

00164

6
24

METODOLOGIA PARA LA PLANEACION Y DISEÑO DE AEROPUERTOS

Tesis que presenta

Roberto Ortíz González

para obtener el grado de
MAESTRO EN ARQUITECTURA - TECNOLOGIA



U.N.A.M.



FACULTAD DE
ARQUITECTURA



DIVISION DE ESTUDIOS DE
POSGRADO E INVESTIGACION

**TESIS CON
FALLA DE ORIGEN**

**TESIS CON
FALLA DE ORIGEN**

1996



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.

JURADO

DIRECTOR DE TESIS:

M. EN ARQ. FRANCISCO REYNA GOMEZ

SINODALES PROPIETARIOS:

*DR. ALVARO SANCHEZ GONZALEZ
M. EN DIS. ARQ. JAN VAN ROSMALEN
JANSEN*

SINODALES SUPLENTE:

*M. EN ARQ. ENRIQUE SANABRIA ATILANO
M. EN ARQ. JORGE RANGEL DAVALOS*

PROLOGO

Conforme la industria aeronáutica civil va avanzando a pasos agigantados día a día en su desarrollo tecnológico, implica que la infraestructura aeroportuaria deba de ir a la par en esta actividad, esto se logra mediante el establecimiento de horizontes de planeación al corto, mediano y largo plazo; con lo que se evitarán problemas de desarrollo y crecimiento anárquicos y fuera de control, para cada uno de los elementos que integran al aeropuerto, como son los casos de falta de espacios, saturaciones y sobredimensionamientos de edificios terminales.

Para esto el presente trabajo constituye un texto básico de consulta para técnicos, consultores y todas aquellas personas que están relacionadas con las actividades de PLANEACION Y DISEÑO DE AEROPUERTOS; sirviendo además, como una guía para el establecimiento de cursos relacionados con esta especialidad de transporte.

CONTENIDO

página

	INTRODUCCION	
CAPITULO 1	ESTRUCTURA Y ORGANIZACION DE LOS AEROPUERTOS	
CAPITULO 2	FACTIBILIDAD DE NUEVOS AEROPUERTOS COMO PUNTO DE PARTIDA	
CAPITULO 3	PROSPECTIVA DE LA DEMANDA DEL TRANSPORTE AEREO DENTRO DE UN CONTEXTO	
CAPITULO 4	CONSIDERACIONES PARA EL DISEÑO DE LA INFRAESTRUCTURA AEROPORTUARIA	
CAPITULO 5	SISTEMA AEROPORTUARIO	
CAPITULO 6	PLAN MAESTRO DE UN NUEVO AEROPUERTO	
CAPITULO 7	PLAN MAESTRO DE UN AEROPUERTO EXISTENTE	
CAPITULO 8	EVALUACION ECONOMICA Y FINANCIERA	

CONCLUSIONES

REFERENCIAS

INDICE ALFABETICO

INTRODUCCION

El presente trabajo tiene como fin, proporcionar un texto de consulta para estudiantes, técnicos, consultores y todas aquellas personas que estén relacionadas con la actividad de PLANEACION Y DISEÑO DE AEROPUERTOS.

El enfoque que se utilizó en este trabajo está basado principalmente, en el establecimiento y desarrollo de conceptos por los cuales debe de ser sometido cualquier proyecto de infraestructura aeroportuaria, ya sea para construir un nuevo aeropuerto, o para ampliar y remodelar uno ya existente.

Los temas que se tratan en este documento están fundamentados en recomendaciones y criterios que pueden ser utilizados para cualquier emplazamiento aeroportuario.

La metodología que se emplea está basada en una planeación estructurada y organizada, que preve y racionaliza las necesidades de la infraestructura de un emplazamiento, nuevo o actual, con la finalidad de asegurar sus operaciones satisfactoriamente, tanto para el usuario, como para su aviación, establecido por un horizonte de planeación al corto, mediano y largo plazo todo esto cimentado en la demanda y estudios de factibilidad, a través del análisis técnico-económico.

CAPITULO 1

Estructura y Organización de los Aeropuertos

El gobierno de nuestro país, tiene la consigna de administrar los 57 aeropuertos que constituyen la Red Federal de Aeropuertos, los cuales están clasificados de la siguiente manera: 4 metropolitanos, 15 turísticos, 29 regionales y 9 fronterizos; los cuales se encuentran dispersos por todo el territorio nacional, cubriendo prácticamente las necesidades de infraestructura para el transporte aéreo requeridas en el país.

La administración de esta compleja red requiere de una cuidadosa planeación en sus necesidades de infraestructura para lograr la conservación, modernización y construcción. Para llevar a cabo estos trabajos, un grupo de expertos tiene a su cargo labores de proyectar, construir, ampliar adecuar y mantener la infraestructura aeroportuaria del país, por medio de una planificación a corto, mediano y largo plazo.

Con el desarrollo moderno, la planificación es cada día indispensable y necesaria para racionalizar y prever las necesidades de infraestructura de cualquier aeropuerto (nuevo o actual) al corto, mediano y largo plazo. Desde el nacimiento de la aviación por los hermanos Wright (1903), hasta comienzos de la Segunda Guerra Mundial (1939), la aviación civil no tuvo desarrollo significativo. Al finalizar la Primera Guerra Mundial, en la conferencia de paz de Versalles se estableció la "Conferencia Internacional de Navegación Aérea", se internacionalizaron las normas de aviación civil, en el año 1910 se intentó efectuar un consenso internacional el cual no tuvo éxito. Las normas de aviación de esta conferencia permanecieron desde el año de 1910 hasta el año de 1939.

Durante el período de 1939 a 1945 quedaron congeladas las normas, a consecuencia de la Segunda Guerra Mundial la aviación civil dió un enorme avance, en lo referente a los nuevos tipos de aviones monoplanos rápidos; se desarrollaron ayudas a la navegación con fines bélicos, adaptándose posteriormente sin ningún problema a la aviación civil. Ocasionalmente que los países que construyeron aeródromos para uso militar por la guerra, los transformarán en aeropuertos civiles posteriormente.

* En noviembre de 1944 en Chicago, Illinois, E.U.A., se establece el "Convenio de Chicago sobre Aviación Civil" para la posguerra, donde se indicó que:

El desarrollo futuro de la aviación civil internacional pudiese contribuir poderosamente a crear y preservar la amistad y el entendimiento entre las naciones y los pueblos del mundo, mientras que el abuso de la misma pudiera llegar a significar una amenaza a la seguridad en general.

Con el deseo de evitar discusiones entre las naciones y los pueblos, se promovió entre ellos la cooperación, de lo cual dependía la paz del mundo. Los gobiernos que suscribían, habiendo convenido en ciertos principios y arreglos, a fin de que la aviación civil internacional pudiese llegar a desarrollarse de manera segura y ordenada, y de que los servicios internacionales del transporte aéreo se establecieran sobre una base de igualdad de oportunidades, realizándose en modo sano y económico.

Este convenio fijó 96 artículos, definiéndose los derechos de los estados contratantes, la disposición del establecimiento de prácticas internacionales recomendables y el aconsejamiento de la agilización del transporte aéreo reduciendo las formalidades aduanales y de inmigración. El 4 de abril de 1947 quedó constituida la "Organización Internacional de Aviación Civil" (OACI), donde una de las principales funciones y cometidos del consejo fue la adopción de normas internacionales y la recomendación de procedimientos. Una vez adoptadas las normas y procedimientos se incorporaron como anexos al Convenio de Aviación Civil Internacional. Con el fin de que el transporte aéreo fuese incrementando su demanda en gran proporción, fabricando aeronaves de mayor capacidad, para que los usuarios empezaran a ver el servicio del transporte aéreo como un importante avance en el transporte.

El gran desarrollo que ha tenido la actividad aeroportuaria a partir de los años 60 -reflejo de la explosión demográfica y el desarrollo económico- trajo como consecuencia una mayor complejidad en la planificación, construcción y operación de los aeropuertos.

* NORMAS Y METODOS RECOMENDADOS INTERNACIONALES, Aeródromos Anexo 14 Al Convenio sobre la Aviación Civil Internacional

Lo que obligó a la realización e implementación de metodologías que ayudasen a prever las necesidades con cierto grado de factibilidad, racionalizando el gasto, de tal manera que las inversiones estuviesen encaminadas a proyectos justificados y necesarios manteniendo el principio de proporcionar un beneficio social y desde el punto financiero fuesen atractivos. Razón por la cual se realizan estudios de factibilidad para ampliar o remodelar aeropuertos en operación, o en el caso más crítico construir nuevos aeropuertos en ciudades que por sus características y necesidades lo ameritan. Considerando las normas internacionales y nacionales para un buen desarrollo aeroportuario, estableciendo recomendaciones a corto plazo con fronteras determinadas (1 a 5 años), teniendo una amplia visión de conjunto, fijando un horizonte de planeación a mediano plazo.

ESTRUCTURA ADMINISTRATIVA

Para la planificación de un aeropuerto, es necesario considerar dos factores importantes y estrechamente unidos entre sí; El primero es que el emplazamiento debe de contar con instalaciones que atiendan en forma segura y eficiente la demanda del tráfico aéreo, contando para ello con buenas comunicaciones por tierra, sistemas internos eficientes para la atención de los usuarios, su equipaje y transportación, disponer de zonas de mantenimiento, edificaciones para el control aéreo, cuerpo de rescate y extinción de incendios, su administración y la de las compañías aéreas y concesionarios. El segundo factor a considerar es que el servicio aéreo presenta grandes repercusiones directas en los alrededores del aeropuerto, siendo de gran importancia el efecto en la población a través del impacto ambiental generado por el ruido de las aeronaves y la modificación del uso del suelo al ubicarse industrias y apoyos externos en la región.

Existen una serie de organizaciones a nivel nacional e internacional relacionadas con el transporte aéreo, con actividades enfocadas a fomentar el interés de la aviación civil, efectuando reuniones para tratar puntos de la industria aeronáutica, estableciendo métodos aeronáuticos, facilitando el cambio de opiniones y puntos de vista de quienes explotan, administran o dirigen aeropuertos.

La estructura administrativa de un aeropuerto está reglamentada en función de normas y procedimientos nacionales e internacionales, con el fin de impulsar la seguridad aérea, promover la aviación civil y el sistema de aeropuertos, lograr el uso eficaz del espacio aéreo navegable, desarrollar y operar un sistema común para el control del tráfico y de la navegación aérea, para aeronaves civiles y militares. Estos elementos de la administración aeroportuaria comprenden los siguientes aspectos:

Reglamento de Seguridad.- Publicación y observancia de las reglamentaciones referentes a la fabricación, operación y mantenimiento de aeronaves; clasificación y certificación del personal de vuelo, certificación de los aeropuertos abiertos al transporte aéreo, inspección en vuelo de las instalaciones de navegación aérea en el país y fuera de él, en caso de ser necesario.

Investigación y Desarrollo.- Actividades encaminadas a lograr sistemas de navegación aérea y de control de tráfico aéreo seguro y eficiente tanto a la aviación civil como para el sistema de defensa aérea; desarrollo y ensayo de aeronaves perfeccionadas, motores y otras tecnologías aeronáuticas.

Investigaciones de Navegación Aérea.- Emplazamiento, construcción, mantenimiento y operación de las ayudas a la navegación visuales o electrónicas, de propiedad federal.

Dirección del Espacio y Tráfico Aéreo.- Funcionamiento de la red de torres de control de tráfico aéreo, centros de control de tráfico de aerovías, reglamentos del tráfico aéreo y distribución del espacio aéreo.

Planificación de Aeropuertos y Programas de Desarrollo.- Determinación del tipo y costo de desarrollo de los aeropuertos de uso público necesarios para el plan nacional de aeropuertos; previsión y administración de los fondos concedidos a las organizaciones en la planificación de la red de aeropuertos, planes directores de aeropuertos y desarrollo de aeropuertos públicos.

Inscripción y Registro.- Establecimiento del sistema de inscripción de nacionalidad de aeronaves, motores, hélices y accesorios, así como del sistema de registro de propiedad de aeronaves.

Aviación Civil en el Extranjero.- Promoción en otros países por medio de asistencia técnica, intercambiando información y entrenamiento de personal extranjero.

Otros Programas.- Diversos programas entre los que se incluyen la publicación de información sobre aerovías, servicios de los aeropuertos y otro material técnico, así como la administración de los planes de garantía de préstamo de aeronaves.

Existen tres diferentes estructuras administrativas:

CONDICIONAL - GENERALIZADA - CENTRALIZADA

CONDICIONAL

La estructura administrativa condicional para un aeropuerto está constituida por un organismo independiente para la promoción y reglamentación de la industria del transporte aéreo interestatal de un país, y entre un país y el resto de las naciones. Un consejo que concede las licencias para el ejercicio de los servicios de transporte y aprueba o desaprueba las proposiciones de precios, tarifas, acuerdos y relaciones corporativas entre transportistas aéreos, mediante la promulgación de normas generales o considerando los casos particulares.

Las funciones primordiales de esta estructura comprenden lo siguiente:

Autorizar a los transportistas aéreos del país a invertir en el transporte aéreo entre estados y el transporte exterior; y a los transportistas extranjeros a operar en el país y otros países.

Establecer y ajustar los niveles de tarifas extranjeras y la suspensión de tarifas y precios si se consideran ilegales.

Las operaciones de subvención y servicio a las pequeñas comunidades, las cuales seleccionan y si es necesario, subvencionan el nivel esencial de servicio a cuando menos 500 pequeñas comunidades.

Aprobar o negociar los diferentes compromisos o acuerdos entre transportistas aéreos, exclusivamente, u otros, para garantizar que no tienen lugar prácticas competitivas desleales.

Negociar y mejorar los acuerdos bilaterales para el transporte aéreo internacional.

Efectuar la administración de una contabilidad uniforme de los transportistas aéreos y del sistema de información.

Publicar y analizar las estadísticas.

GENERALIZADA

La planificación y financiamiento de los aeropuertos varía de un país a otro y los métodos de cada nación en particular dependen fundamentalmente de la estructura de la organización de la administración general de los transportes dentro del país. Al inicio de la aviación civil el establecimiento de aeropuertos era de incumbencia local y estaban financiados principalmente por la municipalidad o por capital privado.

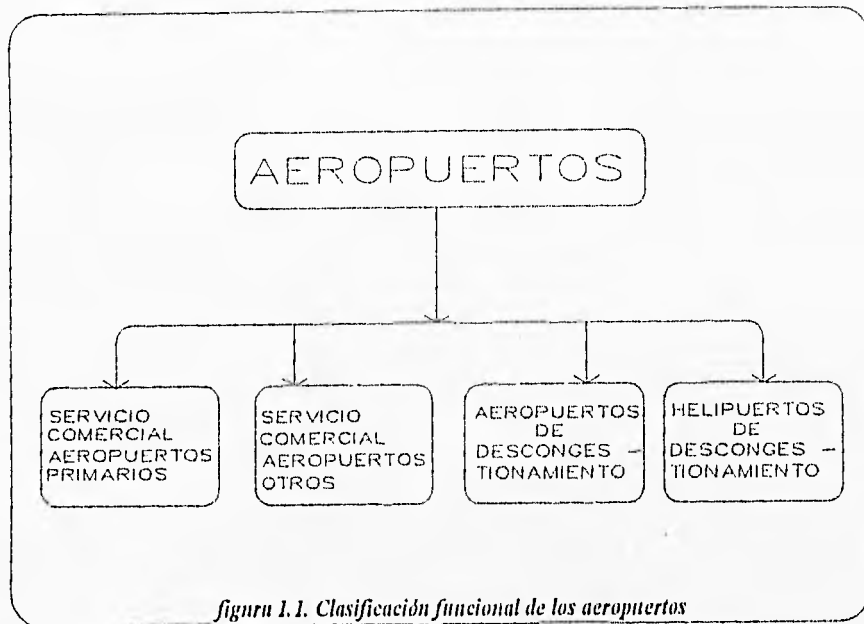
A consecuencia de esto el gobierno municipalizó los aeropuertos, administrándolos a través de un organismo competente a nivel nacional o regional (organizaciones paraestatales). Este organismo lo constituyen departamentos y oficinas de aviación, y en algunos casos comisiones aeronáuticas estatales, cuyo objetivo es ostentar la propiedad y explotar los aeropuertos.

CENTRALIZADA

El incremento masivo del volumen de usuarios requiere la ampliación de los edificios en el área terminal de pasajeros; al mismo tiempo, el aumento de peso y los avances tecnológicos de las aeronaves exigen mayores inversiones para la ampliación de las pistas de vuelo, calles de rodaje y plataformas de estacionamiento, paralelamente a las ayudas visuales a la navegación y sistemas de aterrizaje. Estas exigencias están en ocasiones fuera de la capacidad de financiamiento privado, por lo que la propiedad privada de los aeropuertos tiende a desaparecer, creando la estructura administrativa centralizada, cuyo propietario es un organismo o departamento gubernamental el cual es regido por un ministro de aviación civil o es una sección del ministerio del transporte.

ORGANIZACION DE LA RED AEROPORTUARIA

Los aeropuertos de transporte de cualquier país en la actualidad dentro de su organización de la red aeroportuaria, deben de cubrir prácticamente las necesidades básicas, con la finalidad de satisfacer la demanda actual y futura, tomando en cuenta su capacidad. En la **FIGURA 1.1** se muestra la clasificación funcional de los aeropuertos a efecto de su administración, con su descripción correspondiente.



Servicio Comercial Aeropuertos Primarios.- Son aeropuertos públicos abiertos al servicio regular y que embarcan más del 10% del total de salidas de todos los aeropuertos comerciales.

Servicio Comercial Aeropuertos Otros.- Son aeropuertos públicos abiertos al servicio regular que embarcan más de 2,500 pasajeros anuales, pero menos del 10% que requiere la primera categoría.

Aeropuertos de Descongestión.- Son aquellos aeropuertos designados por una secretaria y que tienen como función descongestionar a un aeropuerto comercial y proporcionar un mayor acceso de la aviación general a la comunidad.

Aeropuertos Públicos.- Cualquier otro aeropuerto público (aviación general).

Helipuertos de Descongestionamiento.- Son centrales aéreas que tienen como función básica descongestionar un aeropuerto comercial desviando el tráfico potencial de pasajeros de aeronaves de ala fija, hacia las compañías de transporte aéreo que emplean helicópteros.

Dentro de la operación de los aeropuertos existe su clasificación según su tamaño y actividades características de las aeronaves que usan las instalaciones. Estos aeropuertos se clasifican en utilitarios y de transporte:

Los aeropuertos utilitarios son emplazamientos que atienden a la aviación general y están destinados, generalmente, para atender las aeronaves pequeñas que tengan velocidades de aproximación inferiores a 225 km/h (120 nudos). Estos aeropuertos se clasifican en cuatro categorías:

Utilitarios Básicos, Primer Escalón.- Las instalaciones de estos tipos de aeropuertos reciben, generalmente un 75% de aviones monomotores, y pequeños bimotores con peso inferior a los 5670 kg. (12500 lb.), están emplazados fundamentalmente en lugares de poca actividad, atendiendo vuelos personales y de negocio.

Utilitarios Básicos, segundo Escalón.- Estos aeropuertos reciben la misma flota de aeronaves que los anteriores, más una gama amplia de pequeñas aeronaves de negocios y taxis aéreos, tipo bimotor. Están dedicados, fundamentalmente, al enlace entre comunidades de tamaño medio, con diversidad de uso, contando con un incremento potencial de actividades aeronáuticas.

Utilitarios Generales, Primer Escalón.- Estos aeropuertos están destinados primordialmente al servicio de las áreas metropolitanas marginales o a las grandes comunidades remotas. Esta clase puede recibir cualquier aeronave de menos de 5670 kg. (12500 lb.), con envergaduras de hasta 15m (48 pies) y no contando por lo general de aproximaciones instrumentales de precisión.

Utilitarios Generales, Segundo Escalón.- Aeropuertos con capacidad para recibir aeronaves con velocidades de aproximación superiores a los 225 km/h (120 nudos), con envergadura de hasta 25 m. (80 pies), dotados generalmente de instrumentación para aproximaciones de precisión.

NOTA: Los dos aeropuertos utilitarios básicos están previstos para su utilización por aeronaves con envergadura menor a los 15 m (48 pies), sin considerar previstos de aproximaciones de precisión. Los aeropuertos de transporte tienen capacidad para recibir aeronaves con velocidad de aproximación superior a los 225 km/h (120 nudos). Estos aeropuertos generalmente son utilizados por aeronaves con motor de reacción, sus instalaciones están dotadas para las aproximaciones de precisión.

