamente 4 m. de longitud; más allá de estos 300 m., la línea central puede estar formada por las mismas barretas o por pares de focos luminosos en los 300 m. intermedios y por tres focos luminosos en los 300 m. externos. Si la línea central está formada en toda su longitud por barretas, a cada barreta más allá de los 300 m. a partir del umbral, se le añade una luz que emite dos destellos por segundo, en forma consecutiva, comenzando por el más alejado y avanzando hacia el umbral.

Todas las luces de los cuatro sistemas descritos, son fijas y blancas, exceptuando las luces que forman las líneas laterales del sistema de aproximación de precisión en categoría II, las cuales son de color rojo.



ILUMINACION DE PISTA Y DE LOS 300 m. (1 000 ft.) INTERNOS DE LA APROXIMACION, EN LAS PISTAS PARA APROXIMACIONES DE PRECISION CAT. II.

Cuando se desea prolongar la guía de alineación bastante más allá de las luces de aproximación, se instalan luces conocidas como Indicador de Alineación de Pista. Estas luces se instalan sobre la prolongación de eje de la pista, a una distancia del umbral comprendida entre 1 250 m. y 3 000 m. Este sistema consiste en elementos longitudinales y transversales y los focos que lo forman son de color blanco o amarillo se usan además luces de destellos para que el sistema se pueda distinguir de otras luces cercanas y de las del sistema de iluminación de aproximación.

En las pistas de aproximación por instrumentos, cuando se desea hacer más distinguible el umbral, se instalan luces de identificación del Umbral de Pista. Estas luces se colocan al principio del umbral, simétricamente dispuestas respecto al eje de la pista, y a 10 m. por fuera de cada línea de luces de borde de la pista. Las luces de este sistema emiten destellos blancos, con una frecuencia de 80 a 120 por minuto.

Los sistemas Visuales Indicadores de Pendiente de Aproximación, cuyas siglas en inglés son VASIS (Visual Approximation Slope Indicator System); son una ayuda adicional para que el piloto pueda cerciorarse visualmente de que su aproximación es correcta. Estos sistemas se instalan independientemente de que existan o no otras ayudas para la aproximación, y pueden ser:

- VASIS y AVASIS
- VASIS de 3 barras y AVASIS de 3 barras
- T-VASIS y AT-VASIS

Se sugiere agrupar los dos primeros bajo el nombre de VASIS de colores blanco y rojo y el tercero como T-VASIS de los mismos colores.

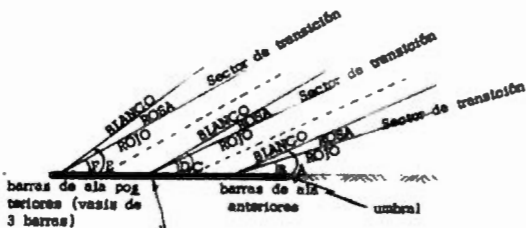
- VASIS y AVASIS, El VASIS consta de doce elementos luminosos dispuestos en posiciones anterior y posterior y empleados simétricamente respecto al eje de la pista, en forma de dos pares de barras de ala, cada una de las cuales tiene tres elementos luminosos.

El AVASIS tiene de dos a ocho elementos luminosos, si bien se usa un mínimo de cuatro elementos en pistas A, B o C, - los elementos luminosos pueden disponerse simétricamente -- respecto al eje de la pista, ya sea con uno o con dos elementos en cada barra de ala, o bien pueden instalarse en -- uno de los lados del eje de la pista con uno, dos o tres elementos luminosos en cada barra de ala.

Cada elemento luminoso proyecta un haz de luz cuya parte superior es de color blanco y la inferior de color rojo.

Estos elementos se disponen de tal manera que, durante la aproximación, el piloto de una aeronave:

- cuando vuela por debajo de la pendiente de aproximación ve de color rojo todas las luces,
- cuando vuela en la pendiente de aproximación, ve de co-



barras de ala intermedias (vasis de 3 barras), barras de ala posteriores (vasis)

HACES LUMINOSOS Y REGLAJE EN ELEVACION DEL VASIS, AVASIS, VASIS DE TRES BARRAS Y AVASIS DE TRES BARRAS.



HACES LUMINOSOS Y REGLAJE EN ELEVACION DEL T-VASIS Y AT-VASIS

lor blanco las luces anteriores y de color rojo las posteriores,

- cuando vuela por encima de la pendiente de aproximación ve de color blanco todas las luces.

- VASIS de 3 barras y AVASIS de 3 barras. El VASIS de 3 barras consiste en el VASIS al que se le adicione un par de barras de ala posterior, simétricamente dispuestas con respecto al eje de la pista.

El AVASIS de 3 barras esté formado por un AVASIS de dos o tres elementos luminosos en cada barra de ala, más la instalación de un par de barras de ala adicionales posteriores, - con dos elementos luminosos en cada barra.

Cuando el piloto sigue la pendiente de aproximación formada por las barras de ala posteriores y las barras de ala intermedias:

- Si vuela por debajo de la pendiente de aproximación ve de color rojo las luces anteriores, intermedias y posteriores.

- Si vuela en la pendiente de aproximación, ve de color blanco las luces anteriores y de color rojo las luces intermedias y posteriores.

- Si vuela por encima de la pendiente de aproximación ve de color blanco las luces anteriores e intermedias y de color rojo las luces posteriores; en caso de volar muy por encima

de la pendiente de aproximación, verá también de color blanco las luces posteriores.

Cuando el piloto sigue la pendiente de aproximación formada por las barras de ala intermedias y posteriores:

- Si vuela muy por debajo de la pendiente de aproximación, ve todas las luces de color rojo; si esta ligeramente debajo de la pendiente de aproximación, ve de color blanco las luces anteriores y de color rojo las luces intermedias y posteriores.

- Si vuela en la pendiente de aproximación, ve de color blanco las luces anteriores e intermedias y de color rojo las luces posteriores.

- Si vuela por encima de la pendiente de aproximación, ve de color blanco todas las luces.

Sea cual fuere la pendiente de aproximación elegida, ésta estará definida por los haces adyacentes de manera similar al descrito en el VASIS Y AVASIS.

- T-VASIS y AT-VASIS. El T-VASIS consta de 20 elementos luminosos simétricamente dispuestos respecto al eje de la pista, formado por una barra de ala de cuatro elementos luminosos a cada lado de la pista y que bisecta a una fila longitudinal de seis luces.

El AT-VASIS es similar al T-VASIS, pero consta de solo —

diez luces debido a que se eliminan las luces de un lado de la pista.

La disposición de las luces es tal que:

- Si el avión se encuentra por encima de la trayectoria de planeo, el piloto ve tanto las luces de barra de ala como una o más luces posteriores, a partir de las barras de ala, de color blanco (Indicación "Descenso").
- Si la pendiente es la de aproximación, el piloto ve las luces de barra de ala de color blanco, desapareciendo de su vista las luces restantes.
- Si el avión va por debajo de la pendiente de aproximación, se empiezan a ver de color blanco las luces anteriores, si esto se continúa, las luces de barras de ala se empiezan a ver de color rojo y si el vuelo es aún más bajo, también las luces anteriores comienzan a verse de color rojo (Indicación "Subida"). En cualquier caso, las luces posteriores no son visibles.