CAPITULO 2

FACTIBILIDAD DE NUEVOS AEROPUERTOS COMO PUNTO DE PARTIDA

A consecuencia de resolver los problemas de tráfico aéreo y el progresivo aumento de la demanda dentro del sistema aeroportuario, por no considerar factores de aeronaves y pasajeros, ocasionaba que las soluciones aptas a todos los gustos, conducesen en forma rápida a la saturación del aeropuerto. Esto generó el urgente estudio de nuevos aeropuertos y la modificación de los existentes de acuerdo con las exigencias actuales y futuras. El tamaño y número de las aeronaves en servicio aumenta día a día en forma rápida, y sus características cambian tan rápidamente, que es necesario variar continuamente las normas de construcción, acoplándose estas, en cada caso a las necesidades del momento, con las previsiones futuras. Las dimensiones de los aeropuertos, capacidad, modalidad de necesidades, servicios, circulaciones, demandas, etc., han creado la necesidad de nuevas técnicas, las cuales anteriormente no podían aplicarse a estas actividades tan características.

La determinación de las necesidades de una zona y las características de los centros de comunicación aérea en cada núcleo de población, se efectúa en función del volumen de tráfico aéreo o número de pasajeros aéreos que puede generar ella misma y de la distancia media de recorrido por pasajero. Estos puntos fijan el carácter de cada aeropuerto y los tipos de aeronaves a utilizar en el tráfico aéreo, así como las características dimensionales de todas las instalaciones de tierra.

Esto es consecuencia de un estudio minucioso, donde se efectúa para ello el análisis de:

Desarrollo aéreo futuro del país, el cual puede servir como guía para fijar el tráfico de la zona en estudio.

Proceso ejecutivo del tráfico aéreo en la misma.

Datos sobre el desarrollo obtenido en otras poblaciones similares, por el establecimiento de una zona de comunicaciones aéreas.

El proceso evolutivo aéreo que sufre alguna zona, región o núcleo urbano con la instalación de un aeropuerto, está íntimamente ligado, como cualquier otro tipo de transporte, a la población y a la modalidad de la misma, dependiendo en general, de los siguientes factores:

Núcleo de población.

Carácter económico del área.

Situación geográfica.

Potencial existente del tráfico

El carácter económico de las ciudades influye considerablemente, al confirmar los factores mencionados, mediante unos coeficientes positivos o negativos, según sea el caso. Con este carácter económico las poblaciones pueden clasificarse en:

Capitales

Centros Comerciales

Centros Turísticos

Centros Industriales

Para el estudio del tráfico aéreo de estas poblaciones, está en primer lugar y como factor importante, la influencia de capital, de turismo y comercial, siendo de manera análoga, lo que hace aumentar considerablemente el tráfico aéreo en la zona, si bien en las zonas turísticas responde a características estacionales, de gran irregularidad en el año, por el contrario los centros industriales aumentan el tráfico. La influencia de la situación geográfica es a veces decisiva; en general, una población tendrá tanto más tráfico aéreo cuantos más núcleos urbanos la circundan.

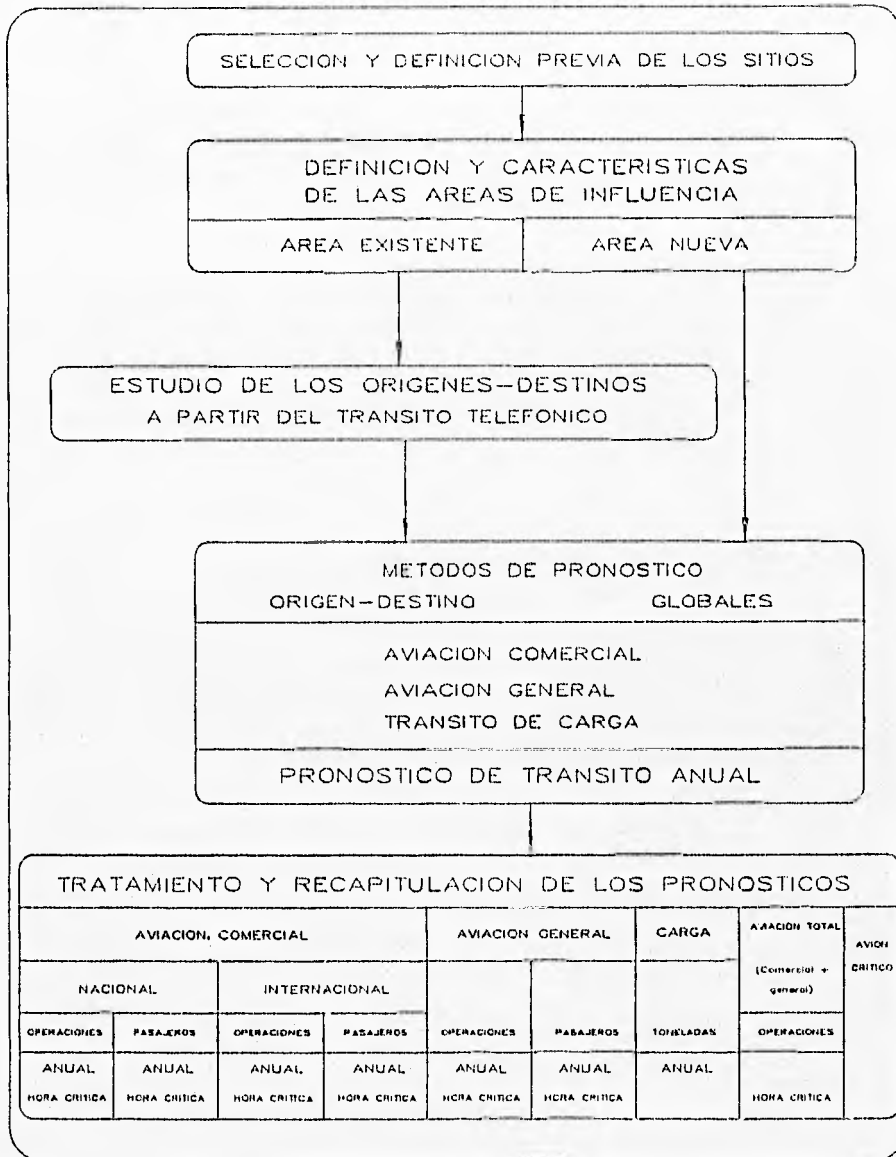


Figura 2.1 Demanda de transporte aéreo

PREDICCIÓN DE LA DEMANDA DEL TRANSPORTE AEREO

Para predecir la demanda del transporte aéreo, es necesario definir todos sus parámetros (pasajeros, operaciones, carga) en todas sus formas (anual, horaria, hora crítica) en rangos que determinan con el área de influencia del aeropuerto, lo que lo constituye el conjunto de localidades cercanas al aeropuerto, cuyos habitantes harán uso del transporte aéreo.

A la población circunvecina se le puede aplicar ciertos modelos de previsión, dentro de los cuales el más importante es el de la previsión del número anual de pasajeros nacionales comerciales, como es el caso del estudio de las relaciones telefónicas entre las localidades del área de influencia y el resto del país; en caso de no existir éste tipo de información, será necesario utilizar otros modelos más generales, como son los basados en datos socio-económicos del área de influencia tales como: población, hoteles, ingresos. *figura 2.1.*

OFERTA DE INFRAESTRUCTURA AEROPORTUARIA

Definida la demanda en forma anual en base a los elementos mencionados en el inciso anterior, se plantean las necesidades de infraestructura aeroportuaria, cuyos planteamientos se realizarán después de establecer las condiciones locales tales como meteorología, topografía, geología etc., e incluso, llegar a describir la situación actual de un aeropuerto en operación. *figura 2.2*

Con los datos definidos, se podrá dimensionar cada elemento del aeropuerto, utilizando métodos que permitirán visualizar las inversiones compatibles con el nivel de estudio de factibilidad. Cada elemento constitutivo del aeropuerto se agrupará en el desarrollo del mismo a largo plazo estableciendo el Plan Maestro, que definirá la organización de la infraestructura aeroportuaria. En base a esto será posible describir el programa anual de inversión, dentro de la fecha de toma de decisión, hasta el horizonte a largo plazo (15 años).

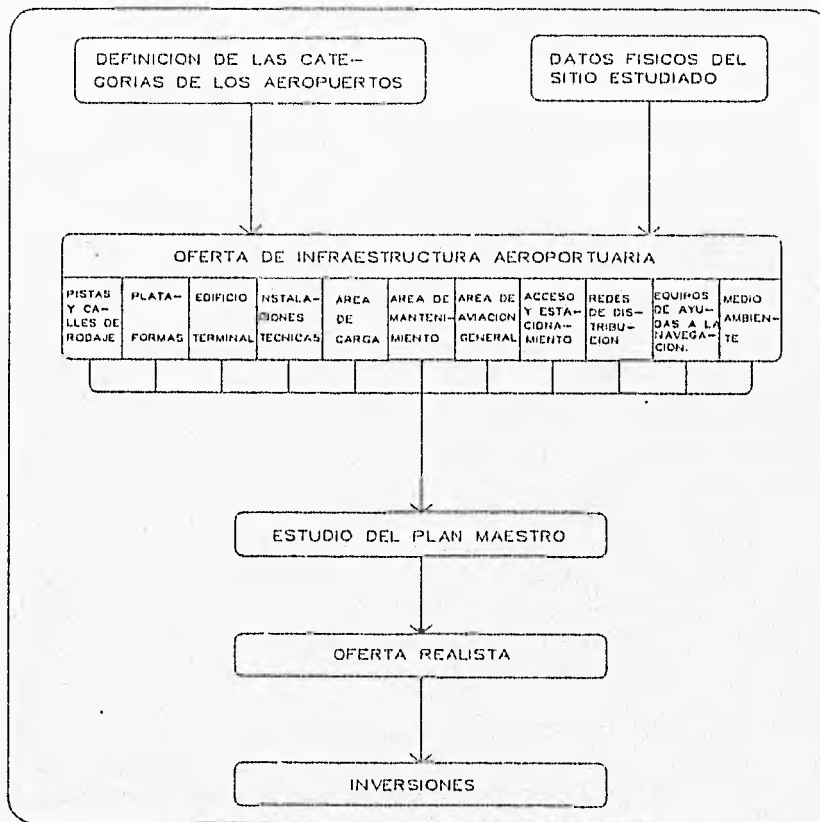


figura 2.2. oferta de infraestructura

ANALISIS DE FACTIBILIDAD

Es necesario y fundamental estudiar la totalidad de los ingresos y egresos inducidos por la creación de la infraestructura *figura 2.3*, con la finalidad de observar el punto de vista regional y nacional en lo referente a transportistas, usuarios, organismos que operan el aeropuerto, etc., juzgando esto en función de criterios simples, definiendo los indicadores como:

Las tasas internas de retorno económicas o financieras.

Los beneficios totales actualizados acumulados en el período de estudio.

El número de personas afectadas por la construcción y operación del aeropuerto.

La generación de empleos.

Y la participación y crecimiento del producto interno bruto (PIB).

COSTO E INVERSION

Para poder establecer el monto de las inversiones en una ampliación o construcción de un nuevo aeropuerto, es primordial tener en consideración la "oferta realista" en la que intervienen los criterios cuantitativos y cualitativos dentro del Plan Maestro, efectuando un balance del estado actual del presupuesto en lo referente a las obras establecidas en el horizonte de planificación de acuerdo a las previsiones de la demanda.

Los costos de un aeropuerto con respecto a otro, no son de la misma naturaleza, por ser susceptible de variaciones muy importantes, como es el caso de la adquisición de terrenos, saturación de rutas de acceso, etc. Para determinar el monto de las inversiones es necesario multiplicar cada una de las áreas o unidades por su respectivo costo unitario, posteriormente al ser sumadas se obtendrá el monto total de la inversión para cada etapa considerada.

El o los estudios del calendario de inversiones están apoyados en las previsiones del tráfico aéreo; la actividad aérea sobre un aeropuerto está bien asegurada ya sea por las compañías nacionales o por las compañías internacionales, pero no necesariamente de la actividad de todo el país o de la política en materia de aeropuertos.

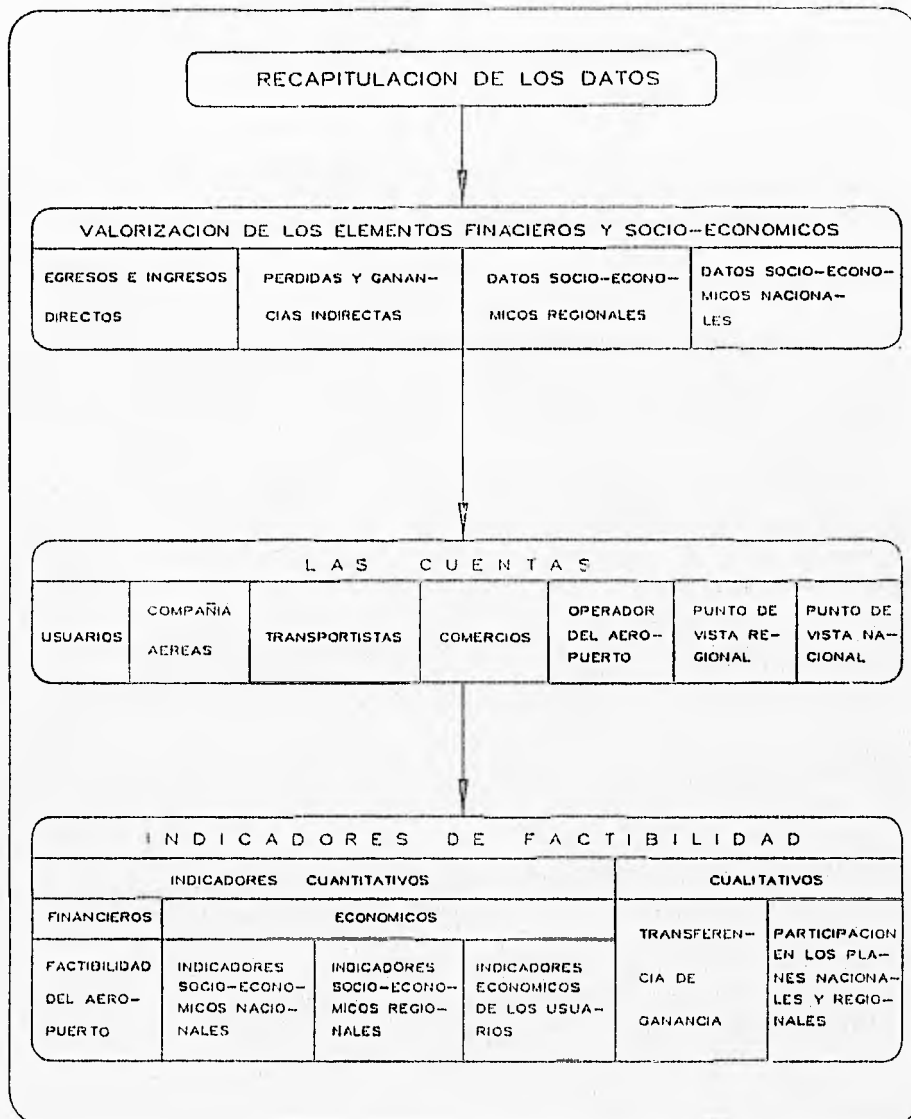


figura 2.3 Análisis de factibilidad

los estudios de previsión y calendario de inversiones al ser utilizados con prudencia y confiabilidad, harán que el proyectista adquiera la intuición y la orientación propia para tratar prácticamente los verdaderos problemas del desarrollo de un aeropuerto.

Al estimar la totalidad de los ingresos y egresos inducidos por la creación de la infraestructura, dan como resultado los indicadores que representan el punto de vista de cada uno de los elementos en forma sintetizada. Estos indicadores son los siguientes:

Tasas internas de retorno económicas o financieras.

Beneficios totales actualizados acumulados en el período de estudio.

Número de personas afectadas por las perturbaciones.

Empleos creados.

Participación en el producto interno bruto y en su crecimiento.

Costo de los empleos creados.

La comparación de cada indicador en un mismo estudio permite obtener hipótesis interesantes; la comparación de cada indicador de un estudio con otro, permite elaborar trabajos de planificación.

ZONA DE INFLUENCIA

La zona de influencia de un aeropuerto es el área que abarcan la mayor parte de los usuarios que se ubican necesariamente dentro de cierta zona geográfica situada alrededor de la terminal aérea.

En algunos aeropuertos se efectúan encuestas del lugar de origen o de residencia, o bien del lugar de destino de los pasajeros, las cuales revelan que la distribución geográfica implica límites precisos cuando se expresa en tiempo de recorrido (automóvil), hasta o desde el aeropuerto, como lo muestra la *figura 2.4* donde:

El 95% del tránsito del aeropuerto proviene de la población situada a menos de 40 minutos de recorrido.

Y el 5% del tránsito proviene de una población diseminada que se ubica más lejos.

Lo que indica que la distancia al aeropuerto no constituye ningún problema para la utilización del transporte aéreo hasta 40 minutos de recorrido.

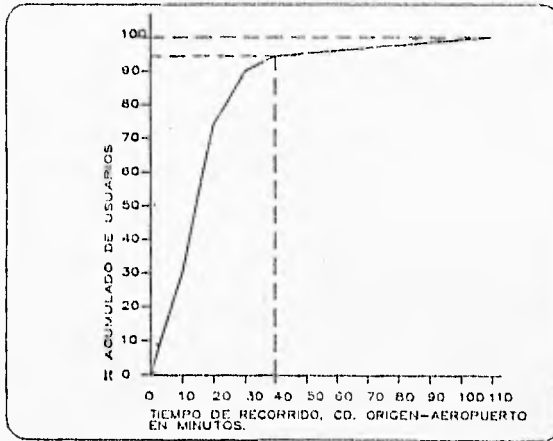


figura 2.4 Curva acumulada

En casos particulares de que el aeropuerto esté alejado de una gran ciudad y que el recorrido sea mayor de 40 y menos de 60 minutos, será necesario tener en cuenta su participación en el tránsito aéreo, donde su volumen será afecto en un 20% de reducción. (figura 2.5)

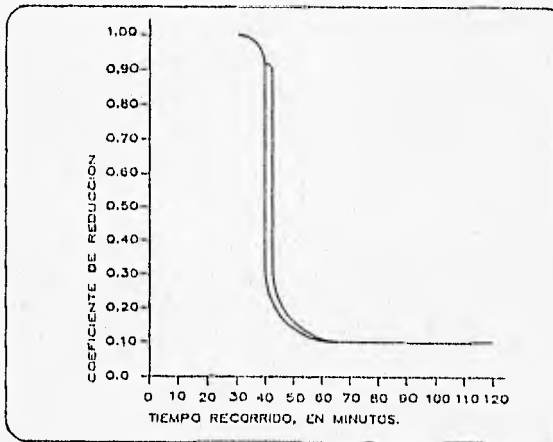


figura 2.5 Coeficiente de reducción

IMPACTO AMBIENTAL

El impacto ambiental común al desarrollo de los aeropuertos, es el ruido aeroportuario que es el más difícil de controlar, desde la aparición de las aeronaves comerciales a reacción en el año de 1959, se han producido cambios radicales en la naturaleza y magnitud del problema del ruido en los aeropuertos. Este problema de entorno se ha agudizado por la combinación de varios factores, entre los que se incluyen:

Aumento del tráfico, especialmente de vuelos con mayores y más potentes aviones a reacción.

Aumento de las urbanizaciones en las proximidades de los aeropuertos.

Aumento de la sensibilización de la opinión pública hacia los problemas ambientales en general y a los problemas del ruido aeroportuario en particular.

Uno de los principales empeños de los organismos estatales ha sido fomentar el desarrollo de la industria aeronáutica, de este modo las leyes y reglamentaciones federales han ocasionado cambios fundamentales en el proceso de planteamiento de aeropuertos. Los factores ambientales deben considerarse ahora con el mismo grado de importancia que la seguridad, la eficacia o los costos de construcción. Los planificadores de aeropuertos deben esforzarse y considerar los puntos de vista de los organismos oficiales, miembros de la comunidad aeronáutica y público en general.

Los proyectos del desarrollo de los aeropuertos producen normalmente efectos adversos inevitables en el entorno, por ejemplo, la adquisición de terrenos adicionales para un aeropuerto puede obligar a algunas personas, industrias y actividades agrarias a desplazarse y buscar nuevos emplazamientos; el aumento del tráfico aéreo causará mayor contaminación atmosférica e incrementará el nivel de ruido, la mejoría de los sistemas de balizamiento repercutirá en mayor número de operaciones nocturnas que pueden dar lugar a mayores molestias a las residencias vecinas.

Un aeropuerto por razones de tamaño y naturaleza, puede tener grandes efectos en el uso del suelo de sus alrededores. Estos impactos pueden ser económicos, de desarrollo o visuales. Los planificadores y proyectistas de aeropuertos deben emplear todas las técnicas de diseño y medios de control de uso de suelo disponible con el objeto de reducir el impacto negativo en el entorno del aeropuerto como dentro de él.