Todos los sistemas visuales Indicadores de Pendiente de Aproximación deben ser adecuados tanto para operaciones diurnas como nocturnas; así mismo se proporciona un control adecuado de intensidad de las luces para que éstas pueden graduarse de acuerdo con las condiciones predominantes. Debe tenerse especial cuidado en diseñar la parte eléctrica del sistema de tal manera que una falla parcial no dé como resultado una indicación errónea de la pendiente

de aproximación.

La iluminación de pistas puede analizarse partiendo de la siguiente clasificación:

- Luces de Umbral.
- Luces de Bordes de Pista.
- Luces de Extremo de Pista.
- Luces de Eje de Pista.
- Luces de Zona de Contacto.

Luces de Umbral. La identificación del umbral es un factor básico en la decisión del piloto de aterrizar o abortar el vuelo; por tal razón a la zona cercada al umbral se le tiene especial cuidado en lo que a iluminación se refiere.

Cuando el umbral de la pista coincide con el extremo de la misma, las luces de umbral se sitúan sobre una línea perpendicular al eje de la pista, tan cerca del extremo como sea posible y en ningún caso a más de 3 m. por fuera del mismo.

Cuando el umbral está desplazado, las luces de umbral se instalan en una línea perpendicular al eje de la pista, coincidiendo con el extremo del umbral.

Luces del Bordo de la Pista. Estas luces se colocan a todo lo largo de la pista en dos líneas rectas paralelas al eje y equidistantes del mismo, no debiendo estar a más de 3 m. del extremo de la pista. El intervalo entre las luces no de

be exceder a 60 m. en las pistas de vuelo por instrumentos y a 100 m. en las demás. En las intersecciones de pistas las luces pueden espaciarse irregularmente o bien suprimirse siempre que se siga disponiendo de alguna guía adecuado.

Las luces de borde de pista son de color blanco; se colocan para los despegues filtros amarillos en el último tramo de la pista. Esta sección tiene una longitud de 600 m. o una igual a la mitad de la longitud de la pista, la que sea mayor.

Luces de Extremo de Pista. Se sitúan éstas en una línea perpendicular al eje de la pista, a una distancia no mayor de 3 m. del extremo de ella. El sistema consta de un número de seis luces uniformemente espaciada o dispuestas en dos grupos con un hueco entre ellas; en tal caso la separación entre luces no debe exceder a la mitad de la dimensión del hueco. Las luces de extremo de pista son de color rojo, visibles sólo desde la pista. Cuando el umbral se encuentra en el extremo de la pista, los dispositivos luminosos instalados para las luces de umbral pueden servir como luces de extremo de pista.

Luces de Eje de Pista. Se instalan luces de eje de pista en todas las pistas para aproximaciones de precisión de la categoría II. Es también conveniente instalar estas luces en las pistas para aproximaciones de precisión de la cate-

rfa I, principalmente si la separación entre las líneas de luces de borde de pista es mayor de 50 m.

Estas luces son de color blanco desde el umbral hasta el punto situado a 900 m. del extremo de la pista; alternando blanco y rojo desde este punto hasta 300 m. antes del extremo y luces de color rojo en los últimos 300 m.

Luces de Zona de Contacto. Se instalan estas luces en pistas para aproximaciones de precisión de la categoría II. Estas luces se colocan desde el umbral hasta una distancia de 900 m., excepto en las pistas de longitud menor a 1 800 m., en cuyo caso se acorta el sistema. Este sistema formado por luces de color blanco, se instala siguiendo una configuración simétrica respecto al eje de la pista, separando las luces más próximas al eje 18 m. La configuración está formada por un cierto número de hileras transversales de luces o barretas y cada uno de estas está compuesta de por lo menos tres luces empotradas, con un espaciado entre las mismas no mayor de 150 m. La longitud de las barretas varía entre 3 m. y 4.5 m. El espaciado longitudinal entre las barretas es de 60 m. o de 30 m. si se opera en condiciones pobres de visibilidad.

La iluminación en calles de rodaje tiene como objeto al de proporcionar una indicación clara y continua de todo el recorrido de rodaje -

que se siga. Con tal objeto se instalan luces bien sea a lo largo del eje o a lo largo de ambos lados de las calles de rodaje. En áreas de movimientos relacionadas con las calles de rodaje, tales - como zonas de espera, las luces se sitúan de tal forma que también definan dichas áreas.

Las luces de eje de calle de rodaje en cualquier tramo recto, se encuentran espaciadas a no más de 30 m. entre sí.

Las luces son de color verde y dispuestas de manera que solo son visibles desde aviones que están en la calle de rodaje o en la proximidad de la misma.

En las salidas de alta velocidad, las luces de eje comienzan, paralelamente al eje de la pista, en un punto situado a una distancia de 60 m. del comienzo de la curva de salida y con una separación entre ejes de 0.5 m. a 0.9 m. El espaciado longitudinal de estas - luces no debe ser mayor de 15 m. El color de las luces es también verde y están apantalladas de forma que solo se puedan ver en la dirección en que se utilizan.

Si se opte por definir las calles de rodaje mediante Luces de Borde, éstas deben estar espaciadas un máximo de 60 m. en tramos rectos; en las curvas el espaciado es menor a fin de proporcionar una mejor definición de éstas. Las luces deben estar colocadas tan cerca - del borde como sea posible, no debiendo separarse más de 3 m. del mismo. El color de estas luces es azul y se encuentran apante-

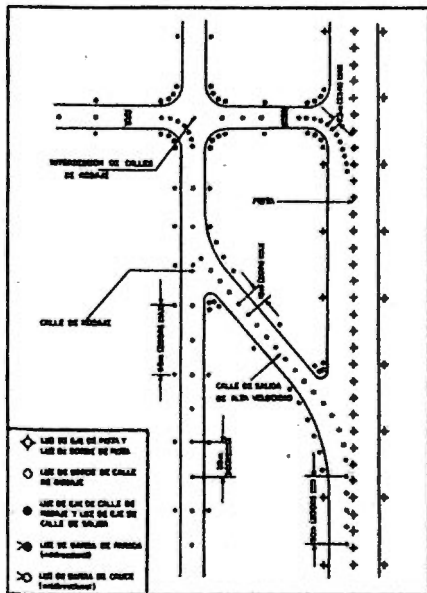
lladas: solamente en los tramos correspondientes a intersecciones, - para evitar confusiones.

Otro sistema auxiliar en las calles de rodaje lo constituyen las Luces de Parada. Estas se colocan en las intersecciones de calles - de rodaje y en los puntos de espera para controlar al tránsito. Las barras de Parada están colocadas transversalmente en la calle de rodaje en el punto en que se desea que el tránsito se detenga. El color de las luces de estas señales es rojo, separadas 2 m. entre - sí, empotradas y visibles solo para el avión que se aproxima a la - intersección.

El sistema eléctrico está diseñado de modo que permita apagar las - luces para indicar que el tránsito puede continuar.

Como alternativa al sistema anterior se utilizan las Barras de Cruce en las intersecciones de las calles de rodaje, cuando se desea definir concretamente límites de espera a los aviones y no haya necesidad de señales de "Parada-Circule", como las proporcionadas por las Barras de Parada. Estas señales se colocan a una distancia de 30 a 60 m. del borde próximo de la intersección y consiste de - un mínimo de tres luces unidireccionales empotradas, de color amaril- lio y con una separación de 1.5 m. entre luces.

El área de plataformas, al se efectúan operaciones nocturnas en el - aeropuerto, debe estar iluminada por reflectores. Como una guía al piloto para estacionar el avión en su posición en plataforma, es práctica común que un operador en tierra y mediante el auxilio de -



ILUSTRACION DE CALLES DE RODAJE

dos lámparas indicen al piloto las maniobras que debe efectuar. Actualmente se está empleando un nuevo sistema, consistente en dos juegos de luces, roja y verde, colocadas frente a la posición de tal manera que para estacionar el avión correctamente, el piloto debe de lograr que desde su ubicación, las luces verdes tapen a las rojas.

- Letreros. Una guía más para las aeronaves que operan en tierra lo constituyen los letreros. Estos deben estar lo más cerca posible del borde del pavimento, pero a distancia suficiente para evitar que los aviones puedan dañarse o que estos letreros queden expuestos al chorro de las turbinas. Cuando los letreros tienen que utilizarse de noche, deben estar iluminados internamente o externamente. Los letreros pueden dar una muy variada información tal como:

calles de rodaje,
cabeceras,
puntos de verificación de VOR,
cruces de pista, etc.

Ayudas Electrónicas.

A la altura entre la cota de la pista y el techo más bajo de nubes se le llama "Techo".

A la distancia horizontal máxima a la cual un objeto puede ser identificado sin la ayuda de equipo óptico se le llama "Visibilidad".

A la combinación de los valores de techo y visibilidad, se le da el

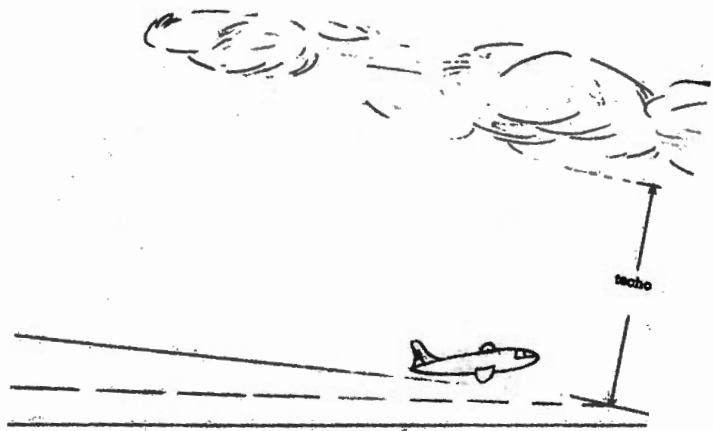
nombre de "Mínimos del Aeropuerto".

El techo y la visibilidad pueden verse afectados por: niebla, lluvia, nieve, "smog", humo, polvo, etc.

El techo y la visibilidad, afectan en mayor o menor grado las operaciones aéreas dependiendo del equipo de vuelo, del tipo de equipo instalado en los aeropuertos y a bordo de las aeronaves, de los cuales los más usuales son:

- ADF (Automatic Direction Finder)
- NDB (Non Directional Beacons)
- VOR (Very High Frequency Omni-Range)
- DME (Distance Measuring Equipment)
- RADAR (Radio Detection And Ranging)
- ASR (Airport Surveillance Radar)
- PAR (Precision Approach Radar)
- ASDE (Airport Surface Detection Equipment)
- ILS (Instrument Landing System).

ADF (Automatic Direction Finder). El ADF (Radiogoniómetro Automático o Radiocompás) es un receptor cuyo funcionamiento se basa en las altas propiedades direccionales de las antenas anulares. Se compone básicamente de un radio-receptor con selector de frecuencia, una antena anular que puede girar alrededor de un eje vertical y un indicador de azimut que mide la dirección de donde se reciben las ondas electri-



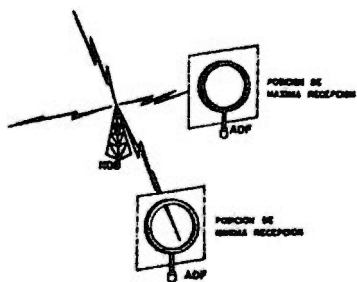
magnéticas emitidas por estaciones cuya posición geográfica es conocida (NDB). El ADF puede sintonizarse con estaciones que transmiten a frecuencias bajas o medias, incluyendo las estaciones comerciales locales.

Sin embargo, la antena del ADF es de naturaleza bilateral, - es decir, solamente permite determinar la dirección de propagación de la onda de radio recibida pero no el sentido en que se propaga. A esta incertidumbre se la conoce como "Ambigüedad de 180°". Para suprimir dicha ambigüedad se ha adicionado al ADF una segunda antena conocida como antena de sentido.

Las indicaciones del ADF están sujetas a numerosos errores, de los cuales los más importantes son:

- efecto de montaña
- refracción costera
- efecto nocturno
- error cuadrantal
- tormentas eléctricas
- interferencia de estaciones.

Durante 20 años, el ADF ha contribuido enormemente a la navegación aérea: aún en buenas condiciones, la precisión del ADF no es mayor de 3° a 5° y aunque no tiene la precisión del VOR, puede ser utilizado en distancias mayores. Sin -



**POSICIONES DE MAXIMA Y MINIMA RECEPCION DE LA
ANTENA ANULAR DEL A.D.F.**

embargo, su uso ha ido decreciendo en los últimos años.

NDB (Non Directional Beacons). El NDB (Radiofaros) es una estación fija, cuyas radiomisiones permiten al piloto hacer marcaciones radiogoniométricas desde el avión en vuelo. La estación es identificada mediante un tono de modulación formado por dos o tres letras en Código Morse. Estos Radiofaros se localizan en rutas aéreas y en aeropuertos.

VOR (Very High Frequency Omni - Range). La navegación apoyada en estaciones VOR es actualmente el método más común de radionavegación. El VOR tiene la ventaja sobre los instrumentos de navegación que le antecedieron, de que elimina la estática provocada por disturbios de tipo atmosférico, con la desventaja de que las señales están limitadas a una recepción en "línea visual". El alcance de las estaciones VOR es variable pero generalmente menor a las 200 millas náuticas; teóricamente la estación VOR transmite un número infinito de señales en todas direcciones (Radiales), pero en la práctica solamente 360 de ellas son utilizadas. Cada Radial es denominada de acuerdo a su acimut.

A las aerovías señaladas con estaciones VOR se les conoce como Aerovías VECTOR.