Uno de los más serios problemas causados por el desarrollo de un aeropuerto y su influencia en el medio ambiente, es la contaminación del aire y del agua. Estos problemas son también los más complejos, su evaluación y control reclaman la ayuda de especialistas altamente calificados.

Los contaminantes del aire se clasifican en cinco clases:

Partículas

Monóxido de carbono

Oxidantes fotoquímicos

Oxidos de nitrógeno

Dióxido de azufre

La contaminación del aire en un aeropuerto puede provenir de distintas fuentes. Las más importantes son las siguientes:

Gases de escape de los motores de las aeronaves

Aspersión de combustible

Sistemas de aprovisionamiento de las aeronaves

Gases de escape de los motores de vehículos de pasajeros, empleados y visitantes del aeropuerto

Equipos de los servicios de tierra

Trabajos de construcción

La contaminación del agua puede ser el resultado directo de la construcción o explotación del aeropuerto, o consecuencia indirecta del desarrollo inducido por la presencia del aeropuerto. La supresión de la tierra vegetal o cualquier otra práctica constructiva puede dar lugar a una erosión inapreciable o una posterior sedimentación. La polución del agua, consecuencia de la explotación del aeropuerto se agrupan en cinco clases:

Residuos sanitarios

Contaminación del agua de lluvia

Residuos procedentes del combustible, operación y limpieza de las aeronaves

Residuos procedentes de las revisiones y mantenimiento de las aeronaves

Residuos industriales

Los tres problemas hidrológicos más comunes relacionados con la construcción de un aeropuerto son:

Inundaciones

Intercepción del agua en sus movimientos por terraplenes o trabajos de drenaje

Intrusión de la salinidad.

El desarrollo de un aeropuerto implica la construcción de vastas extensiones para pistas de vuelo, calles de rodaje, edificios, estacionamientos y otras superficies impermeables. Todo esto hace decrecer la infiltración de agua de lluvia e incrementa el caudal de las corrientes lo que puede causar inundaciones. En ocasiones los aeropuertos se construyen a la orilla del mar, cuya tierra está compuesta de materiales blandos e inestables, en estos casos es necesario desviar canales, drenar y rellenar áreas pantanosas, tales cambios en el entorno hidráulico pueden dar lugar a cambios climáticos locales, modificar los cauces normales del movimiento del agua y hacer peligrar la fauna vegetal, animal y acuática.

Las planificaciones de aeropuertos pueden tener grandes éxitos reduciendo el impacto ecológico, gracias a mejores planificaciones, proyectos y construcción, ya que el impacto ecológico es consecuencia de los trabajos de construcción, de las actividades relacionadas con la explotación diaria o del desarrollo inducido por la existencia del aeropuerto.

CAPITULO 3

PROSPECTIVA DE LA DEMANDA DEL TRANSPORTE AEREO DENTRO DE UN CONTEXTO

Dentro de la planeación aeroportuaria de demanda del transporte aéreo está íntimamente relacionada con la capacidad misma del aeropuerto en lo referente a los elementos que la integran como son los usuarios, operaciones, cargas, etc., en forma anual, horaria, hora crítica, etc.; todo esto con un nivel o calidad de servicio que se da al pasajero que hace uso de las instalaciones.

Para efectuar el análisis de capacidad de un aeropuerto es necesario considerar los siguientes elementos:

El volumen de la demanda y el período durante el cual se pretende satisfacer.

El nivel de calidad de servicio que se pretende ofrecer al usuario.

El equilibrio entre las capacidades propias de cada uno de los sistemas y subsistemas del aeropuerto.

Fundamentado lo anterior, es muy importante establecer una adecuada metodología que permita conocer con certeza los intervalos de variación de la demanda esperada. La predicción de la demanda requerirá de un trabajo arduo de suposiciones, ocasionando que mientras más lejano sea el horizonte establecido, mayor será el grado de incertidumbre. El nivel de demanda potencial de un aeropuerto en cada uno de sus sistemas tiene implicaciones diferentes, por lo que es necesario que el análisis se realice tomando en cuenta los factores que separadamente influyen a cada elemento que lo constituye.

El análisis de la demanda debe ser expresado en términos relevantes al diseño y dimensionamiento de las instalaciones del aeropuerto; existe el caso de que dos aeropuertos con el mismo volumen de pasajeros anuales, pueden tener requerimientos muy diferentes tales como las áreas de los edificios, posiciones de plataforma, horas pico, o la composición de las flotas de aeronaves que en ellos operan. Con todo esto la persona que planifica, al evaluar la capacidad del aeropuerto en estudio deberá utilizar pronósticos a corto y mediano plazo, con la finalidad de tener la certeza de que sus consideraciones están solidamente fundadas en elementos conocidos.

Determinados los pronósticos, se efectúa un ejercicio de análisis para determinar los factores básicos de dimensionamiento de cada elemento por separado. El grado de precisión en el pronóstico debe atender al hecho de que algunas instalaciones aeroportuarias requieren de largos plazos para ser puestas en operación, en tanto que otras pueden desarrollarse con mayor rapidez, de acuerdo con los cambios que la demanda pudiera imponer.

Al desarrollar los sistemas del aeropuerto sobre una base de adaptabilidad y flexibilidad, se puede ayudar a evitar el sobre dimensionamiento de las instalaciones, al mismo tiempo que permita su adecuado y ordenado desarrollo. Es necesario vigilar y actualizar con regularidad los pronósticos para adecuar las soluciones a los cambios que se presenten, como sucede con el volumen de actividad cuando es mayor que la previsión original.

Debe de existir una adecuada colaboración y coordinación entre las empresas de aviación y las autoridades aeronáuticas, todo esto con el fin de que el transporte aéreo se adapte con una relativa facilidad y rapidez a los cambios de la demanda, tomando en cuenta que los aeropuertos requieren plazos prolongados para adecuar sus instalaciones. Esto adquiere especial relevancia para evitar que los aeropuertos lleven a cabo obras para atender flujos que después de un tiempo desaparezcan, a consecuencia de que el mercado no fué lo suficientemente productivo.

PREDICCIONES DE LA DEMANDA DE TRANSPORTE AEREO

Un aeropuerto para servicio comercial regular que atiende por razones de economía, a la demanda de aviación general de una zona determinada, precisa realizar estimaciones de volumen de actividad en plazo corto, mediano y largo. Donde las estimaciones a largo plazo son utilizadas para determinar fundamentalmente las previsiones que deben hacerse por cuanto a disponibilidad de terreno. Las de corto y mediano plazo son utilizadas para el dimensionamiento y diseño de las instalaciones.

El proceso de planificación para el estudio y análisis de la demanda de un aeropuerto se divide de la siguiente manera:

Analizar los datos estadísticos o antecedentes de pasajeros movidos, operaciones anuales, número de aterrizajes y despegues, carga movida en toneladas, etc., en este estudio se deberá de incluir las tasas de crecimiento anual.

Establecer proyecciones a futuro con los datos anteriores, basandose en las tasas de crecimiento definidas por las estadísticas. Es necesario tomar en cuenta la información adicional para poder determinar si se pueden emplear las mismas tasas de crecimiento que fueron aportadas por las estadísticas o en su caso modificarlas, rectificando las tendencias según los factores de desarrollo económico, demográfico, turístico, etc., de la región a la cual sirve el aeropuerto. Además de que el proyectista también debe de considerar las tendencias del movimiento aeronáutico del país y las mundiales servirán como punto de comparación.

Con las estadísticas y sus proyecciones se establecen los "Parámetros de Proyecto" y sus tendencias, datos que permitirán definir la magnitud de los diferentes elementos del aeropuerto, mediante las concentraciones máximas frecuentes como son las posiciones simultáneas de aeronaves estacionadas en plataforma y su tipo, número máximo de pasajeros horarios, número máximo de vehículos en el estacionamiento, etc.

Con la cantidad o número de pasajeros anuales que son movidos en un aeropuerto, está la base de partida para las proyecciones, a consecuencia de ser el factor que permite la proyección a futuro con gran facilidad, acercandose a la realidad.

Al proyectar el número anual de operaciones, se necesitará fijar primeramente la relación de ocupación de aeronaves (número de pasajeros, promedio por aeronave, etc), tomando en cuenta las tendencias y cambios de equipo de vuelo, para posteriormente proyectar esta actividad al futuro. Con la ocupación y los pasajeros anuales, se podrá determinar el número de operaciones por año.

Las concentraciones máximas frecuentes indicarán que se tratan de valores máximos horarios, los cuales se presentan alrededor de 100 a 150 veces por año. Es necesario la proyección de los parámetros, de tal manera que se pueda definir la magnitud de cada elemento del aeropuerto en cualquier momento futuro, fijando las etapas de desarrollo del conjunto de elementos que lo forman; una vez definida la magnitud y las etapas de desarrollo, el conjunto de elementos que lo forman; una vez definida la magnitud y las etapas del desarrollo, el conjunto de elementos permite establecer el Plan Maestro del aeropuerto, cuyo plan regulará su crecimiento.

La predicción de la demanda futura del transporte aéreo se lleva a cabo a la escala macroscópica, contemplando la demanda como una respuesta a los niveles generales de cambio de una serie de variables, sin tomar en cuenta los efectos individuales de cada variable en particular. Los métodos son sencillos y se pueden aplicar a nivel local, nacional e internacional, cuando las tasas de crecimiento del tráfico han sido notablemente constantes a lo largo del tiempo. Estos métodos comprenden la opinión, encuestas de futuro, tendencias de predicción y predicción básica.

En condiciones de crecimiento reducido, la juiciosa predicción del pronosticador, próximo a los problemas y capaz de integrar y ponderar los factores implicados en la situación de que se trate; las posibilidades de éxito disminuirán conforme aumente la complejidad de la situación y si se requiere una predicción a largo plazo; el uso de opiniones puede convertirse fácilmente en una predicción a "tirones".

La técnica de encuesta de futuro dirigida a personalidades del transporte aéreo pueden estar en disposición de juzgar las tendencias futuras.

La predicción por tendencia que consiste en una simple extrapolación basada en el juicio de las tendencias del pasado. Procedimiento de razonable confiabilidad en predicciones a corto plazo, especialmente cuando el procedimiento de extrapolación se lleva a cabo con tasas de crecimiento variables por tener en cuenta las variaciones a corto plazo de las tendencias seculares. A largo plazo este tipo de extrapolación es poco confiable y técnicamente difícil de confiar.

Otra técnica utilizada para la predicción del transporte aéreo es el método de Predicción Básica, en el que se supone que el porcentaje de transporte de una ciudad en volumen nacional de pasajeros anuales permanece constante con el tiempo. Las predicciones para el aeropuerto se obtienen por aplicación de estos porcentajes a los pasajeros nacionales. Pero este método tiene dos limitaciones muy importantes, que son:

El porcentaje de las cifras nacionales no permanece necesariamente constante; las áreas en crecimiento rápido atraen más tráfico, mientras que la demanda de tráfico en áreas más estáticas, constituidas económicamente por el sector primario, pueden no cambiar apreciablemente.

Y el pronóstico nacional pudo haber resultado incorrecto.

Este método, presenta rigurosas limitaciones a su aplicación donde existe tráfico irregular, que es un segmento importante del tráfico total de pasajeros; este tipo de tráfico es particularmente vulnerable a los cambios de tarifa. Para este método existen dos técnicas fundamentales, como a continuación se indica:

Primer método.

Determinar el número de pasajeros para tener en cuenta anticipadamente tendencias anormales de crecimiento.

Obtener datos del volumen de pasajeros nacionales para el año de diseño.

Calcular las cifras correspondientes en base al porcentaje del segundo inciso por la cifra nacional del tercer inciso de este método.

Segundo método.

Obtener el número de pasajeros por cada 1,000 habitantes que haya tenido el aeropuerto en el pasado.

Comparar la cifra calculada en el inciso anterior de este método con el número de pasajeros nacionales por cada 1,000 habitantes.

Calcular la proporción siguiente:

$$\frac{\text{pasajeros del aeropuerto/1,000 habitantes}}{\text{pasajeros nacionales/ 1,000 habitantes de la nación}}$$

Obtener la predicción nacional del volumen de pasajeros anuales por cada 1,000 habitantes del año de diseño.

A partir del cociente del tercer inciso y de la predicción nacional del cuarto inciso de este método, calcular el volumen de pasajeros locales por cada 1,000 habitantes.

La predicción por tendencias es simple, dado que se basa en la experiencia del pasado y trata de continuar la curva de la demanda según los pronósticos generales de todas las condiciones. En ocasiones, el transporte aéreo muestra un crecimiento exponencial, con cifras correspondientes a tasas de crecimiento anuales del 10% aproximadamente durante períodos a corto plazo. A largo plazo es más razonable esperar que el crecimiento en el transporte aéreo se ciña más a una curva logarítmica, que es la curva históricamente convencional para una nueva tecnología.

La curva exponencial llega muy rápidamente a niveles inalcanzables de demanda, pero la curva logarítmica, que es la curva históricamente convencional para una nueva tecnología, donde los costos marginales de producción caen rápidamente ante una eventual saturación del mercado.

Los métodos analíticos se esfuerzan en subsanar los grandes errores del análisis de tendencias en la generación del viaje, tratando de relacionar el nivel de tráfico con los cambios en el nivel de una serie de factores casuales o íntimamente ligados. En el caso de la demanda de tráfico aéreo, el número de viajes realizados por usuarios aislados depende no sólo de un número de variables socioeconómicas externas al sistema de transporte aéreo, tales como ingresos, tipos de empleo y estructura familiar, sino también a variables internas, como: frecuencia y nivel de servicio, incluso la velocidad. Conforme varían estas dentro del área de investigación, pueden predecirse los cambios en los niveles de demanda; estos procedimientos son capaces de reflejar los cambios reales a través del tiempo, cosa que no puede esperarse de una predicción por tendencias.

El análisis de la demanda de tráfico divide el procedimiento en cuatro pasos consecutivos: Generación - Distribución - Elección del Modo - Ruta.

Los módulos de Generación indican cuantos viajes se originan o terminan en un área específica. Estos modelos se basan frecuentemente en las características socio-económicas del área y en la naturaleza del sistema de transporte.

En el Proceso de Distribución los viajes se modelan como intercambios entre pares específicos de origen y destino, usando generalmente modelos de tipo equilibrio, con el tiempo o la distancia como parámetro antagónico al tráfico.

Los Modelos de Elección del Modo comparten los intercambios entre los modos compartidos y los modos únicos. La elección es función de la estructura y naturaleza del sistema de transporte y del estatus socioeconómico del usuario.

Los Modelos de Ruta indican cuales son las elegidas por el viajero individual, de entre todas las rutas disponibles.

Muy a menudo se encuentra el analista en la práctica que existe una relación entre dos o más variables y desea expresar esta relación mediante una ecuación matemática que las ligue. Para llegar a determinar la ecuación que relacione a las variables, es necesario que los datos sean representados por puntos en un sistema de coordenadas rectangulares; este sistema se llama "Diagrama de Dispersión". *figura 3.1*

Con el diagrama de dispersión es posible representar una curva que se aproxime a los datos llamada "Curva de Aproximación": *figura 3.2*

Cuando los datos se aproximan a una línea recta se dice que entre las variables existe una "Relación Lineal", en caso contrario se dice que existe una "Relación no Lineal" *figura 3.3*

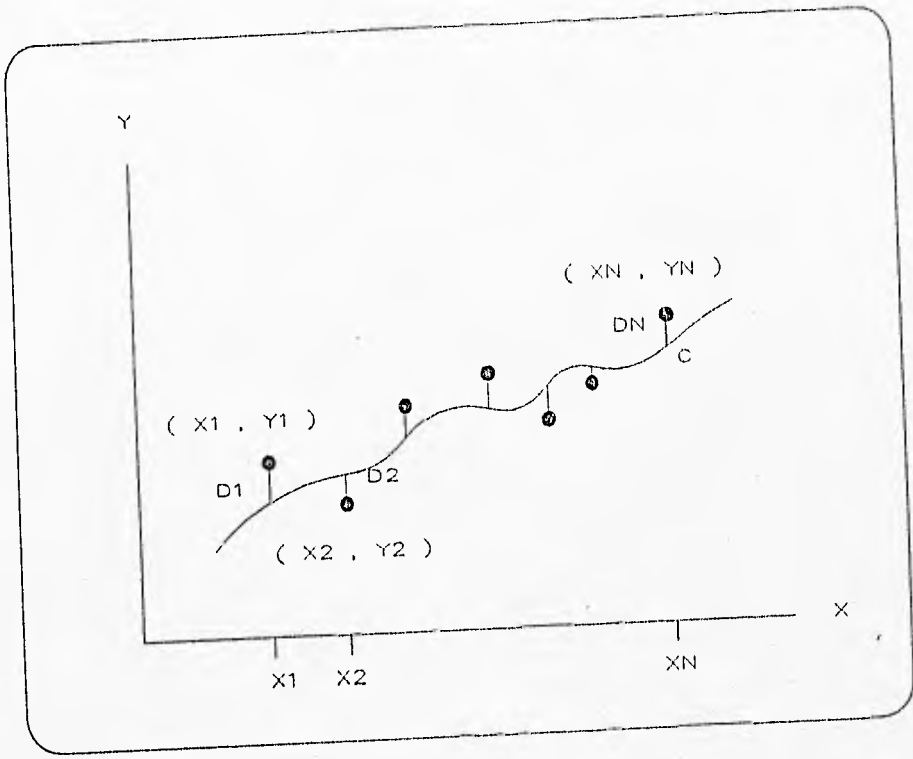


figura 3.1 Diagrama de dispersión

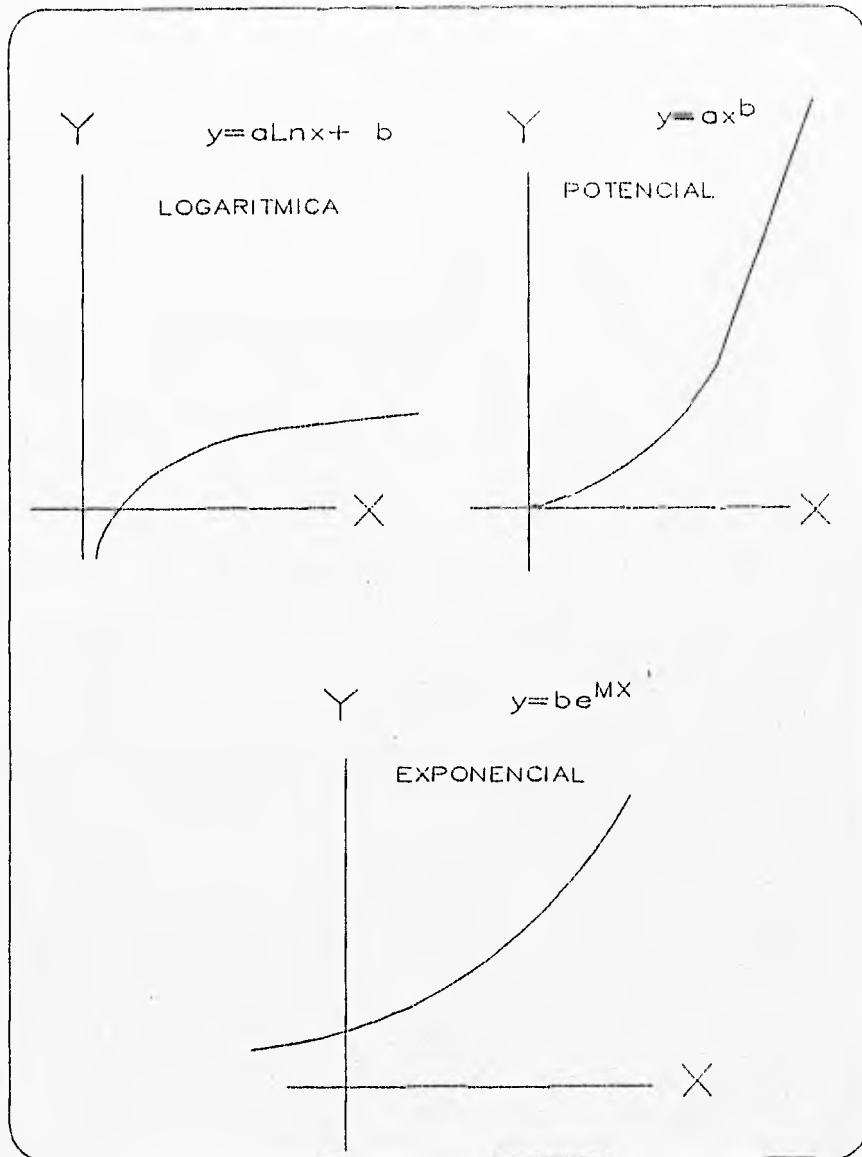


figura 3.2 Diagrama de aproximación

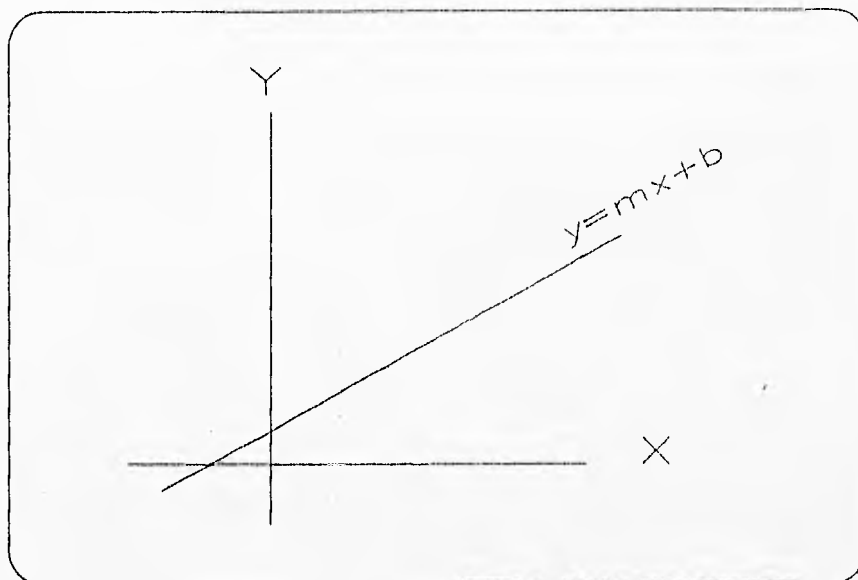


figura 3.3 Regreso lineal

OFERTA DE INFRAESTRUCTURA AEROPORTUARIA

Aunada a la planificación particular de un aeropuerto, es necesario tomar en consideración otros factores a nivel de la red aeroportuaria nacional, que impactan en el desarrollo de dicho aeropuerto, tales como las rutas regionales, las troncales y las internacionales; así como el área de influencia, las perspectivas de población, la actividad económica de la región, etc.