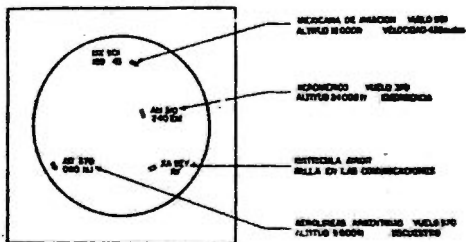
El VOR guía al avión hacia un punto particular, pero no le indica en ningún momento al piloto, la distancia a la que se-

encuentra de éste; para obtener este dato se usa un equipo adicional conocido como DME.

DME (Distance Measuring Equipment). El equipo DME, proporciona a la aeronave, automáticamente y electrónicamente, la distancia a que se halla del punto donde se encuentra la estación. El equipo radioteleamérico instalado a bordo del avión consiste de una unidad transmisora-receptora; el transmisor, llamado interrogador, emite pulsos de radio en la banda de Ultra Alta Frecuencia (UHF), entre los 962.0 y los 1 213.0 Megahertz. Estos pulsos son recibidos por el sistema en tierra que emite un pulso de respuesta al avión en cuestión; el sistema de a bordo mide el tiempo que tardó la señal en regresar, por lo que, conociendo la velocidad de las ondas de radio (164 000 millas náuticas por segundo), obtiene la distancia a la estación. Sin embargo, esta distancia es medida directamente del avión a la estación, por lo que si se desea conocer la distancia horizontal, ésta debe calcularse en función de la altura a que vuela el avión en ese instante.

Es común instalar el DME conjuntamente con el VOR, lográndose con esto fijar la posición del avión en el espacio tridimensional. A este sistema se le denomina VORTAC.

RADAR (Radio Detection and Ranging). El radar opera a tra



EJEMPLO DE PANTALLA DE RADAR

vés de señales de radio de super alta frecuencia y reacciones en forma similar a un rayo de luz en el cual el ángulo de incidencia es igual al ángulo de reflexión. Estas transmisiones de energía, al encontrar un obstáculo, son reflejadas a la fuente que las origina pudiendo representarse como puntos luminosos sobre una pantalla similar al tubo de rayos catódicos de un televisor. La cantidad de energía reflejada a la antena del radar depende de la capacidad de reflexión de los obstáculos; la reflexión a su vez depende del material de que está constituido el obstáculo y del ángulo de incidencia de la energía. El principio del funcionamiento es similar al DME; conociendo la velocidad de las señales de radio, es posible calcular, en base al tiempo transcurrido, la distancia a la que se halla el objeto detectado.

Existen diferentes tipos de Radar, cada uno con características especiales dependiendo de su uso, pero básicamente se puede agrupar en dos tipos:

- Meteorológico
- Control de tránsito.

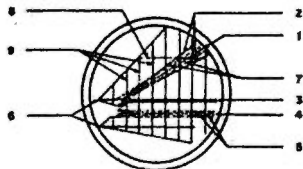
Los radares meteorológicos se encuentran instalados tanto en las carlingas de muchos aviones como en tierra, en tanto que los radares de control de tránsito se localizan únicamente en tierra. En las instalaciones de un aeropuerto pueden en-

contrarse ambos tipos de radares.

ASR (Airport Surveillance Radar). Este radar es del tipo de control de tránsito y es utilizado por el control de aproximación con el objeto de dar idea del movimiento de aviones en el espacio aéreo circundante al aeropuerto. Su alcance varía entre 50 Km. y 100 Km. El avión es presentado en la pantalla como un destello luminoso en su posición horizontal relativa; este destello deja una huella luminosa de manera -- que el controlador conozca la dirección que sigue el avión, dándole además una idea de su velocidad. La desventaja -- más importante de este tipo de radar es que no indica la altura a la que el avión vuela.

PAR (Precision Approach Radar). Este tipo de radar se utiliza en el GCA (Ground Control Approach) como una ayuda en aterrizajes. Este equipo consiste en dos antenas, una de las cuales proporciona la información del ángulo de descenso y la otra indica el acimut de la pista. El operador del -- GCA se halla en tierra y es por medio de éste como el piloto recibe la información proporcionada por el PAR, consistente en el alineamiento con la pista y la pendiente de aproximación.

Los aviones aparecen en la pantalla cuando están a unos -- 15 Km. de la pista.



1. PENDIENTE DE PLANO DE 2.26°
2. LÍMITES DE LA ZONA DE SEGURIDAD
3. REFERENCIA HORIZONTAL (LÍNEA DE 0°)
4. LÍNEA EN RUTA
5. DESVIACION DE 100 PIES
6. UBICACION DE LA ANTENA
7. DESVIACION DE 25 PIES
8. PLANO A 300 PIES
9. MARCAS DE REFERENCIA

PANTALLA DEL P.A.R.

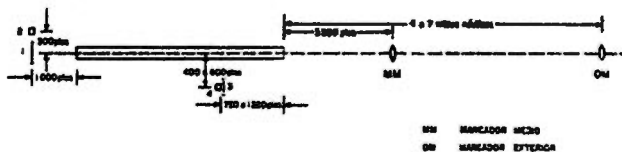
ASDE (Airport Surface Detection Equipment). En los grandes aeropuertos, donde el movimiento en tierra de las aeronaves es muy grande, los controladores tienen dificultad en regular el rodaje de las aeronaves en el sistema de pistas, calles - de rodaje y plataformas debido a que no pueden verlos en -- condiciones pobres de visibilidad o porque se los impide algún obstáculo. Para ayudar a un mejor control en este sentido, ha sido desarrollado el ASDE, el cual proporciona en -- una pantalla el esquema de la posición de los aviones en tierra en todo momento. Este radar tiene una velocidad angular mayor a la de los otros tipos de radares.

ILS (Instrument Landing System). Cuando las condiciones -- meteorológicas no permiten una visibilidad adecuada, debe -- contarse con alguna ayuda electrónica para lograr un aterrizaje seguro. El equipo más utilizado para este fin es el -- ILS. Este sistema, recomendado por la OACI en 1946, hizo su primera aparición a principios de los 50's.

El ILS debe proporcionar al piloto una información precisa y continua de las tres variables necesarias para guiar al avión en su aterrizaje:

- posición lateral con respecto al eje de la pista
- posición vertical con respecto a la pendiente de -- aproximación
- distancia a la pista.

- 1 Antena Localizador
- 2 Transmisor Localizador
- 3 Antena de Plano
- 4 Transmisor de la Antena de Plano



INSTALACION I.L.S.

Estas tres dimensiones son proporcionadas por medio de tres subsistemas conocidos como:

Localizador (Localizer)

Antena de Planeo (Glide Slope)

Marcadores Verticales (Marker Beacons)

los cuales últimamente se han reemplazado por una instalación de DME sincronizada con el localizador y que tiene la ventaja de proporcionar al piloto en todo momento, información de la distancia a la que se encuentra el umbral de la pista.

Para evitar algunos de los problemas que se presentan al emplear el ILS convencional, se ha estado desarrollando un sistema que opera en la banda de las micro-ondas (1 000 MHz. a 1 500 MHz.) denominado MLS.