Para evitar que el crecimiento del aeropuerto se de en forma anárquica y la infraestructura aeroportuaria se desarrolle con deficiencias e interferencias que puedan ocasionar gastos innecesarios, es recomendable establecer el Plan Maestro, cuyos objetivos son los de:

Planificar oportuna y cuidadosamente las ampliaciones de las instalaciones.

Garantizar mejor y adecuados servicios que permitan satisfacer la demanda de los usuarios.

Restringir el crecimiento urbano de las áreas de aproximación y despegue de las aeronaves, con el fin de tener un espacio aéreo libre de obstáculos.

Y el de prever reservas de terrenos para futuras ampliaciones.

Un aeropuerto puede contener desde las más elementales instalaciones como es la pista, calle de rodaje, plataforma de estacionamiento, caseta para equipo de radio y oficinas, caminos de acceso y cono de vientos o ser un gran complejo aeroportuario.

Con el fin de presentar en forma ordenada las instalaciones con que cuenta un aeropuerto, se han desglosado y agrupado sus elementos en las siguientes zonas:

1. Zona de operaciones

Esta zona se dedica al movimiento exclusivo de las aeronaves, permite el aterrizaje, despegue y circulación de aeronaves. Localizándose los siguientes elementos:

PISTA

Única

Paralelas

Convergentes

CALLE DE RODAJE

Perpendicular

Paralela

Salida de alta velocidad

AYUDAS VISUALES

Sistema visual indicador de pendiente de aproximación (VASI)

Luz indicadora de alineamiento de pista (RAIL)

Luces indicadoras de extremo de pista (REIL)

Faro giratorio

Cono de vientos

Luces de aproximación

Luces de borde en pista, calles de rodaje y plataformas

RADIO AYUDAS

Control de tránsito aéreo (torre de control)

Radio faro omnidireccional (VOR)

Equipo de radio telemétrico (DME)

Sistema de aterrizaje por instrumentos (ILS)

Sistema de aterrizaje por microondas (MLS)

Radar

2.- Zona terminal para pasajeros de aviación comercial

Se da atención a los usuarios de los vuelos en itinerarios y en ocasiones a los vuelos fuera de itinerario, como son los vuelos charter. Esta zona se constituye de los siguientes elementos:

Plataforma

Edificio terminal

Estacionamiento para automóviles

3.- Zona terminal para pasajeros de aviación general

Para atención a pasajeros de aviación privada y a compañías comerciales regionales con vuelos de corto alcance, constituida de los siguientes elementos:

Plataforma

Hangares

Estacionamiento para automóviles

Edificio terminal (dependiendo de la demanda)

4.- Zona de servicios de apoyo a las operaciones

En esta zona se localizan las siguientes instalaciones:

Torre de control

Edificio anexo (oficinas)

Edificio anexo (cuarto de máquinas)

Cuerpo de rescate y extinción de incendios (CREI)

Mantenimiento y construcción del aeropuerto

Oficinas de apoyo a la operación

Servicios a plataforma

Bodegas de las compañías aéreas

Antenas para radio-comunicación

Mantenimiento del equipo de apoyo

Almacenamiento de combustible

5.- Zona de manejo y carga

Aquí se procesa y da servicio a la carga de mayor volumen, clasificándola en nacional o internacional, contando con instalaciones para la aduana. Se localizan las siguientes instalaciones:

Plataforma

Bodega

Patio de maniobra

Estacionamiento

6.- Zona para base de mantenimiento de aeronaves

Es en esta zona donde se da mantenimiento a las aeronaves de las compañías aéreas que operan en el aeropuerto. Está constituida de las siguientes instalaciones:

Plataforma

Hangares

Talleres

Oficinas

Estacionamiento

ANALISIS FINANCIERO Y ECONOMICO

Para que un proyecto de infraestructura aeroportuaria sea ejecutado físicamente, este deberá haber pasado explícitamente o implícitamente por diferentes fases de preparación, ya que cada proyecto es diferente tanto por sus características físicas y técnicas, así como por su complejidad y objetividad.

La secuencia para la preparación e implantación de los proyectos debe adaptarse a los requerimientos que de ellos se demanda en la zona o región donde quedará instalado.

Debido por una parte a que un aeropuerto es una obra pública que de manera significativa influye en los hábitos de traslado de los usuarios, y en los habitantes de las comunidades a los cuales da el servicio. Para obtener la aprobación de un proyecto de esta naturaleza, además de realizar un análisis de los aspectos técnicos y financieros, revisar las consecuencias que pueda tener el proyecto sobre el comportamiento socio-económico de una región en particular y del país en general.

Mediante la evaluación se recopilan los datos más importantes para la realización del análisis de todos los aspectos de un proyecto de infraestructura aeroportuaria, con esto se definen y determinan las principales características físicas, económicas, financieras y sociales, y se acepta o se rechaza la realización de los proyectos en estudio. Este proceso es la parte más importante del trabajo, debido a que es la culminación de la planificación.

Si la preparación del proyecto se ha desarrollado correctamente, la evaluación resultará sencilla, en caso contrario será complicada. Esta abarca cuatro aspectos principales del proyecto, que son:

Técnicos

Financieros

Económicos

Institucionales

Es necesario asegurar que los proyectos estén correctamente planificados, en cuanto a su diseño técnico que debe ser el apropiado, y que se ajuste a normas establecidas por organizaciones

nacionales e internacionales. La evaluación técnica se ocupa de las cuestiones de dimensión, diseño y ubicación de las instalaciones, así como de la tecnología que se va a emplear, incluyendo las clases de equipo, procedimientos constructivos y el grado en que se amolden a las condiciones locales; esta evaluación efectúa exámenes de las estimaciones de costos y de los datos técnicos a fin de determinar si son reales o no, todo esto dentro de un error aceptable, y si los factores de ajuste para excesos de cantidades de obra y alza de precios durante la ejecución, son los requeridos.

La evaluación técnica define también los procedimientos y normas propuestas para las adquisiciones, a fin de asegurar que se cumplan los requisitos y especificaciones, así como la obtención de servicios de ingeniería, arquitectura y otros de índole profesional. Además, se ocupa de estimar los costos de funcionamiento de instalaciones y servicios del proyecto y la disponibilidad de materias primas u otros insumos necesarios. Y analizar el posible impacto del proyecto en el medio humano y físico, con el fin de asegurarse que cualquier efecto adverso quede controlado o se reduzca al mínimo.

En conclusión, la evaluación técnica examina las opciones técnicas consideradas, las soluciones propuestas y los resultados esperados.

Los aspectos institucionales son el conjunto de políticas gubernamentales que condicionan el medio en que una institución se desenvuelve. En la evaluación institucional se plantean multitud de preguntas tales como: si la entidad esta organizada adecuadamente y si su administración es apropiada para la tarea que debe cumplir, si se aprovecha de manera efectiva la capacidad y la iniciativa local, y si se necesitan modificaciones institucionales o de las políticas fuera de la identidad, para lograr los objetivos del proyecto. El desarrollo institucional es el más difícil de abordar, en parte porque su éxito depende en gran medida de que se comprenda el medio cultural, reconociendo la necesidad de un replanteamiento continuo de las disposiciones institucionales y estar abierto a ideas nuevas (proyectos tradicionales) y dispuestos a adoptar enfoques a largo plazo que puedan abarcar varios proyectos. Algunos planteamientos se encuentran asentados en los planes y programas de desarrollo municipal, estatal y nacional. En esta evaluación la transferencia de recursos financieros y la construcción de instalaciones físicas, por valiosas que sean, son menos importantes a la larga que la creación de una institución local sólida y viable.

La evaluación financiera es el estudio del comportamiento de un proyecto desde el punto de vista de autosatisfacción de sus necesidades, que es el estudio de todos los ingresos y egresos, asociados a cada proyecto alternativo en que se incurriría, se realizará cada uno de ellos con objeto de juzgar sus repercusiones monetarias. La finalidad de esta evaluación es la de integrar un estudio contable específico del proyecto; determinando todos los ingresos y egresos del organismo que lo administrará. El objetivo de este tipo de estudio es el de analizar el flujo de ingresos y egresos, requisitos base para lograr una evaluación completa, identificar con claridad todos los elementos participantes de dicho flujo, fuentes de ingresos, costos de inversión, costos de operación y desmantelamiento al final de la vida útil del proyecto, seleccionar con anticipación al inicio del

proceso de evaluación los parámetros de control, que servirán de base para la aceptación o rechazo de un proyecto específico. El proceso de evaluación financiera se divide en las siguientes etapas:

Planteamiento de suficientes alternativas comparables entre sí.

Determinación del flujo de ingresos asociados a cada alternativa durante toda la vida útil.

Selección de uno o más criterios de decisión, que permitan elegir entre dos o más flujos de efectivo, al mejor. La *figura 3.4* muestra gráficamente este proceso.

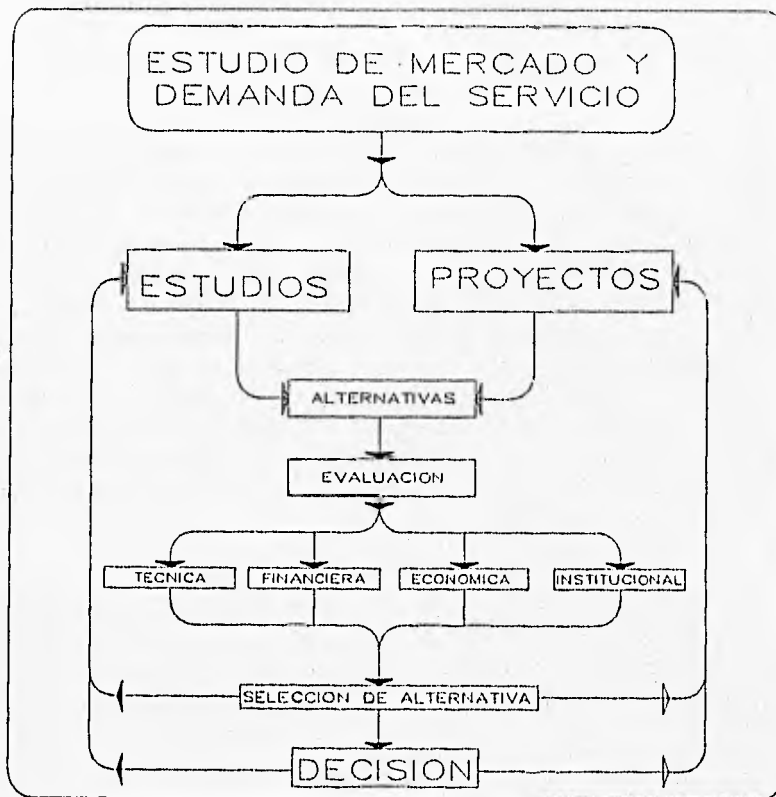


figura 3.4 Etapas del análisis del Proyecto

Cualquier proyecto tiene repercusiones tanto en la región en la que se va a realizar, como a nivel nacional, la evaluación debe abarcar, estas repercusiones, ya sea directa o indirectamente, estén o no dentro de los lineamientos generales de políticas económicas, a nivel nacional, regional o estatal. Mediante el análisis de costo-beneficio de los distintos diseños posibles de un proyecto se puede seleccionar el que mejor contribuya a los objetivos del desarrollo del país. El análisis detallado de los costos y beneficios a menudo requerirá la solución de problemas difíciles, como es el caso de determinar las consecuencias físicas del proyecto y el modo de valorarlas en términos de los objetivos del desarrollo del país. La evaluación de los conceptos, debe realizarse desde el punto de vista cualitativo y no cuantitativo.

Los costos y beneficios contabilizados están divididos de la siguiente manera:

DIRECTOS: Son todos aquellos que obtienen o realizan las distintas organizaciones que participan tanto en la construcción como en la administración del proyecto.

INDIRECTOS: Son aquellos que se generan como consecuencia de los indirectos, dentro de una cadena continua de nuevas ofertas y demandas de servicios y necesidades.

Para este análisis no es posible expresar la factibilidad por medio de un resultado único; es necesario suministrar a cada alternativa en estudio, cierto número de indicadores de factibilidad con el propósito de estimar los efectos de la realización de cada alternativa sobre la actividad de los participantes interesados en el proyecto. Estos indicadores son de naturaleza e importancia variada, según el efecto particular que abarquen y desde el punto de vista del cual se observen; para esto se distinguen dos tipos de indicadores:

INDICADORES CUANTITATIVOS.- Que son los efectos susceptibles de ser estimados con precisión de índole financiera (relativos al funcionamiento del propio proyecto), y de índole socio-económica (expresan el punto de vista de la colectividad regional y de los usuarios del proyecto).

INDICADORES CUALITATIVOS. Que son los que presentan restricciones y que comprenden las transferencias de actividad (punto de vista de los transportistas), o de gastos (punto de vista de los usuarios)

Y la evaluación finaliza cuando han sido determinados los indicadores, los que serán utilizados por las autoridades encargadas de tomar las decisiones, en función de las prioridades y opciones presupuestarias que les incumbe definir.

CAPITULO 4

CONSIDERACIONES PARA EL DISEÑO DE LA INFRAESTRUCTURA AEROPORTUARIA

El factor más importante en el crecimiento del transporte aéreo es su avance tecnológico, el que ha sido utilizado inmediatamente por las compañías aéreas, con la finalidad de aumentar sus rutas aéreas. Los responsables de planificar aeropuertos tienen la necesidad de diseñar las instalaciones necesarias para no quedarse atrás y adecuarse a las demandas futuras. Los avances en la tecnología de las aeronaves han permitido importantes reducciones en el costo real del transporte aéreo al mismo tiempo que han llevado a grandes mejoras en la actualización de las aeronaves. Las mejoras en velocidad, alcance, precio, comodidad y seguridad han sido los factores que han influido en los altos índices de crecimiento; esto ha reducido en una tendencia natural de los aeropuertos a adecuarse a los cambios en el diseño y operación de las aeronaves, que tienden a rebajar los costos de operación.

Los condicionamientos ambientales, especialmente en las proximidades de los aeropuertos, han dado lugar a compromisos entre el diseño de las aeronaves y el emplazamiento del aeropuerto.

Las aeronaves y los aeropuertos están íntimamente relacionados con la capacidad de pista y edificios terminales. Con aeronaves de gran alcance se necesitan grandes carreras de despegue, debido a la gran cantidad de combustible requerido.

Las aeronaves de corto alcance necesitan menor longitud de pista que las de largo alcance, por requerir menor carga de combustible; además, los avances tecnológicos, mediante los que se han alcanzado mayores valores en la sustentación en los despegues y los aterrizajes, permiten una posterior reducción en los requisitos de pista sin mucha repercusión en los costos de operación.

La longitud de pista es sólo un factor en que las exigencias de las operaciones y costos de las aeronaves afectan al proyecto del aeropuerto; otro factor es el número de pistas de vuelo necesarias, instalaciones de manejo de carga y el proyecto de calles de rodaje y estacionamiento para aeronaves.

ZONA AERONAUTICA

Al dimensionar la infraestructura aeroportuaria es necesario conocer las características de funcionamiento y operación y las normas internacionales como nacionales que rigen la planificación de cualquier aeropuerto. Así como, también conocer los diferentes tipos de aeronaves, clasificaciones, tamaños, alcances, capacidad, etc.

Las normas reglamentan la planificación, construcción, mantenimiento y operación en materia aeroportuaria; por eso la Organización de Aviación Civil Internacional (OACI), ha establecido normas a nivel internacional en lo referente principalmente, a la anchura de pista, clave de referencia de aeródromos, separación entre pistas paralelas, distancias mínimas de separación de las calles de rodaje, márgenes de separación en plataformas, dimensiones y pendientes de las superficies limitadoras de obstáculos de pistas, etc.

ESPACIO AEREO

El espacio aéreo se clasifica en dos tipos, que son el controlado y el libre, donde:

El espacio controlado son áreas de control y áreas de transición desde los 210 mts. (700 pies) sobre nivel del terreno (agl, above ground level), y en algunas otras aéreas desde los 360 mts. (1200 pies) sobre el nivel del terreno. Para lograr una mejor utilización y seguridad del espacio aéreo se ha destinado un área por encima del nivel de los 4420 mts. (145000 pies) como área de control continental, donde vuelan por encima de esta altitud, las aeronaves del tipo grande.

Las *figuras 4.1 y 4.2* indican el Área de Control Continental en altitud y niveles de vuelo IFR y VFR, con el objetivo de establecer áreas especiales para prohibir o proteger las operaciones en vuelo, entorno de los grandes núcleos aeronáuticos para imponer requisitos operativos especiales a todos los vuelos del espacio aéreo.

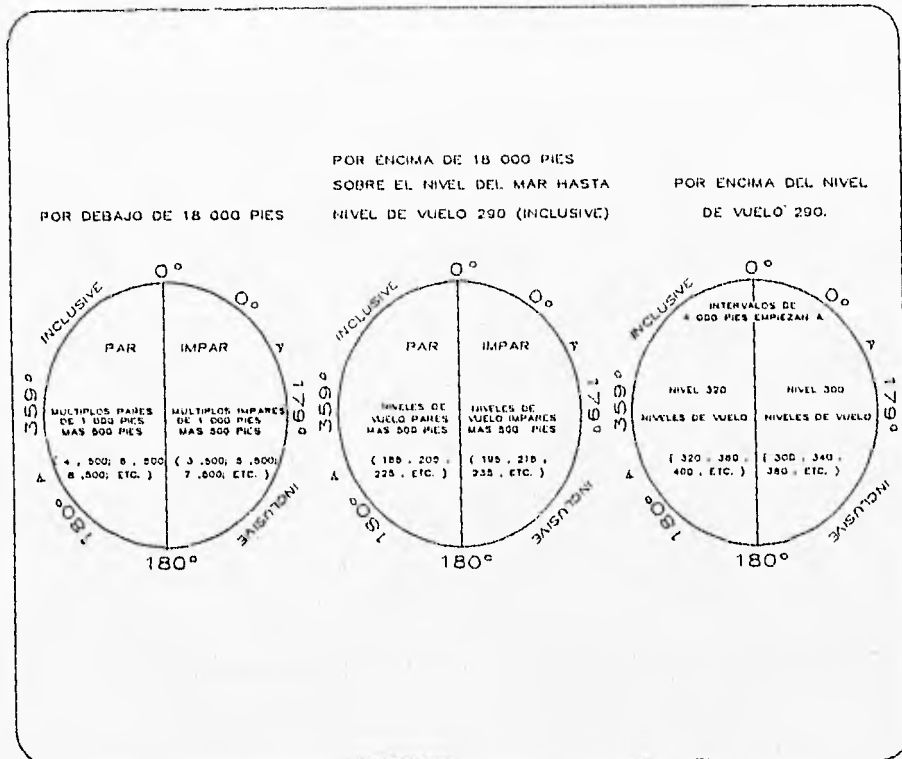


figura 4.1 Altitudes y niveles de vuelo VFR, desde los 900 mts. (3000 pies) o más sobre la superficie, espacio controlado y libre.