Las señales del MLS (Microwave Landing System) se ven menos afectadas por las condiciones meteorológicas y además son menos sensibles a objetos reflejantes, otra ventaja es que no está limitado en lo que a disponibilidad de frecuencia se refiere, pues puede disponer de 200 canales aproximadamente.

3.3.8.- Instalaciones complementarias. Son todas aquellas instalaciones que se requieren para el buen funcionamiento del aeropuerto y para el servicio de los aviones como son:



CAMPO DE RADIAÇÃO (LOBOS) QUE ORIGNA EL WIZ DIRECCIONAL



CAMPO DE RADIAÇÃO (LOBOS) QUE ORIGNA LA PENDENTE DE PLANO

Casa de Máquinas.

Subestación Eléctrica.

Hangares.

Dotación de Agua.

Equipo contra Incendio.

Equipo contra incendio y Rescate en los aviones.

Servicio de Almacenamiento y Distribución de combustible.

Comisariato.

Eliminación de Basura.

Drainaje

- Casa de máquinas. Son aquellos locales en donde se encuentran las plantas de emergencia para luz, sistemas de aire acondicionado.

Deben proyectarse dentro del Plan Maestro, aunque sean para construirse en un futuro no inmediato.

- Subestaciones eléctricas. Es frecuente en aeropuertos volajes de 13 500 Volts, y vamos a necesitar instalar transformadores para regular la corriente que llega de 64 000 Volts. En el aeropuerto de la Ciudad de México, sale más barato tener varios alimentadores, para los carcámos de bombeo agrícolas, las compañías aéreas, etc.

La ubicación de la central la determina el ingeniero electricista.

- Hangares. Son terrenos disponibles para las compañías aéreas o particulares, destinados básicamente para talleres de mantenimiento y son comprados o rentados al aeropuerto. Si las necesidades futuras no van a ser grandes, entonces se puede reducir este terreno. Los hangares de mantenimiento no son siempre justificables, y esto depende de que el tráfico sea constante o no.

Este tipo de instalaciones requiere estar en las cercanías del edificio terminal pero que no es parte del esquema del mismo, la extensión y disposición de ellos estará regida, dentro de ciertos límites, por requerimientos de las líneas aéreas. De acuerdo al tipo de mantenimiento requerido por las aeronaves, estas instalaciones pueden clasificarse en:

Áreas de mantenimiento mayor.

Áreas de mantenimiento medio, donde se requiere espacio suficiente para poder proporcionar mantenimiento a partes tales como motores, trenes de aterrizaje, etc.

Áreas de mantenimiento menor, adecuadas para dar mantenimiento a piezas del avión tales como cambios de llantas, ajuste de instrumentos, etc.

Áreas para mantenimiento rutinario, como puede ser abastecimiento de combustible, servicio a la cabina,

etc. Algunos de estos servicios se proporcionan al avión en las plataformas.

- **Detección de Agua.** La distancia a la que se encuentran los aeropuertos de las ciudades acentúa el problema de abastecimiento de agua para diferentes usos, pudiendo en aeropuertos de pequeño volumen usarse pipes; el aeropuerto consume por usuario mayor cantidad de agua que en cualquier ciudad.

Esta agua se utiliza en:

Servicios sanitarios.

Servicios potables.

Servicios generales.

Servicios de bomberos. Que requieren grandes tanques siempre llenos y que pueden ocuparse hasta aproximadamente dos veces por mes en simulacros.

Para los aviones. Para reducir el espacio en la cámara de combustión se utiliza agua desmineralizada, en los pistones y para las turbinas, ocasionalmente se usa para aeropuertos con muy alta temperatura.

- **Equipo contra incendio.** En Mérida son prácticamente incombustibles los edificios, este riesgo se reduce al mobiliario únicamente.

- **Equipo de rescate y contra incendio en los aviones.** Es

un equipo especializado, que en el caso del incendio de un avión lo primero que intenta es salvar a los pasajeros. Para esto se requiere que este equipo reúna las siguientes características:

Localización, los incendios se presentan básicamente en la zona de aproximación o en la plataforma. Esta localización debe tener fácil acceso en todos los lugares del aeropuerto.

Agua constante.

Servicio de energía eléctrica.

Comunicaciones.

Acceso a la calle.

- Servicio de almacenamiento y distribución de combustible. En los aeropuertos pequeños este sistema quedará dentro de las instalaciones complementarias, pero en los grandes aeropuertos donde el problema es el manejo de grandes volúmenes y que se debe dar combustible en la cantidad y calidad que se requiere, esto puede constituir un sistema en sí.
- Comisariato a los aviones. Que es todo lo que se utiliza para las comidas en el avión.

comida

mantelería

vajilla

bebidas, etc.

- Eliminación de basuras. Es muy importante contar con un servicio de recolección de basura bastante eficaz.
- Drenaje. El drenaje de un aeropuerto es el conjunto de obras que nos permite eliminar el agua en el menor tiempo posible y con la mayor eficiencia hacia afuera de la zona del aeropuerto.

En el aeropuerto tendremos dos tipos de zonas: zonas no inundables, que no deben tener en ningún momento cantidades de agua que dificulten el tránsito aéreo, como son el área de pista, calles de rodaje, plataformas, estacionamiento y otras inundables que momentáneamente pueden contener cierta cantidad de agua que se elimina posteriormente por la red de evacuación, como son las zonas comprendidas entre las pistas. El drenaje de un aeropuerto consta de diferentes obras que - las podemos clasificar de la siguiente forma:

canales

tuberías

contracanales

ductos

alcantarillas

bordos

obras complementarias (registros, pozos de visita, etc.).

Para el diseño del tipo de obra se requiere conocer los siguientes elementos:

áreas de captación,
 determinación del tipo de obra,
 gasto que se va a conducir,
 longitud de las obras que se hayan elegido,
 curvas horizontales y verticales,
 pendientes,
 áreas hidráulicas de las estructuras,
 tirantes,
 velocidades,
 elevación de plantilla,
 espesores en corte, y
 volúmenes de terracerías, tanto en corte como en terraplén.

La selección de las obras que se propongan se basan en los siguientes conceptos:

gasto hidráulico,
 topografía del terreno,
 subsuelo y
 costo

El cálculo de la sección hidráulica de las obras puede realizarse en función de calcular el gasto (Q) por diversas fórmulas en las que básicamente intervienen el área (A) de la

cuencia, intensidad de lluvia (i) y un factor (F) que depende de las condiciones propias del terreno, como son: permeabilidad, pendiente, etc.

3.3.9.- Zonas de almacenamiento y distribución de combustible. -

En cuanto a este sistema son dos las características "determinantes" del mismo: la forma en que llega el combustible al aeropuerto y la forma de abastecimiento de combustible a los aviones.

En cuanto a la forma en que el aeropuerto es abastecido, "principalmente" puede ser de tres formas:

- por carros tanque
- por ferrocarril
- por ductos.

Para el abastecimiento de combustible a los aviones en los aeropuertos, uno de los siguientes tres métodos, puede ser empleado:

- camiones cisterna
- fosos bajo las plataformas
- sistemas de hidrantes.