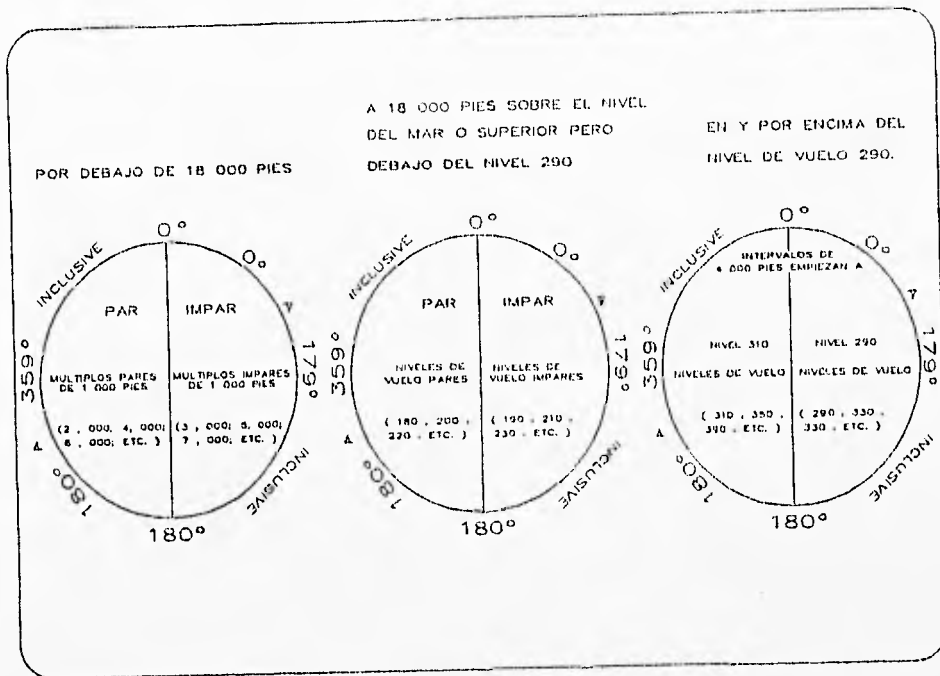


figura 4.2 Altitudes y niveles de vuelo IFR, en el espacio aéreo controlado exterior.

RUTAS

Dos factores necesarios del control del tráfico aéreo son la seguridad y la eficacia. La seguridad es la de evitar errores o coaliciones dentro del espacio aéreo entre aeronaves, y la eficacia exige que el uso en forma individual del espacio aéreo sea mínimo dentro de los límites de la seguridad en lo referente al volumen de movimiento. El ritmo creciente de la tecnología aeronáutica ha obligado a prestar mayor atención a la asignación del espacio aéreo y la compatibilidad entre las aeronaves comerciales y la aviación general.

La determinación de las necesidades de una zona y de las características de los centros de comunicación aérea en cada núcleo de población se efectúa, en función del volumen de tráfico o número de pasajeros aéreos que pueden generar la misma y de la longitud media del recorrido por usuario. Estos puntos fijan el carácter de cada aeropuerto, y de los tipos de aeronaves a utilizar en el tráfico aéreo, así como las características dimensionales de todas las instalaciones del aeropuerto.

Un estudio, imprescindible de efectuar en cada caso, se lleva a cabo mediante el análisis de los siguientes factores:

Desarrollo aéreo futuro del país, que sirve de guía para el tráfico de la zona.

Proceso evolutivo del tráfico en la misma.

Datos sobre el desarrollo obtenido en otras poblaciones similares, por el establecimiento de un modo de comunicaciones aéreas.

La influencia de la situación geográfica es en ocasiones decisiva, en general una población tendrá tanto más tráfico, cuando más núcleos urbanos la circunden. Por otra parte, las situaciones de aeropuertos lejanos a las poblaciones, son causa muchas veces del desvío del tráfico a otros medios de transporte y que varios aeropuertos cercanos en una misma zona no generan tráfico entre sí. Por esta razón, es recomendable y económico establecer pequeñas redes dentro de las regiones reservadas a aeronaves ligeras, que concurren en una gran instalación central.

SUPERFICIES LIMITADORAS DE OBSTACULOS

Cuando se define el espacio aéreo de una infraestructura aeroportuaria, este espacio debe de mantenerse libre de obstáculos alrededor del aeropuerto para que puedan efectuarse con seguridad las operaciones de las aeronaves previstas y evitar que los aeropuertos queden inutilizados por la multiplicidad de obstáculos en sus alrededores. Todo esto se logra mediante una serie de superficies limitadoras de obstáculos que marcan los límites hasta donde los objetos pueden proyectarse en el espacio aéreo, creando así una zona despejada de obstáculos para los vuelos.

En la *TABLA 4.1*, se definen las superficies libres de obstáculos, necesarias para garantizar que las aeronaves se aproximen y despeguen con seguridad.

SUPERFICIES Y DIMENSIONES ^a	CLASIFICACION DE LAS PISTAS									
	APROXIMACION VISUAL				APROXIMACION QUE NO SEA DE PRECISION				APROXIMACION DE PRECISION	
	NUMERO DE CLAVE				NUMERO DE CLAVE				CATEGORIA I	CATEGORIA II o III
	1	2	3	4	1,2	3	4	NUMERO DE CLAVE	NUMERO DE CLAVE	
CONICA										
PENDIENTE	5%	5%	5%	5%	5%	5%	5%	5%	5%	5%
ALTURA	35 M	35 M	75 M	100 M	60 M	75 M	100 M	80 M	100 M	100 M
HORIZONTAL INTERNA										
ALTURA	45 M	45 M	45 M	45 M	45 M	45 M	45 M	45 M	45 M	45 M
RADIO	2000 M	2500 M	4000 M	4000 M	3500 M	4000 M	4000 M	3500 M	4000 M	4000 M
APROXIMACION INTERNA										
ANCHURA	-	-	-	-	-	-	-	80 M	120 M	120 M
DISTANCIA DESDE EL UMBRAL	-	-	-	-	-	-	-	60 M	60 M	60 M
LONGITUD	-	-	-	-	-	-	-	900 M	900 M	900 M
PENDIENTE	-	-	-	-	-	-	-	2.5 %	2 %	2 %
APROXIMACION										
LONGITUD DEL BORDE INTERIOR	60 M	60 M	150 M	150 M	150 M	300 M	300 M	150 M	300 M	300 M
DISTANCIA DESDE EL UMBRAL	30 M	60 M	60 M	60 M	60 M	60 M	60 M	60 M	60 M	60 M
DIVERGENCIA (A CADA LADO)	10 %	10 %	10 %	10 %	15 %	15 %	15 %	10 %	15 %	15 %
PRIMERA SECCION										
LONGITUD	1800 M	2500 M	3000 M	3000 M	2500 M	3000 M	3000 M	3000 M	3000 M	3000 M
PENDIENTE	5 %	4 %	3.33 %	2.5 %	3.33 %	2 %	2 %	2.5 %	2 %	2 %
SEGUNDA SECCION										
LONGITUD	-	-	-	-	-	3600 M ^b	3600 M ^b	12000 M	3600 M ^b	3600 M ^b
PENDIENTE	-	-	-	-	-	2.5 %	2.5 %	3 %	2.5 %	2.5 %
SECCION HORIZONTAL										
LONGITUD	-	-	-	-	-	8400 M ^b	8400 M ^b	-	8400 M ^b	8400 M ^b
LONGITUD TOTAL	-	-	-	-	-	16000 M	16000 M	16000 M	16000 M	16000 M
DE TRANSICION										
PENDIENTE	20 %	20 %	14.3 %	14.3 %	20 %	14.3 %	14.3 %	14.3 %	14.3 %	14.3 %
DE TRANSICION INTERNA										
PENDIENTE	-	-	-	-	-	-	-	40 %	33.3 %	33.3 %
SUPERFICIE DE ATERRIZAJE INTERRUPTO										
LONGITUD DEL BORDE INTERIOR	-	-	-	-	-	-	-	98 M	120 M	120 M
DISTANCIA DESDE EL UMBRAL	-	-	-	-	-	-	-	8	1800 M ^c	1800 M ^c
DIVERGENCIA (A CADA LADO)	-	-	-	-	-	-	-	10 %	10 %	10 %
PENDIENTE	-	-	-	-	-	-	-	4 %	3.33 %	33.3 %

^a SALVO INDICACION CONTRARIA, TODAS LAS DIMENSIONES SE MIDEN HORIZONTALMENTE.
^b LONGITUD VARIABLE
^c O DISTANCIA HASTA EL EXTREMO DE PISTA, SI ESTA DISTANCIA ES MENOR
^d DISTANCIA HASTA EL EXTREMO DE LA FRANJA

tabla 4.1 Dimensiones y pendientes de las superficies limitadoras de obstáculos

Las figuras 4.3, 4.4, 4.5 y 4.6, indican las características de superficie de ascenso en el despegue y superficie de aproximación para las aeronaves con vuelo visual y por instrumentos.

Con estas referencias es posible definir los linderos del aeropuerto y la separación necesaria entre pista y obstáculos físicos y no naturales construidos por el hombre.

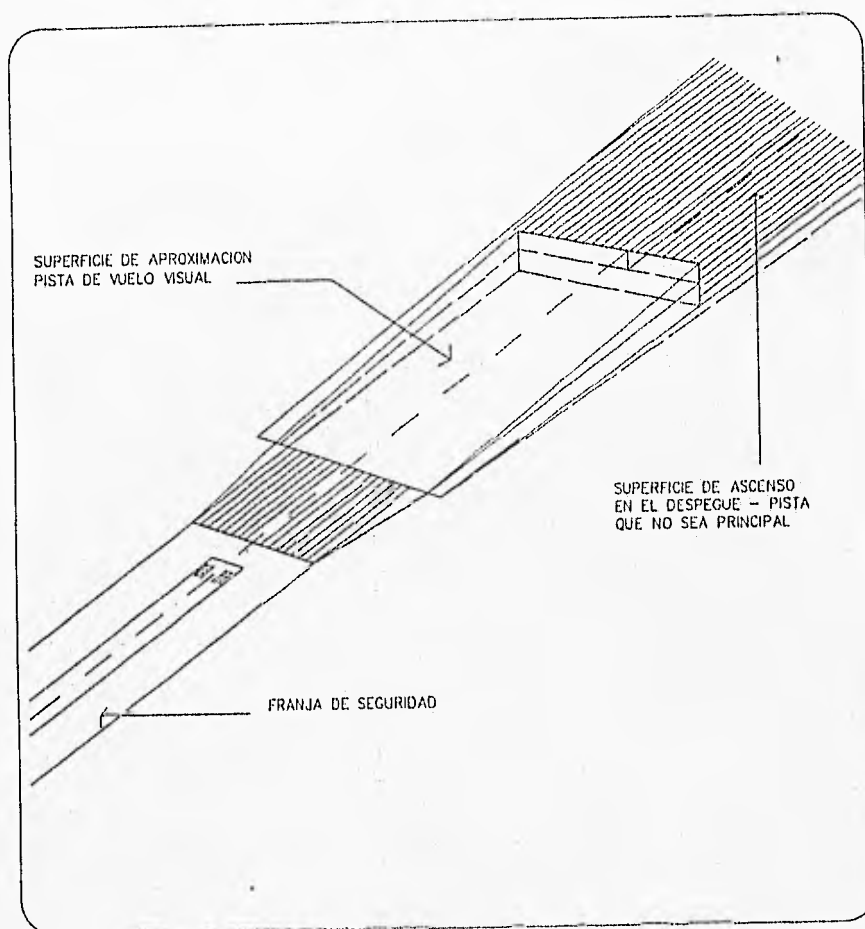


Figura 4.3 Superficie de ascenso en el despegue y superficie de aproximación con umbral desplazado.

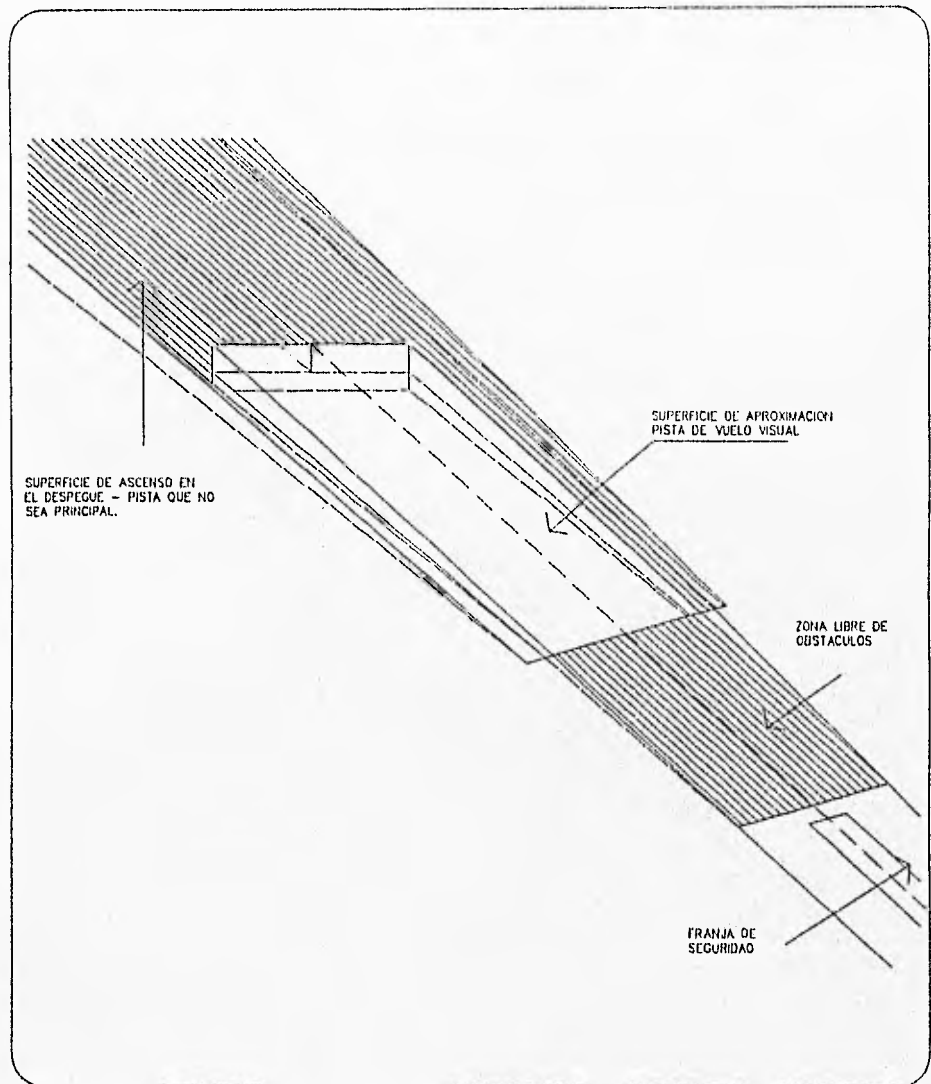


figura 4.4 Superficie de ascenso en el despegue y superficie de aproximación con zona libre de obstáculos

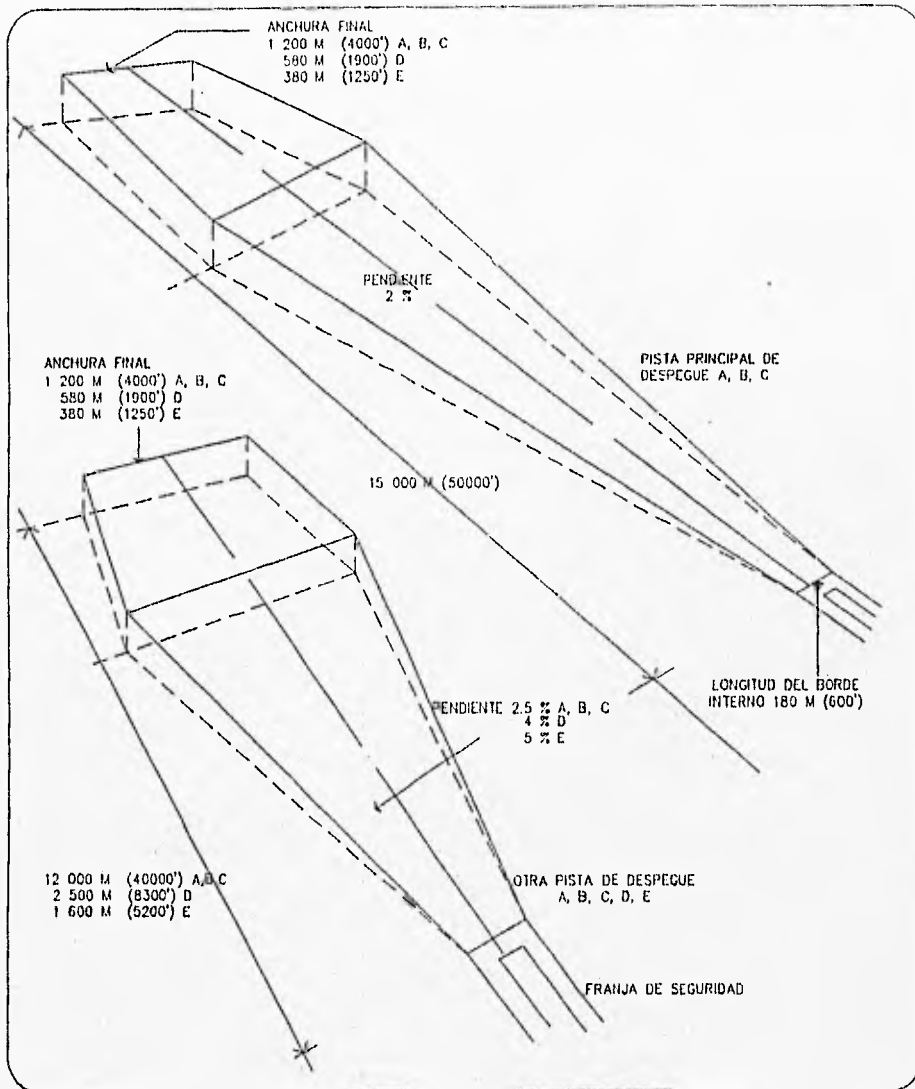


figura 4.5 Superficies de ascenso en el despegue

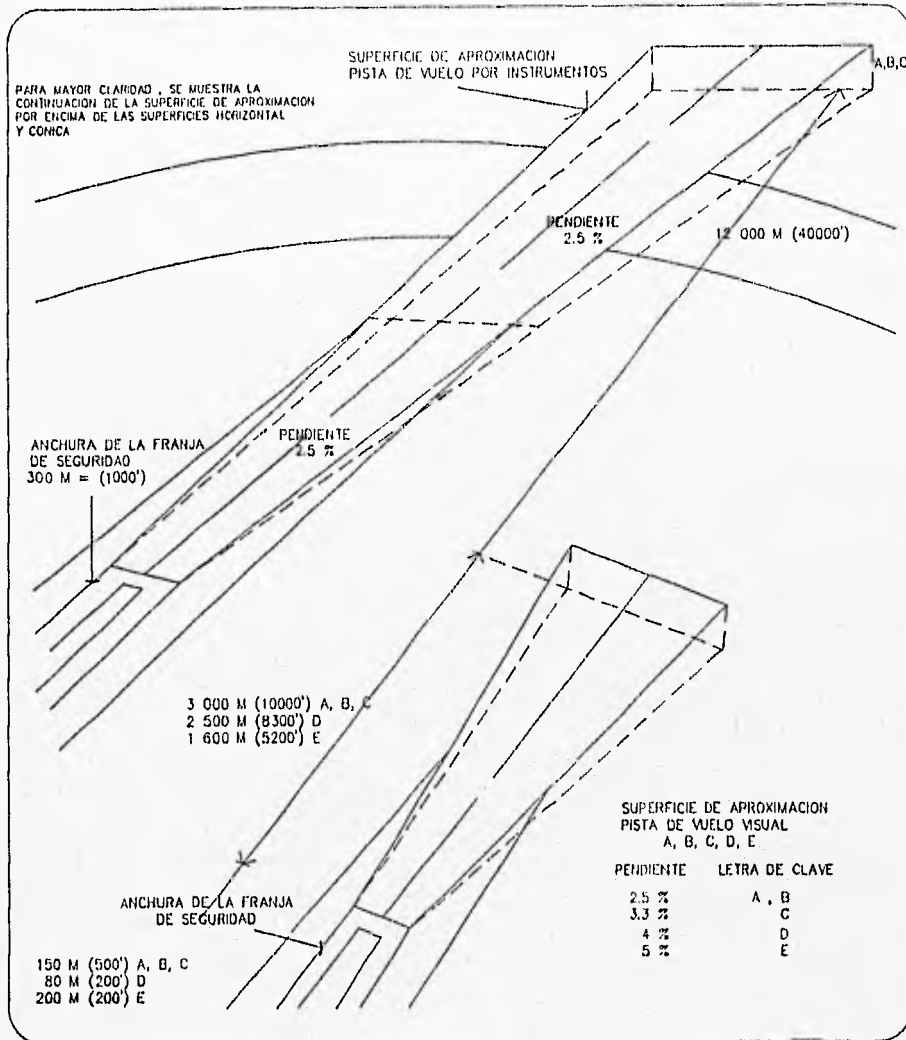


figura 4.6 Superficies de aproximación

AEROPUERTO

El aeropuerto es la instalación terminal de un transporte aéreo, donde aterrizan y despegan aeronaves, se efectúa el proceso de llegada y salida del pasajero que lo utiliza para fines de transportación, se realiza el embarque y desembarque de mercancías por vía aérea, y además es la casa de la aeronave, donde se le da abastecimiento y se le efectúan reparaciones necesarias.