Dependiendo del método empleado se elegirán lugar y características para la zona de combustibles.

De los tres sistemas, el de los camiones cisterna es el que proporciona mayor flexibilidad, aspecto muy importante para el funcionamiento de un aeropuerto; se puede aumentar o disminuir el número de ellos de acuerdo con las necesidades que se tengan. Para este

sistema las zonas de almacenamiento se pueden localizar en lugares alejados de las plataformas, haciendo con ello más seguras las instalaciones donde se manejen los pasajeros. Sin embargo este sistema tiene también serias desventajas: un Boeing 707-320, tiene una capacidad máxima de combustible de aproximadamente 90 000 lbs. — (24 000 gals.) y para aprovisionarlo se requieren de tres camiones con capacidad de 30 000 lbs. (6 000 gals.). En el caso del Boeing 747B-200, el problema se acentúa ya que, dada su capacidad de combustible, 185 000 lbs., el número de camiones cisterna necesarios es mayor, creando un movimiento excesivo de vehículos en la plataforma, dificultando las operaciones e incrementando el peligro de colisiones en dicha área.

El sistema de fosos bajo las plataformas requiere también de una zona de almacenamiento alejada de las posiciones de los aviones. En este caso, un foso puede alimentar a varias posiciones. El combustible es enviado por bombeo desde el área de almacenamiento hasta al foso por medio de tuberías, eliminando el uso de camiones cisterna. Tiene la desventaja de que se requiere un equipo completo de mangueras, medidores, separadores de aire, filtros, etc., en cada foso. Cualquier cambio de las operaciones en el aeropuerto hará necesario un costoso reacondicionamiento de este sistema.

Por último el sistema de hidrantes satisface los mismos objetivos del anterior, pero con la ventaja de ser más simple en su concepción.

Está constituido básicamente por los mismos elementos del sistema de fosos, sustituyendo al foso propiamente dicho por una válvula especial montada en una caja cuya tapa se halla a nivel con la plataforma; utiliza el mismo equipo, pero ahora instalado en una unidad móvil. Adicionalmente a las ventajas del sistema anterior se puede agregar la de que evita la duplicidad en el equipo y elimina el mantenimiento que se le tiene que dar a los fosos. Tiene como desventajas más importante la de no eliminar totalmente el movimiento de equipo en la plataforma.

La congestión en las plataformas representa siempre un problema, en consecuencia hay una tendencia, en los grandes aeropuertos, a sustituir el equipo móvil de servicio por instalaciones fijas. Los fosos bajo las plataformas dan buenos resultados en los casos de abastecimiento de aviones pequeños, convirtiéndose en inoperantes cuando se trata de dar servicio a grandes aviones. En consecuencia, los grandes aeropuertos prefieren definitivamente el uso del sistema de hidrantes.

Estos resultados no eliminan la necesidad de un estudio particular para cada aeropuerto, que deberá tener en cuenta las perspectivas del tráfico, así como las necesidades de los aviones que se determinan para cada caso.

3.4.- PROYECTO.

Los temas vistos anteriormente, aunque presentan indudablemente un

gran interés bajo un punto de vista aislado no nos podrían presentar una utilidad especial si bajo nuestra apreciación no los enfocamos -- a través de sus efectos en el proyecto, diseño, construcción y operación de los aeropuertos.

Los aeropuertos en la actualidad deben considerarse como un conjunto de sistemas que actuando mancomunadamente nos permiten obtener los servicios que de ellos se requieren. Si por alguna razón falla alguno de los sistemas, indudablemente que provocará trastornos en todo el conjunto. El análisis que se requiere efectuar para considerar que un aeropuerto es eficiente será finalmente un estudio de -- inversión contra capacidad del sistema. Es decir, el aeropuerto -- como todo servicio de transporte está sujeto a una cierta demanda -- de esos servicios. Para satisfacerla, deberemos proporcionar el -- aeropuerto de manera tal, que tenga capacidad para satisfacer dicha demanda. Ahora bien, suponiendo que se disponga de la técnica y los medios adecuados, la capacidad la podemos proporcionar realizando mayores o menores inversiones.

Las etapas del proyecto son:

- Reconocimiento
- Proyecto

3.4.1.- Reconocimiento. Así se le denomina a la acción de identificar el lugar o los posibles lugares en los cuales se puede ubicar el aeropuerto, y son de dos tipos, aéreos y terrestres.

El lugar o lugares posibles se identifican tomando en cuenta la distancia a la población por servir, espacios aéreos, vientos, visibilidad y condiciones atmosféricas.

Para la identificación de los lugares posibles se realizan reconocimientos aéreos en forma radial, y se obtienen fotografías aéreas de zonas que no estén más alejadas de la distancia máxima adecuada a la población por servir, habiéndose considerado el tipo de aeropuerto que se requiera: público, privado, turístico, deportivo, etc.

Se realizan levantamientos aerofotogramétricos con escala 1:25 000 con curvas de nivel a cada 25 mts. y en las zonas (3 o 4, más es antieconómico) indicadas se toman franjas de 8 a 10 Km. por 15 Km. (en el aeropuerto de la Ciudad de México se pidió 60 por 25 Km.). Se piensa en las dimensiones y tipo de equipo. Se anotan también los accesos que haya a cada una de las zonas escogidas.

En Estados Unidos de Norteamérica en una ciudad de 50 000 habitantes recomiendan una distancia de 25 a 30 minutos para trazar un radio que nos de la distancia de acceso por carretera, y después ya se estudia el caso de los espacios aéreos actuales y futuros.

Conocida la topografía se tratan de acomodar a ella la plantilla de espacios aéreos, siempre y cuando no se vea afectada la solución por otros aspectos como pueden ser la situación o dirección de los vientos.

3.4.2.- Proyecto. Los complejos aeroportuarios deberán ubicarse -

en sitios que deban tener espacios aéreos, vientos moderados, visibilidad, así como otras condiciones atmosféricas adecuadas para el aterrizaje y despegue de los aviones; las principales obras que constituyen el proyecto aeroportuario son: pistas de aterrizaje y despegue, calles de rodaje, plataformas, edificios terminales, torre de control, estaciones eléctricas, hidráulicas, rescate y control de incendios, bodegas de carga, almacenes de combustible, estaciones de mantenimiento y caminos de acceso, descritos cada uno de ellos en el inciso 3.3.

3.5.- CONSTRUCCION.

Las etapas principales en la construcción de un aeropuerto son las siguientes:

Desmante.

Terracerías.

Obras de drenaje.

Pavimentación.

Señalamiento.

Obras adicionales.

- Desmante. Consiste en el despeje de la vegetación existente en el área que señala el proyecto; debe retirarse la maleza y los árboles, siendo ésta la primera etapa de construcción.

El despalse consiste en quitar la capa vegetal.

- Terracerías. Es el conjunto de despalmes, cortes, préstamos y terraplenes que se ejecutan hasta la subrasante.

La sustitución de hecho es un corte que se ejecuta únicamente donde hay suelos de mala calidad y que es necesario retirar para ser sustituido por otro de mejor calidad para formar una cimentación o apoyo adecuado para los terraplenes.