El aeropuerto, en todas sus modalidades, con adecuados servicios de tierra y la ordenación y control del tráfico aéreo, son los puntos claves actuales para resolver los problemas de demanda.

El transporte aéreo resulta de la conjugación de tres factores que al mismo tiempo, lo justifican y hacen posible la demanda de tráfico, la oferta del mismo y la existencia de las infraestructuras necesarias (aeropuertos y red de ayudas a la navegación).

NORMAS PARA EL DESARROLLO DE LA AERONAUTICA

Al planificar el desarrollo de la zona aeronáutica es necesario conocer principalmente las normas establecidas por la Organización de Aviación Civil Internacional (OACI), por ser las que se usan a nivel internacional, y en caso de que existan algunas a nivel nacional y que no han sido integradas a esta organización y sean necesarias para el desarrollo del aeropuerto, se deberán tomar en consideración.

El planificador en el desarrollo de la zona aeroportuaria debe de considerar toda especificación de características físicas, configuración, material, performance, personal o procedimiento, cuya aplicación uniforme se considere necesaria para la seguridad o regularidad de la navegación aérea internacional y nacional, y a la que de acuerdo con el convenio de la OACI se ajustan a todos los estados contratantes.

Al clasificar el tipo de aeropuerto, así como el tipo de aeronave que opera, el propósito de establecer la clave de referencia es el de proporcionar un método simple para relacionarse entre si las numerosas especificaciones concernientes a las características de los aeropuertos, a fin de suministrar una serie de instalaciones aeroportuarias que convengan a las aeronaves que puedan operar en el aerodromo.

tabla 4.2

ELEMENTO 1 DE LA CLAVE		ELEMENTO 2 DE LA CLAVE		
NUM. DE CLAVE	LONGITUD DE CAMPO DE REFERENCIA DE AVION.	LETRA DE CLAVE	ENVERGADURA	ANCHURA EXTERIOR ENTRE RUEDAS DEL TREN DE ATERRIZAJE PRINCIPAL *
1	MENOS DE 800 METROS	A	HASTA 15 METROS (EXCLUSIVE)	HASTA 4.5 METROS (EXCLUSIVE)
2	DESDE 800 METROS HASTA 1200 METROS (EXCLUSIVE)	B	DESDE 15 METROS HASTA 24 METROS (EXCLUSIVE)	DESDE 4.5 METROS HASTA 6 METROS (EXCLUSIVE)
3	DESDE 1200 METROS HASTA 1800 METROS (EXCLUSIVE)	C	DESDE 24 METROS HASTA 36 METROS (EXCLUSIVE)	DESDE 6 METROS HASTA 9 METROS (EXCLUSIVE)
4	DESDE 1800 METROS EN ADELANTE	D	DESDE 36 METROS HASTA 52 METROS (EXCLUSIVE)	DESDE 9 METROS HASTA 14 METROS (EXCLUSIVE)
		E	DESDE 52 METROS HASTA 60 METROS (EXCLUSIVE)	DESDE 9 METROS HASTA 14 METROS (EXCLUSIVE)

* DISTANCIA ENTRE LOS BORDES EXTERIORES DE LAS RUEDAS DEL TREN DE ATERRIZAJE PRINCIPAL.

tabla 4.2 Clave de referencia de los aeropuertos

CONDICIONES METEOROLOGICAS GENERALES

Los estudios meteorológicos que se realizan en los aeropuertos tienen como objetivo determinar la variación de los fenómenos atmosféricos en los lugares propuestos, logrando conocer la magnitud de estos y proporcionar datos que auxilien eficazmente a las operaciones del aeropuerto.

La información meteorológica utilizada como apoyo específico para las operaciones aéreas, se encuentra básicamente en los pronósticos de ruta y en los pronósticos del aeropuerto. El pronóstico de ruta describe las variaciones de los parámetros meteorológicos, a lo largo del camino que habrá de recorrer la aeronave para llegar de un lugar a otro. Su información se refiere básicamente a las diversas características de las nubes, precipitaciones, condiciones de congelamiento, turbulencias, vientos y fenómenos atmosféricos que pudieran afectar la trayectoria. Con esta información se integra el mapa del tiempo significativo, del cual se entrega una copia a las tripulaciones de las aeronaves que vayan a volar en la ruta estudiada. Los pronósticos de aeropuerto, preparados básicamente para el aterrizaje, informan la variación prevista de los parámetros meteorológicos a lo largo del tiempo para el aeropuerto de partida, para el destino y para los aeropuertos alternos que pudieran usarse en caso de emergencia.

La información básica que permite mantener operativo el servicio meteorológico aeronáutico, se recaba en la red de estaciones climatológicas que existen en los aeropuertos, complementando sus datos con los del servicio meteorológico oficial.

La zona de emplazamiento de un aeropuerto debe reunir condiciones meteorológicas, cuyo estudio se divide en tres partes:

Condiciones climatológicas generales de la zona.

Consideraciones generales de ruta que afectan la situación del aeropuerto

Condiciones especiales del lugar elegido del emplazamiento.

La primera marca las condiciones de utilización de todos los lugares situados dentro de la zona refiriéndose a la climatología de la misma. De esta manera se obtienen datos de intensidad y frecuencia de dirección de vientos, por medio de diagramas anuales y mensuales llamados rosas de vientos, los recorridos totales, es decir el producto de la velocidad por el tiempo, temperaturas, presiones y humedad; lluvias y nieves, densidades por meses y alturas de precipitación; nieblas y densidad de ellas, con sus horas más frecuentes; número de días en que las nubes son de altura de 200 mts.; probabilidad por meses de formación de tormentas, etc.

En la segunda, a veces un pequeño desplazamiento del aeropuerto dentro de la misma región, puede conducir a mejorar las condiciones de la situación del aerodromo, debiendo salir de los lugares de frecuente bruma y de mala visibilidad, originada unas veces por la proximidad de núcleos fabriles y otras por zonas montañosas que con frecuencia se cubren de nubes. Es peligroso que la aeronave tenga que atravesar estas zonas de mala visibilidad al ir perdiendo altura en estos lugares. Esto también sucede en las proximidades de ríos, a consecuencia de formación de nieblas debidas a la fuerte evaporación que existe.

La tercera, por causas del relieve del suelo pueden modificar las capas de aire más bajas, variando en parte la meteorología común a toda la zona. Se producen por este motivo corrientes ascendentes y descendentes y variación en las direcciones del viento, que habrá que tener en cuenta, porque las primeras pueden producir efectos peligrosos en las operaciones de aterrizaje y despegue, y en general en todas las maniobras a poca altura, y las segundas producirán un cambio de orientación en las pistas. Los principales efectos que se producen por las variaciones del relieve del suelo son los siguientes:

Influencia de una cadena montañosa sobre el viento, una cadena montañosa con fuertes escarpes, origina además de aumentos, que a veces llega a un 25%, torbellinos, lo que harán peligrosas algunas zonas. *figuras 4.7 y 4.8*

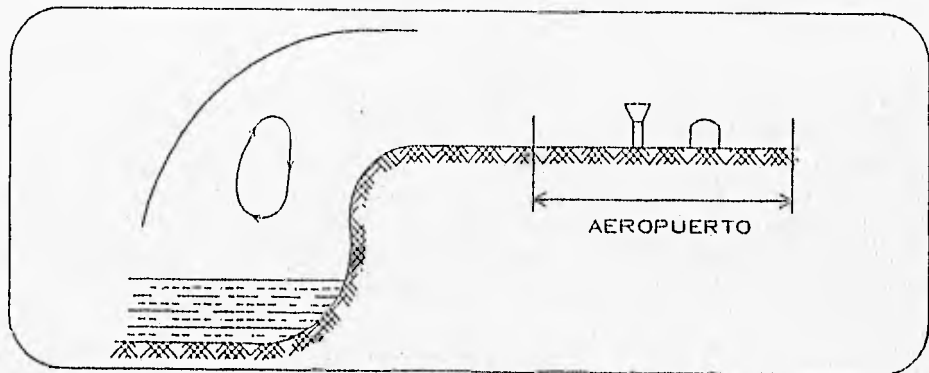


figura 4.7 Efectos que se producen por variaciones del relieve del suelo

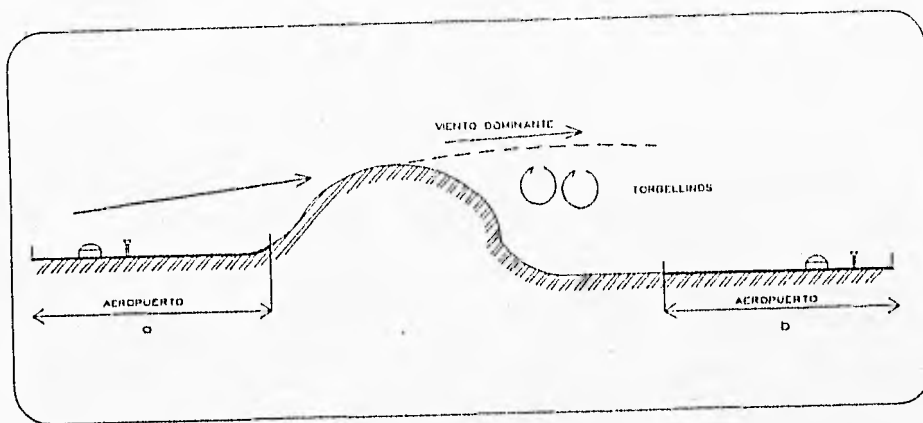


figura 4.8 Influencia de una cadena montañosa sobre el viento

En los valles se establecen corrientes que de día remontan las laderas por efecto del calentamiento de las mismas, ocurriendo lo contrario por la noche. Si estos tienen estrechamientos fuertes se producen aumentos de velocidad, corrientes verticales y torbellinos horizontales y verticales, si por el contrario, existen ensanchamientos, pueden producirse por efecto térmico, corrientes muy intensas. Si el viento sopla en dirección normal a la del valle, se pueden producir fuertes turbulencias. *figuras 4.9 y 4.10*

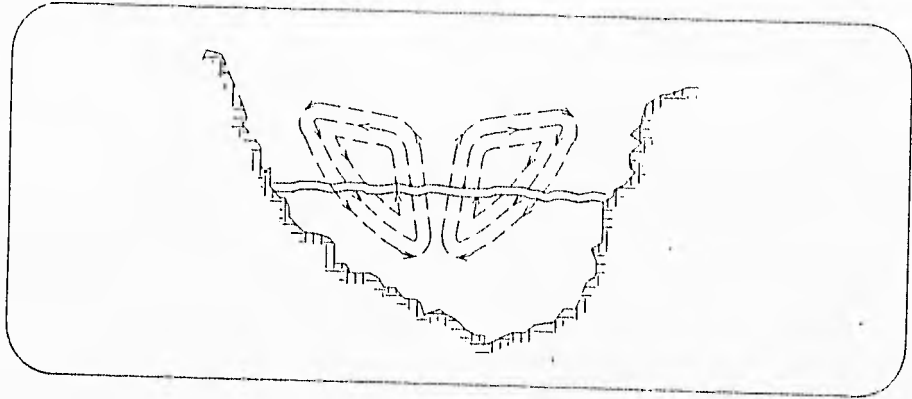


figura 4.9 Influencia de los valles sobre las corrientes de aire en la noche

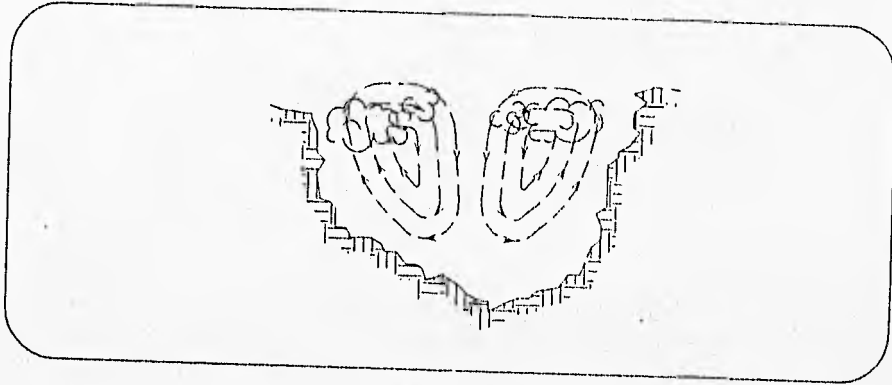


figura 4.10 Influencia de los valles sobre las corrientes de aire por la noche.

El relieve favorece la formación de nubes en aquellos sitios donde existen grandes turbulencias formándose nieblas en los valles estrechos, en las corrientes de aire dan lugar a rafagas ascendentes y descendentes, como lo muestra la *figura 4.11*. Y en las mesetas próximas a los valles existe el peligro de nubes bajas muy frecuentes. *figura 4.12*

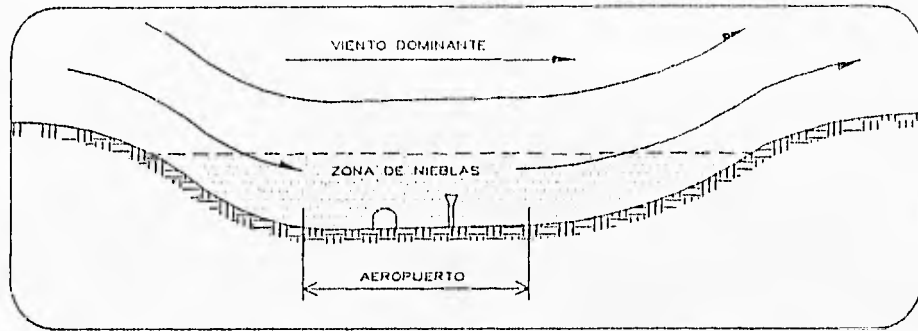


figura 4.11 Influencia del relieve en la formación de nubes

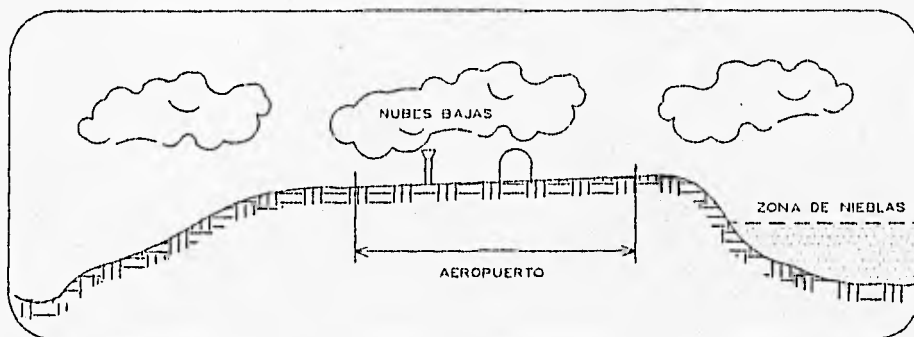


figura 4.12 Influencia del relieve en la formación de nubes bajas

Las cadenas montañosas fijan las nubes a barlovento aún con vientos fuertes, por resultar favorecidas por las corrientes ascendentes, ocurriendo lo contrario a sotavento; y cuando estas cadenas fraccionan un frente frío *figura 4.13* o caliente *figura 4.14* se producen las mayores lluvias a barlovento. En las proximidades de las costas y debido a las corrientes de aire, aumenta la nubosidad en tierra durante el día y en el mar durante la noche.

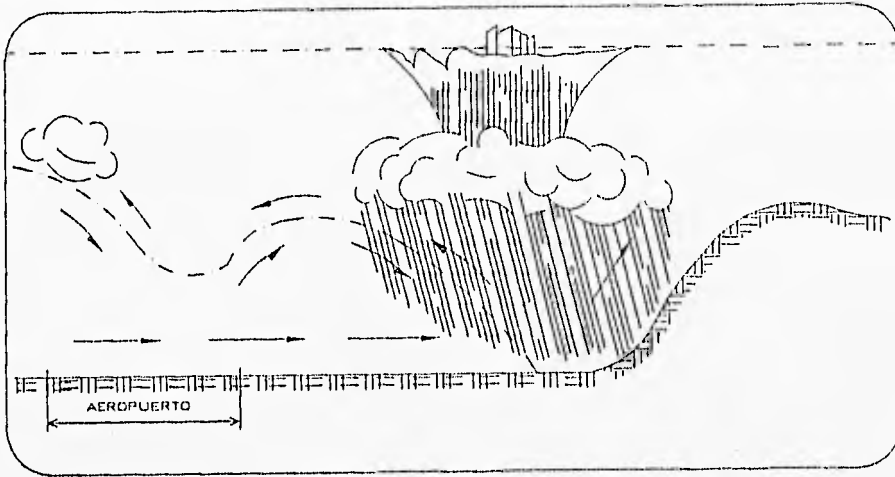


figura 4.13 Influencia de las cadenas montañosas con frente frío.

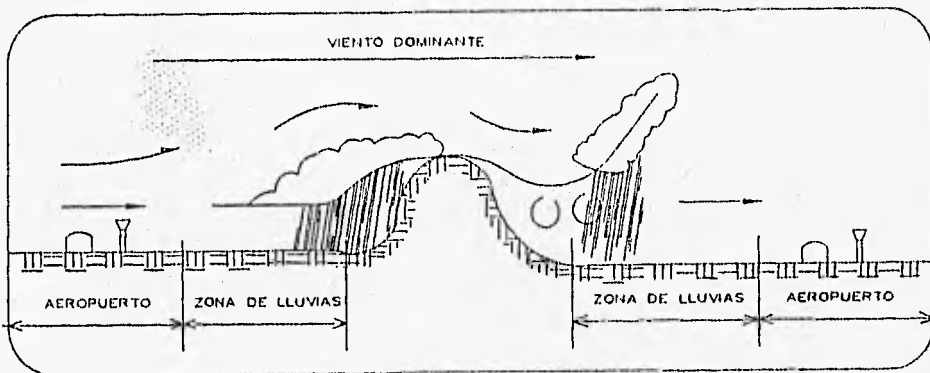


figura 4.14 Influencia de las cadenas montañosas con frente caliente.

Los tres elementos básicos del tiempo atmosférico son el sol, el viento y el agua; el primero suministra la energía que impulsa la masa atmosférica, produciendo como consecuencia los vientos y el oleaje en el mar, evapora el agua, origina las lluvias, etc.

Los fenómenos más importantes para un aeropuerto son: el viento, temperatura, lluvia, humedad, techo y visibilidad, cuyos datos son recopilados por estaciones meteorológicas instaladas en sitios más apropiados para llevar a cabo su fin. En el trabajo de gabinete se traducen a cifras y lenguajes los datos proporcionados por las estaciones, para posteriormente ser analizados de acuerdo a normas establecidas para conocer su magnitud, así como sus consecuencias en las partes que integran el aeropuerto que se está estudiando o proyectando.

Los datos del fenómeno natural que es la temperatura en la zona de emplazamiento de un aeropuerto son muy importantes para el planificador al efectuar el cálculo de la longitud de pistas, en la selección de materiales para la construcción de pistas, plataformas, rodajes y accesos en general, y en el cálculo de aire acondicionado. Estos datos se obtienen de la lectura horaria en grados centígrados de la parte respectiva de las gráficas del higrómetro, seleccionando las temperaturas máximas y mínimas diarias, calculando los promedios mensuales y anuales de temperaturas medias, mínimas y máximas.

ROSA DE VIENTOS DIRECTOS

Debido a las obvias ventajas que tiene el aterrizar y despegar una aeronave en contra del viento, las pistas deben ser orientadas en el sentido de los vientos dominantes. Las aeronaves no pueden maniobrar con seguridad en una pista de vuelo cuando el viento da una componente grande, normal a su trayectoria. El estudio de las frecuencias e intensidades de vientos se efectúa por medio del diagrama de vientos, que consiste en una rosa de 4, 8 o 16 direcciones, en cuyos radios se toman longitudes proporcionales al número de horas que ha soplado el viento en la dirección del radio, tomando esta de fuera al centro de la rosa. Estos diagramas pueden ser mensuales o anuales, siendo estos últimos los que se utilizarán para la orientación de las operaciones de acceso directo.

Para el análisis de la rosa de vientos directos es necesario elaborar una tabla de vientos directos, empleando para esto la rosa de vientos directos *figura 4.16* y una plantilla en forma de moño *figura 4.17*, cuya abertura angular es de 45°; este ángulo se basa en especificaciones de la Federal Aviation Agency (FAA), para aeronaves y es el ángulo máximo que el viento puede formar con la trayectoria de vuelo (viento directo).

TABLA DE PORCENTAJES DE VIENTOS DIRECTOS CUBIERTOS EN CADA UNA DE LAS DIRECCIONES DE PISTA INDICADAS

DIRECCION DE LA PISTA																	
% CALMAS Y DE 0 A 3 MILLAS/HORA																	
% VIENTOS																	
TOTAL																	

PERIODO DE OBSERVACIONES DEL MES DE DE AL MES DE DE

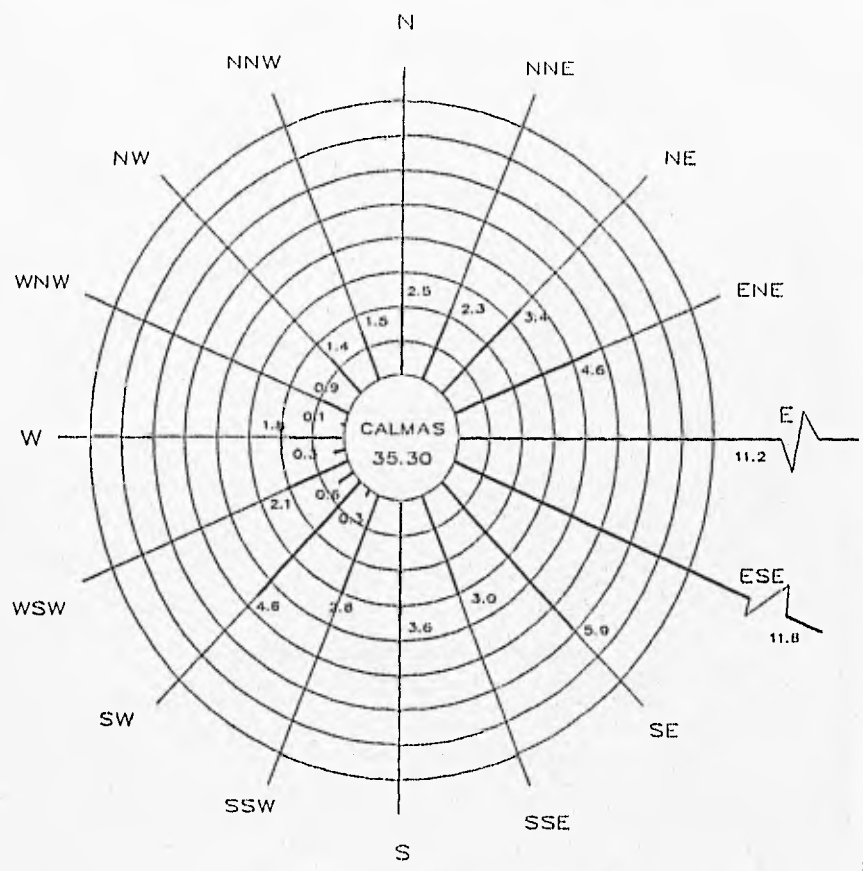


figura 4.16 Rosa de vientos directos

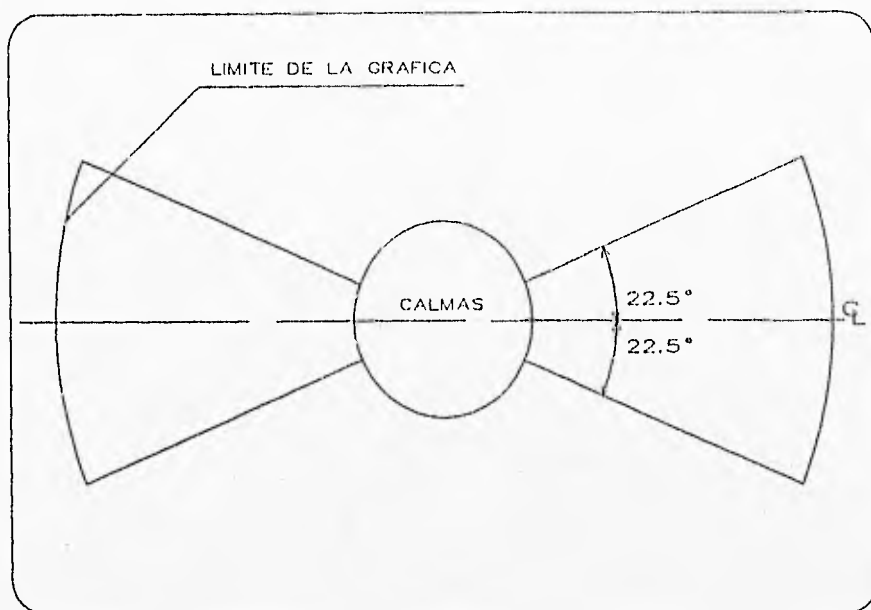


figura 4.17 Plantilla para vientos directos

ROSA DE VIENTOS CRUZADOS

El análisis de la rosa de vientos cruzados se elabora a partir de dicha rosa, una plantilla rectangular que representa 30 millas/h, medidas a la misma escala de la rosa con longitud igual al diámetro máximo de la misma rosa. *figuras 4.18 Y 4.19*

TABLA DE PORCENTAJES DE VIENTOS MAYORES DE 15.0 MILLAS/HORA

DIRECCION DE LA PISTA									
% CALMAS Y DE 0 A 3 MILLAS/HORA									
% VIENTOS DE 3.1 A 15 MILLAS/HORA									
% VIENTOS DE 15.1 A 30 MILLAS/HORA									
% VIENTOS MAYORES DE 30 MILLAS/H									
% TOTAL CUBIERTO									

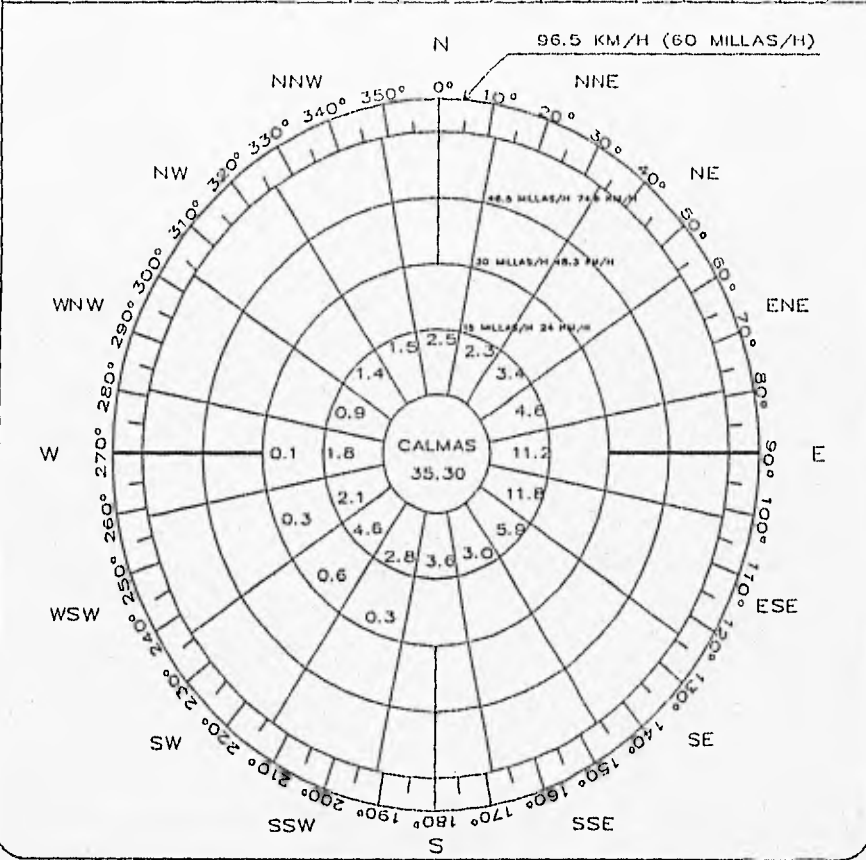


figura 4.18 Rosa de vientos para vientos cruzados.

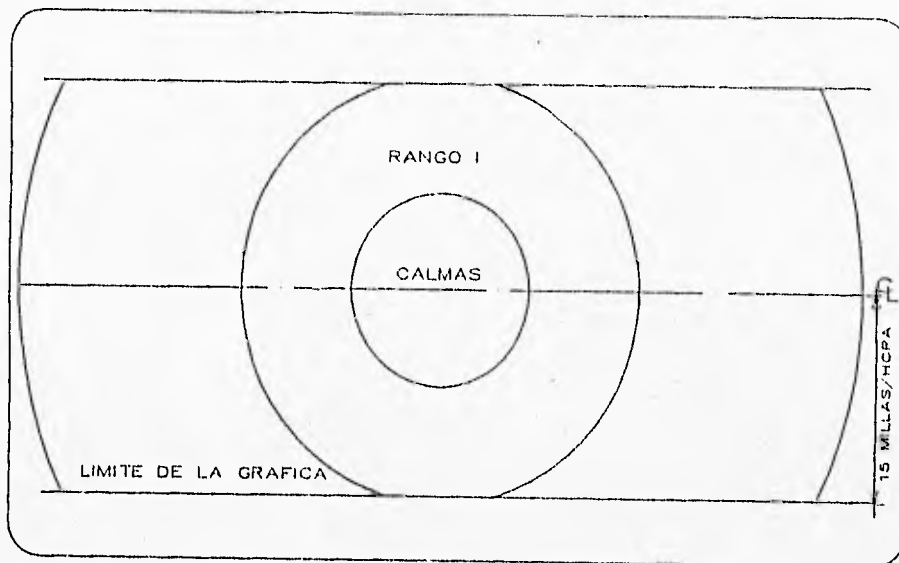


figura 4.19 Plantilla para vientos cruzados

PISTAS

Las características de las aeronaves que utilizan un aeropuerto tienen un gran efecto en la capacidad de un sistema de pistas de vuelo, así como en las instalaciones de despacho de los usuarios en el edificio terminal. Todo aeropuerto debe responder a una forma que este de acuerdo con las necesidades del mismo; la más adecuada es la que permite el aterrizaje y despegue de aeronaves en las condiciones más desfavorables (cualquier dirección y sin vientos).

La capacidad de una pista de vuelo dada, en condiciones meteorológicas y procedimientos de control determinados, depende del tamaño medio de las aeronaves y de la mezcla de tipos de aeronaves que usan la pista. La variación de capacidad debido a la mezcla de aeronaves se debe a la diferencia en las velocidades de aproximación y despegue entre las diferentes aeronaves y los torbellinos generados en la estela de las grandes aeronaves. La capacidad de una pista, expresada en operaciones por hora, es función del tamaño de las aeronaves.

La capacidad de una pista de vuelo es generalmente, el elemento del control de la capacidad del aeropuerto. Existe un gran número de factores que influyen sobre la capacidad de una pista de vuelo, y están relacionadas con el control del tráfico aéreo, las características de la demanda, las condiciones del entorno en la proximidad del aeropuerto y la disposición y configuración del área de maniobra.

El factor dominante en el control del tráfico aéreo que afecta a la capacidad es la separación horizontal mínima permisible en las proximidades de un aeropuerto; puesto que no se permite que dos aeronaves estén en la pista de vuelo simultáneamente, el tiempo de ocupación de la pista de vuelo también puede influir sobre la demanda. Otros factores son los siguientes:

La longitud del tramo común desde la entrada en la senda del Sistema Instrumental de Aterrizaje (ILS, Instrument Landing System) hasta el umbral, que es normalmente de 7.4 a 15 km. (4 a 8 millas).

La estrategia empleada por los controladores en la sucesión de aeronaves que vuelan a diferentes velocidades.

La sofisticación de los sistemas de control de tráfico aéreo que afectan la precisión con la que las aeronaves pueden ser situadas en el portal del ILS y la habilidad para monitorizar las velocidades de las aeronaves y detectar su posición y movimientos.

La capacidad de una pista de vuelo depende del tamaño de los aviones, velocidad, maniobrabilidad, capacidad de frenado, así como la técnica del piloto. El efecto del tamaño de la aeronave se refleja tanto en el fenómeno de los torbellinos de punta de ala como en las diferentes velocidades de aproximación, han de concederse márgenes de seguridad para garantizar que no se vulneren las separaciones mínimas en ningún punto de la trayectoria de aproximación. La velocidad de toma de contacto, la capacidad de frenado y la maniobrabilidad en tierra afectan al tiempo de ocupación de pista de vuelo en el aterrizaje, lo cual a su vez, determina el momento en que puede autorizarse un despegue. Otra característica de la demanda, que puede afectar significativamente a la capacidad de la pista de vuelo, es el porcentaje de aterrizajes sobre el total de operaciones.

Los factores del entorno más importantes que influyen sobre la capacidad de una pista de vuelo son la visibilidad, las condiciones de la superficie de la pista, los vientos y los procedimientos para la reducción de ruidos. En condiciones de mala visibilidad, los pilotos y los controladores del tráfico aéreo se hacen cautelosos, las separaciones aumentan y se incrementan los tiempos de ocupación de pista de vuelo, con vientos transversales son menos aptas para su uso, una pista o un sistema de pistas de vuelo puede cerrarse al tráfico aéreo cuando la visibilidad es extremadamente reducida. Análogamente, una pista mojada o resbaladiza puede ser causa de mayores distancias de desaceleración y mayores tiempos de ocupación de pista. Las grandes nevadas o la acumulación de hielo suponen el cierre de la pista de vuelo.

Para el planificador y el proyectista de un aeropuerto, el diseño y configuración de un emplazamiento incluye la mayoría de factores principales que afectan la capacidad de la pista. Cuando ha de incrementarse la capacidad del aeropuerto para atender una demanda futura, ambos elementos deben de considerar las mejoras en el diseño y configuración del sistema pista-calles de rodaje, constituido por:

El número, separación, longitud y orientación de la pista o pistas.

El número, situación y trazado de las calles de rodaje.

El trazado de entradas a la plataforma.

CLASIFICACION

Las pistas son áreas rectangulares definidas en un aeropuerto, empleadas para el aterrizaje y despegue de aeronaves, clasificandose de la siguiente manera:

Pista de vuelo visual: Destinada a las operaciones de aeronaves que utilizan procedimientos visuales para la aproximación.

Pista de Vuelo por Instrumentos.- Destinada a la operación de aeronaves que utilizan procedimientos de aproximación por instrumentos, dividiendo esta pista en:

Pista para Aproximaciones por Instrumentos.- Es la pista por instrumentos servida por ayudas visuales y una ayuda visual que proporciona por lo menos una guía direccional adecuada para la aproximación directa.

Pista para Aproximaciones de precisión de Categoría I.- Es la pista por instrumentos servida por el sistema de aterrizaje por instrumentos (ILS) y por ayudas visuales destinadas a operaciones hasta una altura de decisión de 60 mts. (200 pies) y un alcance visual en la pista del orden de 800 mts. (2600 pies).

Pista para Aproximaciones de Precisión Categoría II.- Es la pista por instrumentos servida por el sistema de aterrizaje por instrumentos (ILS) y ayudas visuales destinadas a operaciones hasta una altura de decisión de 30 mts. (100 pies) y un alcance visual en la pista del orden de 400 mts. (1200 pies)

Pista para Aproximaciones de Precisión Categoría III. Es la pista por instrumentación servida por el sistema de aterrizaje por instrumentos (ILS), hasta la superficie de la pista y a lo largo de la misma, destinada a operaciones hasta un alcance visual en la pista (VRF) del orden de 200 mts. (700 pies) sin altura de decisión aplicable utilizando ayudas visuales durante la fase final del aterrizaje, operaciones hasta un alcance visual en la pista (VFR) del orden de 50 mts. (150 pies) sin altura de decisión aplicable utilizando ayudas visuales para el rodaje, y operaciones en la pista y calles de rodaje sin depender de referencias visuales.

APROXIMACION VISUAL

El tráfico aéreo se puede realizar bajo reglas de vuelo visual (VFR, Visual Flight Rules) o de vuelo instrumental (IFR, Instrument Flight Rules), dependiendo de las condiciones meteorológicas, así como del emplazamiento y altitud de las trayectorias de vuelo. Las operaciones VFR se realizan cuando las condiciones atmosféricas permiten volar a las aeronaves en contacto visual con el suelo o con otras aeronaves y cuando la densidad de tráfico aéreo es suficientemente bajo como para permitir al piloto depender más del control visual que de la lectura de sus instrumentos.

En las pistas de vuelo visual las necesidades relativas a las superficies limitadoras de obstáculos se determinan en función de la utilización prevista de la pista (despegue, aterrizaje y tipo de aproximación), en lo referente a la superficie cónica, superficie horizontal interna, superficie de aproximación y superficie de transición *figuras 4.3, 4.4, 4.5 y 4.6*. Las alturas y pendientes de las superficies no deberán ser superiores, ni sus otras dimensiones inferiores a las que se especifican en la *tabla 4.1*

Existen condiciones de vuelo instrumental (IFR) cuando la visibilidad o el techo de nubes queda por debajo de lo establecido para operaciones VFR, o cuando lo requiere la densidad del tráfico aéreo.

El control del tráfico positivo se realiza siempre en condiciones IFR y en áreas prefijadas; la responsabilidad de mantener la distancia de seguridad entre las aeronaves se transfiere al controlador del tráfico aéreo.

En las pistas de aproximación por instrumentos o para aproximaciones de precisión de categoría, es necesario considerar también las superficies de obstáculos. *tabla 4.1 y figuras 4.3 a 4.6* horizontal. Para el caso de la sección horizontal de la superficie de aproximación, esta será a partir del punto en el que la pendiente de 2.5% corta a un plano horizontal a 150 mts. (500 pies), por encima de la elevación del umbral, o el plano horizontal que pasa por la parte superior de cualquier objeto que determine el límite de franqueamiento de obstáculos, tomando el que sea más alto.

CONFIGURACION

Los aeropuertos del mundo se caracterizan por su variedad de configuraciones, que van desde campos o franjas de terreno virtualmente naturales hasta las complejas configuraciones de pistas de vuelo, calles de rodaje y plataformas capaces de acomodar más de 2000 movimientos de aeronaves diarias y de servir de 20 a 30 millones de pasajeros anualmente.

El esquema de un aeropuerto debe ser adecuado a la forma y superficie del terreno disponible. Debe tener pistas de vuelo en número suficiente para satisfacer la demanda del tráfico aéreo. Las pistas de vuelo deben estar orientadas para aprovechar los vientos dominantes y deben alejarse de los obstáculos de la navegación aérea. El esquema de un aeropuerto debe ofrecer áreas de estacionamiento suficientes para las aeronaves y aparcamiento para los automóviles, así como espacio para el manejo de carga y del equipaje, almacenes, mantenimiento de aeronaves y servicios. La configuración debe permitir el movimiento seguro y rápido de las aeronaves y de los vehículos de transporte de superficie.

Existe una gran cantidad de configuraciones de pistas de vuelo; sin embargo, la mayor parte de los sistemas de pistas de vuelo están dispuestos según alguna de las siguientes configuraciones básicas, como lo muestra *tabla 4.3*

Donde el:

ESQUEMA A.- Es la configuración de pistas más sencilla por ser una sola; aquí la capacidad varía ampliamente con la mezcla de aeronaves en condiciones bajo REGLAS DE VUELO VISUAL (VFR, VISUAL FLIGHT RULES), la capacidad es de 51 a 98 operaciones hora, y en condiciones bajo las REGLAS DE VUELO INSTRUMENTAL (IFR, INSTRUMENT FLIGHT RULES), la capacidad varía de 50 a 59 operaciones por hora.

ESQUEMA B.- Es una configuración IFR dependiente, o sea, en condiciones de vuelo instrumental las operaciones en una pista están supeditadas a las operaciones en la otra, a consecuencia de que la operación simultánea esta permitida en condiciones VFR pero no en condiciones IFR. Este esquema proporciona casi el doble de capacidad que una pista de vuelo única con sistema VFR.

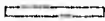
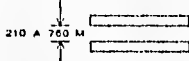
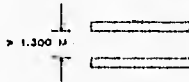
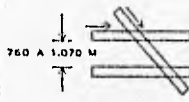
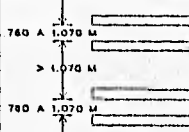
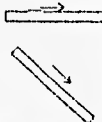
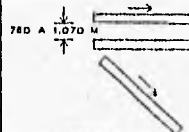
ESQUEMA C.- Pistas de vuelo con una separación de 1300 mts. (4300 pies), es una configuración independiente IFR; este esquema permite aproximaciones instrumentales de precisión simultáneas. Las variaciones de este esquema son la configuración de pistas de vuelo paralelas, que resultan al considerar las diferentes posiciones relativas del edificio respecto de las pistas de vuelo. Esta disposición presenta el inconveniente de que las aeronaves han de cruzar una pista de vuelo en servicio.