Cortes, son las excavaciones que se hacen en el terreno natural para dar los niveles proyectados de la subrasante y cuyo producto puede o no emplearse en la construcción de terraplenes.

Los terraplenes son parte de la estructura de las pistas, calles de rodaje, plataformas o estacionamientos construidos con materiales de corte o de préstamo.

Préstamo, son las excavaciones que se ejecutan en lugares prefijados a fin de obtener material para formar terraplenes no construidos con material de corte (no compensados).

Procedimiento de construcción. Una vez ejecutado el desmonte, se procede a los despalmes, en caso de haber materiales de mala calidad los cuales se desperdician, a continuación se ejecutan los cortes aprovechando su material en la construcción de los terraplenes, y en caso de no estar compensados, se completan con préstamos.

Los terraplanes se construyen por capas no mayores de 30 cm. hasta llegar al nivel de la subrasante; todas y cada una de ellas se compacta debidamente hasta el grado especificado -- (95 a 100%).

Obras de drenaje. Pueden ser superficiales o subterráneas, y fueron descritas en el inciso 3.3.6.

- Pavimentación. Se llama pavimento a una estructura consistente en una o más capas de materiales procesados que tiene por objeto resistir y distribuir cargas concentradas. En general existen tres tipos de pavimentos:

flexibles

rígidos

mixtos.

Los pavimentos flexibles constan de tres capas: la capa superficial o de superficie, capa base y capa sub-base; la capa de superficie es una mezcla de material bituminoso con agregados. La capa base puede consistir en piedra triturada tratada o no, o de materiales granulares mezclados con diferentes cementistas. La capa sub-base se forma con material de importación o bien, con el producto de alguna excavación en el sitio.

Los pavimentos rígidos consisten en una serie de losas de concreto hidráulico colocadas sobre una capa de material con resistencia equivalente al de la sub-base de un pavimento -

flexible.

Los pavimentos mixtos se presentan en dos casos: cuando se utilizan losas de concreto como base en un pavimento flexible, o bien cuando sobre un pavimento rígido deteriorado se coloca una capa de rodamiento flexible.

La principal función de un pavimento es la de transmitir y distribuir las cargas concentradas, al suelo.

La carga de una rueda produce en el suelo esfuerzos cortantes y normales, verticales y horizontales, estos esfuerzos pueden ser calculados con la teoría elástica.

El comportamiento de los pavimentos de carreteras y de los pavimentos de aeropuertos es, en su mayor parte, diferente.

Los principales factores de diseño para pavimentos de carreteras y aeropuertos que deben considerarse son los mismos; sin embargo, los valores asignados a cada factor son diferentes.

El peso total de un avión en general es mayor que el de un camión, pero el número de repeticiones de carga es mucho mayor en una carretera que en un aeropuerto. También el tránsito en carreteras siempre presenta un mayor número de vehículos cargados a las orillas de la carretera y en un aeropuerto, en cambio, la inmensa mayoría de los aviones se concentra en el centro de las pistas. Debido a lo anterior el mayor desgaste en los pavimentos de aeropuertos se pre-

sante en la franja en que se repite concentradamente el tráfico de aviones, las calles de rodaje y en las puntas de las pistas, poco deterioro se presenta en la plataforma y en las porciones centrales de las pistas. Como las cargas totales en aeropuertos son mucho más grandes que en las carreteras, el pavimento en los aeropuertos tiene espesores mayores.

Es indispensable para el correcto diseño del pavimento de un aeropuerto al conocer las diferentes componentes del peso de un avión en el momento de despegue y de aterrizaje, los cuales se mencionaron en el inciso 3.1.1.

Las distribuciones de carga sobre el pavimento están dadas por las diferentes configuraciones de trenes de aterrizaje y que se mencionaron en el inciso 3.1.1.

Los aviones en la actualidad son diseñados con trenes de aterrizaje distintos entre sí.

Se debe tener un claro entendimiento acerca de la distribución de la carga de los aviones en las diferentes zonas de los aeropuertos. Estas zonas pueden clasificarse de la siguiente manera:

plataformas

calles de rodaje

pistas de despegue y aterrizaje

Las plataformas están expuestas, por lo general, a cargas - elásticas y estas cargas se aplican por lo regular en el mismo lugar. La carga aplicada en las plataformas es la mayor que puede presentarse en cualquier zona del aeropuerto.

Las calles de rodaje son cargadas con cargas en movimiento a pequeñas velocidades y con una magnitud muy semejante a las de las plataformas.

Las pistas están expuestas a cargas en movimiento y a todo tipo de velocidades, la distribución y magnitud de cargas varía considerablemente dependiendo de la zona de la pista.

Se ha experimentado y concluido que a mayor tiempo de aplicación de carga mayor es la deformación producida.

En la parte central de la pista no se presenta el esfuerzo crítico ya que el avión transita a gran velocidad, y el peso del avión no es transmitido totalmente al pavimento porque las alas sustentan ya una buena parte del peso.

El diseño de pavimentos puede dividirse en dos partes: diseño estructural de las componentes de un pavimento; diseño de las mezclas de un pavimento.

En el diseño estructural de pavimentos la mayoría de los métodos son empíricos o semiempíricos por naturaleza y están basados en correlaciones con experiencias de campo.

- Señalamientos. Estos fueron descritos con amplitud en -

e. inciso 3.3.7.

- Obras adicionales. Fueron descritas en su totalidad en los incisos 3.3.8 y 3.3.9.

3.8.- CONSERVACION.

Los trabajos de conservación son efectuados de manera sistemática y continua, con el fin de mantener en óptimas condiciones los sistemas que integran un aeropuerto.

La conservación normal deberá efectuarse sin interferir los programas de servicio de las instalaciones aeroportuarias; en caso de ser una conservación mayor los aeropuertos pueden ser cerrados al tránsito aéreo hasta estar ésta reconstrucción terminada, o en algunos casos únicamente los sistemas que requieren dicha conservación.

La conservación de un aeropuerto es básicamente igual a la de una carretera en cuanto a pistas, calles de rodaje y plataformas, con la salvedad que estos trabajos requieren de un especial cuidado en cuanto a su ejecución y supervisión, debiendo cerciorarse al encargado de la obra de que los materiales seleccionados sean los especificados para cada caso, efectuando una limpieza absoluta del material sobrante una vez terminados estos trabajos.

La Secretaría de Asentamientos Humanos y Obras Públicas, por conducto de la Dirección General de Conservación de Obras Públicas, tiene a su cargo la conservación de los siguientes sistemas:

Superficies de rodamiento (pistas, calles de rodaje, plataformas y zonas de tajeo)

Acotamientos

Drainaje

Las principales etapas en cuanto a la superficie de rodamiento son:

Calafateo

Renivelaciones

Calavereo

Bacheo de Caja Asfáltica

Bacheo de caja Hidráulica

Aplicación de mortero asfáltico (Slurry Seal)

- Calafateo de grietas. Tiene por objeto evitar que el agua se introduzca a través de ellas a las capas inferiores del pavimento, propiciando su saturación con el consiguiente peligro de falla.

- Renivelación. Es el conjunto de labores requeridas para reponer la porción de la superficie de rodamiento que ha sufrido alguna deformación en su nivel original.

- Calavereo. Se le denomina al hecho de reponer una porción de superficie de rodamiento que ha sido destruida y removida por el tránsito. Por su tamaño las calaveras no afectan a las capas inferiores limitándose siempre a la carga

ta.

- Bacheo de caja asfáltica. Cuando los baches afectan la sub-base y/o la base, podrá elegirse entre combinar material de base hidráulica para esas capas y mezcla asfáltica para la carpeta o material asfáltico exclusivamente, dependiendo del tamaño, frecuencia y profundidad de los baches.

- Bacheo de caja hidráulica. Cuando la base y/o sub-base se vean afectados, el bacheo se podrá efectuar en el espesor correspondiente a esas capas con material de base hidráulica.

- Reparación de tramos cortos fallados. Se entiende por tramos cortos fallados aquellos cuya longitud no sobrepase los 10 m. y en los cuales existan fallas que trasciendan a la capa sub-rasante y a las terracerías. Para su corrección deberá removerse las diferentes capas del pavimento hasta llegar a aquella en que se localice la falla y proceder a su reconstrucción cuidando de utilizar los materiales indicados para cada capa.

- Aplicación de mortero asfáltico (Slurry Seal). Como su nombre lo indica es la aplicación de una mezcla de arena y material asfáltico para hacer que la superficie de rodamiento recupere sus condiciones originales.

Para los afortamientos los pasos a seguir para su reconstrucción son:
Reconstrucción.

AEROPUERTOS DE LARGO ALCANCE

- 1.- Acapulco
- 2.- Cancún
- 3.- Guadalajara
- 4.- La Paz
- 5.- Mazatlán
- 6.- Mérida
- 7.- México
- 8.- Monterrey
- 9.- Puerto Vallarta
- 10.- Tijuana
- 11.- Ixtapa-Zihuatanejo



AEROPUERTOS DE MEDIANO ALCANCE ⁴



- 1.- Campeche
- 2.- Cd. del Carmen
- 3.- Cd. Juárez
- 4.- Cd. Obregón
- 5.- Cozumel
- 6.- Culliacán
- 7.- Cheumal
- 8.- Chihuahua
- 9.- Durango
- 10.- Hermosillo
- 11.- León
- 12.- Manzanillo
- 13.- Matamoros
- 14.- Mexicali

- 15.- Nuevo Laredo
- 16.- Oaxaca
- 17.- Reynosa
- 18.- Tampico
- 19.- Tapachula
- 20.- Torreón
- 21.- Tuxtla Gutiérrez
- 22.- Uruapan
- 23.- Veracruz
- 24.- Villahermosa
- 25.- Los Mochis
- 26.- Coahuila-Coahuila-Minatitlán
- 27.- Poza Rica-Tuxpan
- 28.- San José del Cabo

AEROPUERTOS DE CORTO ALCANCE



BIBLIOGRAFIA.

Gastro A. y C. Iassa.

Introducción a la economía (2a. edición).
Siglo XXI Editores, S. A. 1970

Contreras Vargas Victor Manuel.

Tesis: Programación de inversiones en la infraestructura
aeroportuaria. 1976

Cruz Betistain Gonzalo N.

Apuntes de clase.

Enciclopedia de México, S. A.

Enciclopedia de México (Tomo I). 1977

Figueroa Palacios Esteban de Jesús y Weibmann Illades
Gerardo Johannes.

Tesis: Factores de proyecto en el sistema aeronáutico-
terrestre en un aeropuerto. 1977

López - Pedraza y Munera Francisco.

Aeropuertos (3a. edición)
Editorial Paraninfo, Madrid. 1970

Nava Uribe Miguel A.

Apuntes de clase.

Sánchez Méndez Arturo.

Apuntes de clase.

Dirección General de Programación SAHOP.

Esquema Nacional Aeropuerto. 1975

Pavimentación.

Bacheo.

Riego asfáltico.

Riego de sello.

- **Reconstrucción de acotamientos.** Cuando no garanticen por fallas de éstos, una eventual circulación de las aeronaves, éste deberá ser reparado para evitar los daños que la falta del mismo pueda ocasionar a la pista o a los aviones que por la misma circulan.

- **Pavimentación de acotamientos.** Como superficie de rodaje se podrá aplicar un riego de mezcla asfáltica, según se considere conveniente.

- **Bacheo de acotamientos.** Consiste en el relleno de oquedades aisladas cuyo espesor no sobrepase al del pavimento.

- El riego asfáltico en los acotamientos se construye de manera que en un momento dado soporte al peso del avión y evita que las turbinas succionen partículas de materiales por lo que deben pavimentarse mediante un riego de sello para su mayor protección.

- El riego de sello, tiene por objeto rehabilitar la capa asfáltica eliminando grietas e impermeabilizando los acotamientos.

En el drenaje los pasos son:

Desazolve de canales

Revestimiento de canales

Desazolve de alcantarillas

Reparación de alcantarillas

- Desazolve de canales. Los canales son zanjas construidas para encauzar las aguas provenientes de los escurrimientos tanto de las pistas, calles de rodaje y plataformas, hacia los límites del aeropuerto. El desazolve consiste en la remoción de los materiales ajenos, que reducen la sección hidráulica y obstaculizan al libre escurrimiento del agua.

- Revestimiento de canales. Los canales revestidos brindan un mejor funcionamiento, debido a que su coeficiente de rugosidad es mínimo, consiguiéndose con ello velocidades más altas, y manteniéndose su sección hidráulica en mejores condiciones.

- Desazolve de alcantarillas, es la remoción de los materiales que obstruyen la entrada, salida o el interior de una alcantarilla, impidiendo el libre escurrimiento del agua.

- Reparación de una alcantarilla, son múltiples las obras a realizar en la reparación de alcantarillas por lo que deben consultarse las normas y efectuar los trabajos apeandose a los lineamientos ahí descritos.

La conservación de los edificios, estacionamientos, señalamiento e -

Iluminación corre a cargo de las diferentes dependencias que tienen a su cargo los aeropuertos.

3.7.- ORGANISMOS QUE INTERVIENEN EN LA PLANEACION, CONSTRUCCION Y OPERACION DE LOS AEROPUERTOS.

- Secretaría de Asentamientos Humanos y Obras Públicas, - en la planeación, construcción y conservación.
- Secretaría de Comunicaciones y Transportes, en la planeación, operación y vigilancia a través de la propia Secretaría o de algún organismo descentralizado.
- Aeropuertos y Servicios Auxiliares, opera y administra.
- Servicios a la Navegación en el Espacio Aéreo Mexicano, se encarga de operar las ayudas a la navegación en los aeropuertos.
- Nacional de Abastecimiento de Combustibles de Aviación, empresa descentralizada para el abastecimiento de combustible.
- Servicio Especializado de Transportación Terrestre del Aeropuerto Internacional de la Ciudad de México.