ESQUEMA D.- Representa un sistema de pista de vuelo doble más una tercera cruzada para vientos transversales.

ESQUEMA E.- Cuando los vientos dominantes tienen un mismo sentido la mayor parte del tiempo, las pistas de vuelo pueden escalonarse o disponerse en tandem: En la configuración paralela, las instalaciones terminales se colocan entre las pistas. Ello permite reducir las distancias de rodaje utilizando una pista exclusivamente para despegues y otra para aterrizajes. Sin embargo esta configuración requiere de gran superficie de terreno.

ESQUEMA F.- Configuración de un sistema de pistas de vuelo paralelas, más una pista para vientos transversales.

Los esquemas *F* y *G*. dependen en gran medida del sentido de las operaciones y de la intensidad de los vientos.

CONFIGURACION	DIAGRAMA DE CONFIGURACION DE PISTA	INDICES DE MEZCLA PORCENTAJE (C + 3D)	CAPACIDAD HORARIA (OPERACIONES POR HORA)		VOLUMEN DE SERVICIO ANUAL (OPERACIONES POR AÑO)
			VFR	IFR	
A PISTA UNICA		0-20 21-50 51-80 81-120 121-180	98 74 63 55 51	59 57 56 53 50	230.000 195.000 205.000 210.000 240.000
B PISTA DOBLE		0-20 21-50 51-80 81-120 121-180	197 145 121 105 94	59 57 56 59 60	355.000 275.000 260.000 285.000 340.000
C IFR INDEPENDIENTES PARALELAS		0-20 21-50 51-80 81-120 121-180	197 140 126 111 103	119 114 111 105 99	370.000 320.000 305.000 315.000 370.000
D DOS PISTAS PARALELAS MAS OTRAS PARA VIENTOS CRUZADOS		0-20 21-50 51-80 81-120 121-180	197 149 126 111 103	62 63 65 70 75	355.000 285.000 275.000 300.000 365.000
E CUATRO PISTAS PARALELAS		0-20 21-50 51-80 81-120 121-180	394 290 242 210 189	119 114 111 117 120	715.000 550.000 515.000 265.000 675.000
F DOS PISTAS EN VABIERTA		0-20 21-50 51-80 81-120 121-180	150 108 85 77 73	59 57 56 59 60	270.000 225.000 220.000 225.000 265.000
G PISTA DOBLE MAS OTRA INDEPENDIENTE PARA VIENTOS CRUZADOS		0-20 21-50 51-80 81-120 121-180	295 210 164 146 129	59 57 56 59 60	385.000 305.000 275.000 300.000 355.000

4.3 Diagrama de configuración de pistas

Los grandes aeropuertos pueden requerir de tres o más pistas de vuelo; la mejor configuración para un sistema de pistas múltiple depende de la separación mínima necesaria por razones de seguridad, dirección de los vientos dominantes, características topográficas del emplazamiento del aeropuerto, forma y cantidad del espacio disponible, y superficies para la plataforma de estacionamiento, el área terminal y otros edificios.

En la *tabla 4.4*, se indican los anchos de pista para vuelo según el número y letra de clave de los aeropuertos.

NUMERO DE CLAVE	LETRA DE CLAVE				
	A	B	C	D	E
1°	18 M	18 M	23 M	--	--
2°	23 M	23 M	30 M	--	--
3°	30 M	30 M	30 M	45 M	--
4°	--	--	45 M	45 M	45 M

LA ANCHURA DE TODA PISTA DE APROXIMACION DE PRECISION NO DEBERA SER MENOR DE 30M. CUANDO EL NUMERO DE LA CLAVE SEA 1 O 2

tabla 4.4 Ancho de pistas

Operación Ligera

Las longitudes de pista de vuelo están íntimamente relacionadas con los despegues y aterrizajes de aeronaves, así como a las características de sus operaciones en las proximidades del aeropuerto. Por eso, las pistas de vuelo destinadas a la operación ligera deben ser cortadas con una longitud de hasta 800 mts. (240 pies), destinadas para el uso de avionetas de motor de 4 a 8 plazas, con uso tipo particular, empleándose una sola pista de vuelo para efectuar aterrizajes y despegues. *figura 4.20*

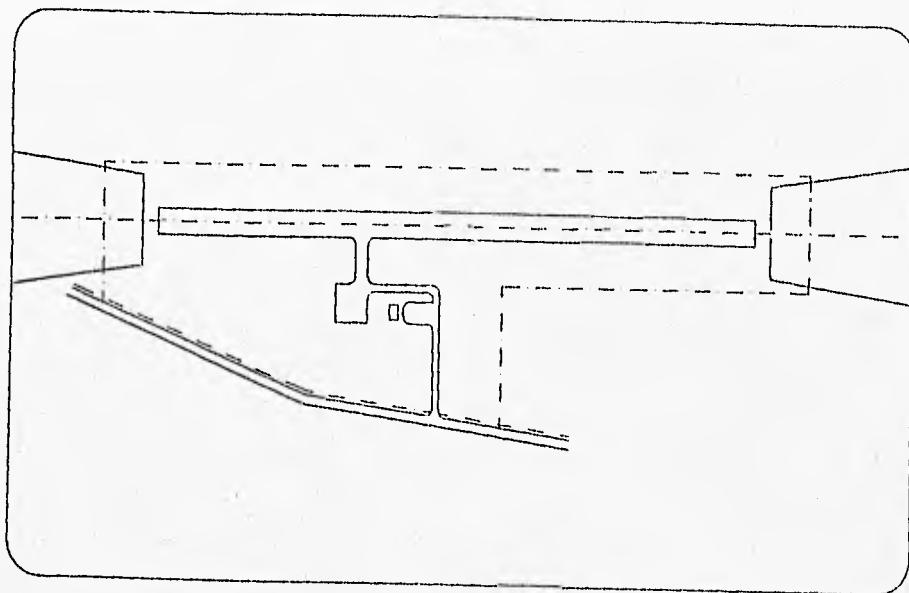


figura 4.20 Aeropuerto para la aviación ligera

Operación Regional

Para la operación regional, la longitud de la pista de vuelo está dentro del rango de los 800 mts. (240 pies) y los 1200 mts (360 pies). Estas son pistas de vuelo destinadas para aterrizar y despegar avionetas de motor y turboreactores de 8 plazas en adelante, donde se efectúan vuelos de una región a otra cercana, empleándose una pista y su uso es del tipo particular y comercial. *figura 4.21*

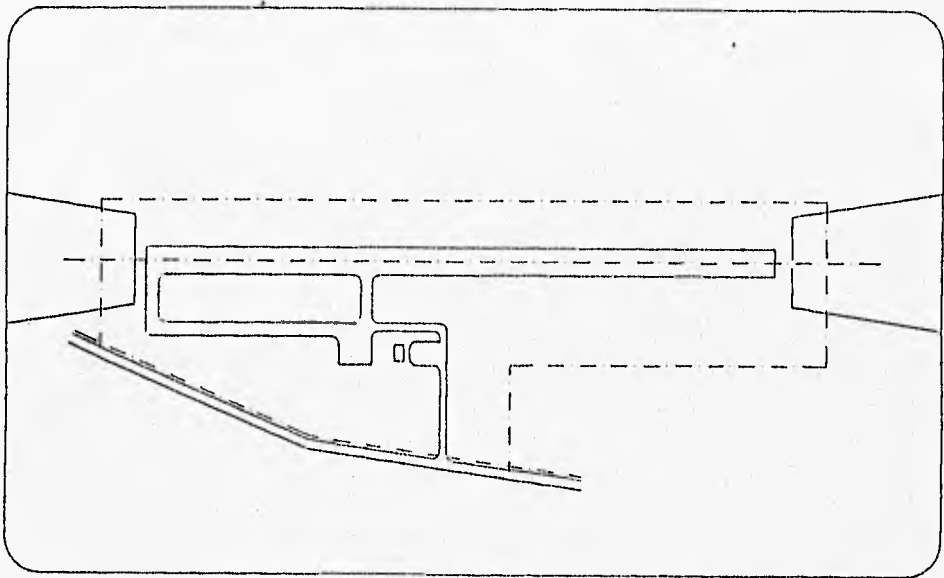


figura 4.21 Aeropuerto regional

Operación de Corto Alcance

En la operación de corto alcance las pistas tienen longitud variable entre los 1200 mts. (360 pies) y los 1800 mts. (540 pies). En estas pistas se emplean por lo general aeronaves ligeras destinadas para efectuar viajes cortos entre una entidad y otra. Aquí se emplean una o más pistas para efectuar los aterrizajes y despegues de aeronaves, su uso es de tipo comercial, donde se emplea un edificio terminal en forma. *figura 4.22*

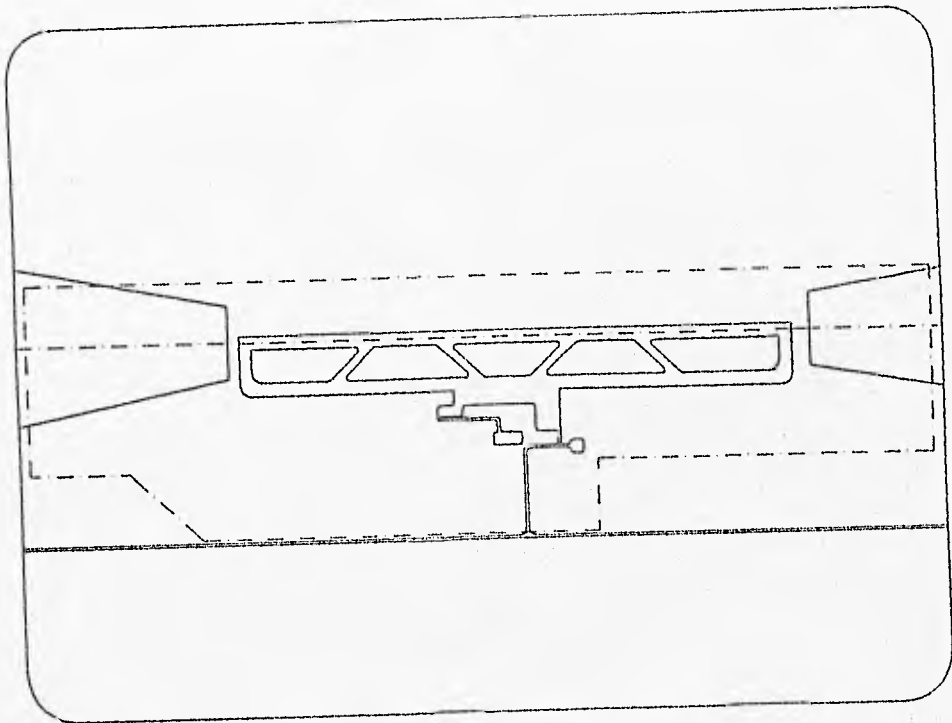


figura 4.22 Aeropuerto de corto alcance

Operación de Mediano Alcance

Para efectuar la operación de mediano alcance las pistas deben tener una longitud de los 1800 mts. (540 pies) en adelante. Para esta operación se emplean aeronaves de reacción del tipo mediano para viajes de una entidad a otra lejana. Aquí se emplean una o más pistas de vuelo, según las necesidades del aeropuerto siendo su servicio del tipo nacional. *figura 4.23*

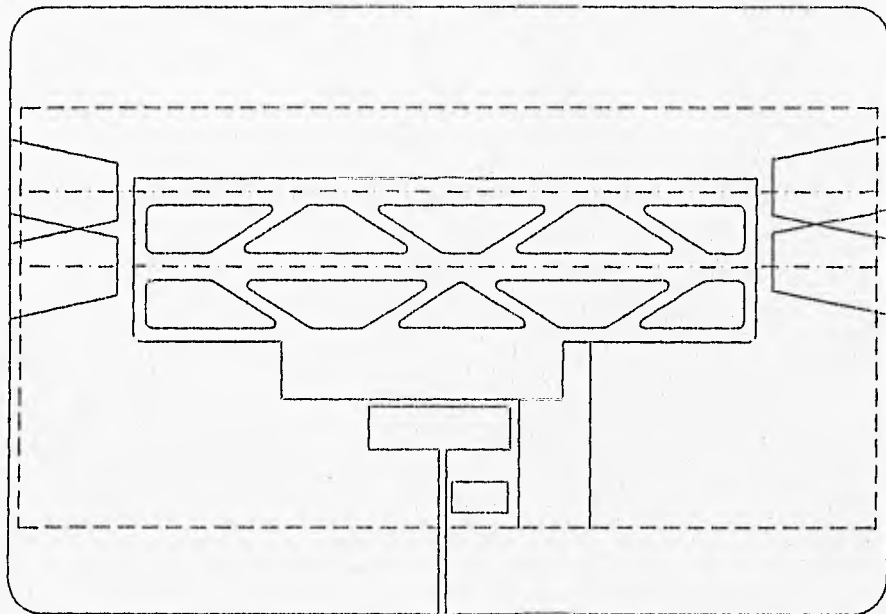


figura 4.23 Aeropuerto de mediano alcance

Operación de Largo Alcance

La operación de largo alcance es para aeronaves a reacción del tipo grande donde se emplean pistas mayores a los 1800 mts (540 pies) Esta operación se emplea principalmente para los vuelos de un continente a otro, también llamados vuelos intercontinentales, o de un país a otros. Siendo este aeropuerto del tipo internacional. *figura 4.24*

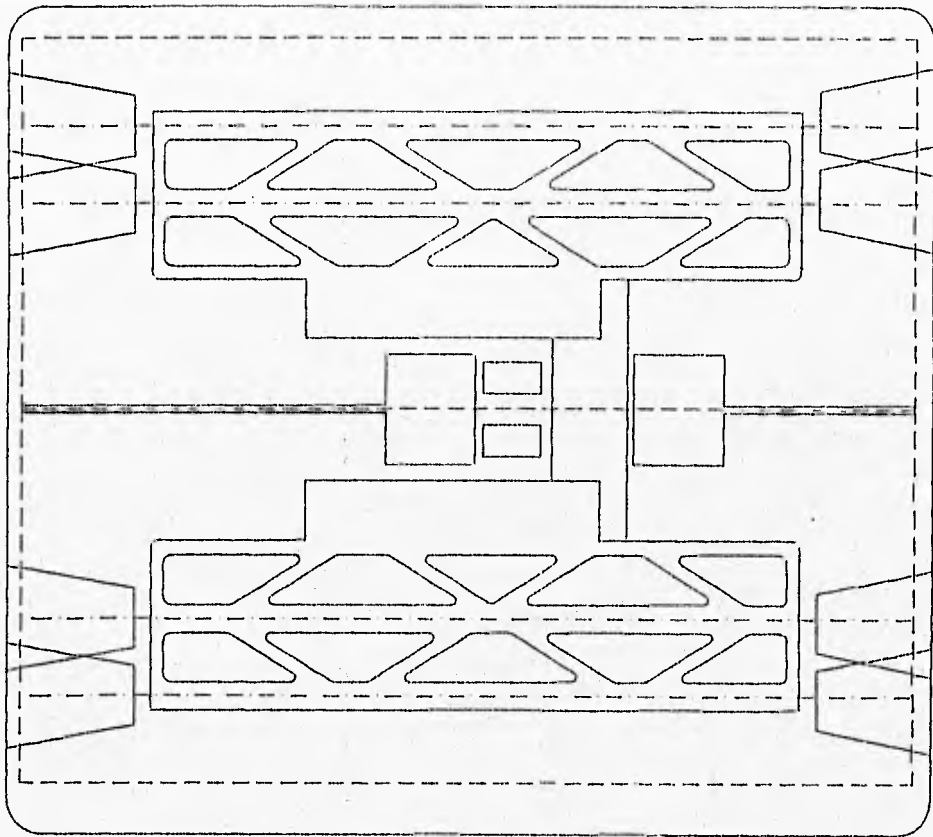


figura 4.24 Aeropuerto de largo alcance

Normas Mínimas

Son numerosos los factores que influyen en la determinación de la orientación, emplazamiento y número de pistas. Un factor muy importante es el coeficiente de utilización, determinado por la distribución de los vientos, otro factor es la alineación de la pista que permite obtener la provisión de aproximaciones que se ajusten a las especificaciones sobre superficies de aproximación.

El número de orientación de la pista de un aeropuerto debe ser tal que el coeficiente de utilización no sea inferior al 95% para las aeronaves que el aeropuerto este destinado a servir.

La longitud básica para la pista de vuelo debe ser suficiente para satisfacer los requisitos operacionales de las aeronaves para lo que la pista esté prevista. Al determinarse la longitud de pista de vuelo que ha de proporcionarse, será necesario considerar tanto los requisitos de despegue como de aterrizaje, y la necesidad de efectuar operaciones en ambos sentidos de la pista para las aeronaves; considerando las condiciones locales de elevación, temperatura, pendiente de pista, humedad y características de la pista de vuelo.

Un aeropuerto dispondrá de pistas de vuelo paralelas para uso simultáneo, sólo cuando existán condiciones meteorológicas de vuelo visual, la distancia mínima entre sus respectivos ejes debe ser:

210 mts. (700 pies) Cuando la letra de clave de la pista de vuelo más larga sea A o B.

150 mts. (500 pies) Cuando la letra de clave de la pista de vuelo más larga sea C.

120 mts. (400 pies) Cuando la letra de clave de la pista de vuelo más larga sea D o E.

Clasificación de Aeronaves

Para poder dimensionar la infraestructura aeroportuaria, es necesario conocer las características de funcionamiento y operación, así como las normas internacionales que rigen la planificación de los aeropuertos, para los diferentes tipos de aeronaves clasificados por su tamaño, alcance, capacidad, etc. La *tabla 4.5* la cual continúa en el ANEXO 1, presenta una clasificación de diferentes aeronaves la OACI, donde se indica el modelo, clave de referencia del aeropuerto y la longitud de pista mínima necesaria en condiciones óptimas de despegue, etc. Las *figuras 4.26 y 4.27*, presentan dimensionamiento de diferentes aeronaves.

MODELO DE AVION	CLAVE	LONGITUD MAXIMA DE PISTA	ENVERGADURA EN METROS	ANCHO DEL TREN PRINCIPAL EN METROS	LONGITUD EN M.	ALTURA DE COLA EN M.
MCDONNELL DOUGLAS DC-9-20	3C	1551	28.5	6.0	--	--
FOKKER F27 - 500	3C	1670	29.0	7.9	--	--
FOKKER F27 - 600	3C	1670	29.0	7.9	--	--
FOKKER F28 - 3000	3C	1640	25.1	5.8	--	--
FOKKER F28 - 4000	3C	1640	25.1	5.8	--	--
FOKKER F28 - 6000	3C	1400	25.1	5.8	--	--
BUFFALO DHC - 5D	3D	1471	29.3	10.2	--	--
AIRBUS A300 B2	3D	1676	44.8	10.9	--	--
BAC 1-11-200	4C	1884	27.0	5.2	--	--
BAC 1-11-300	4C	2484	27.0	5.2	--	--
BAC 1-11-400	4C	2420	27.0	5.2	--	--
BAC 1-11-475	4C	2286	28.5	5.4	--	--
BAC 1-11-500	4C	2408	28.5	5.2	--	--
BOEING B-727-100	4C	2502	32.9	6.9	40.5	10.1
BOEING B-727-200	4C	3176	32.9	6.9	48.6	10.0
BOEING B-737-100	4C	2499	28.4	6.4	28.6	11.1
BOEING B-737-200	4C	2295	28.4	6.4	30.4	11.1
BOEING B-737 ADVANCED 200	4C	2707	28.4	6.4	--	--
AEROSPATIALE CARAVELLE 12	4C	2600	34.3	5.9	--	--
CONCORDE	4C	3400	25.5	8.8	--	--
MCDONNELL DOUGLAS DC-9-10	4C	1975	27.2	5.9	31.8	8.3
MCDONNELL DOUGLAS DC-9-30	4C	2134	28.5	6.0	36.3	8.3
MCDONNELL DOUGLAS DC-9-40	4C	2091	28.5	5.9	38.2	8.5
MCDONNELL DOUGLAS DC-9-50	4C	2451	28.5	5.9	--	--
MCDONNELL DOUGLAS DC-9-80	4C	2195	32.9	6.2	--	--
HAWKER SIDDELEY TRIDENT 1E	4C	2590	29.0	7.3	--	--
HAWKER SIDDELEY TRIDENT 2C	4C	2780	29.0	7.3	--	--
HAWKER SIDDELEY TRIDENT 3	4C	2670	29.0	7.3	--	--
VISCOUNT 800	4C	1859	28.6	7.9	--	--

tabla 4.5 Clasificación de aeronaves

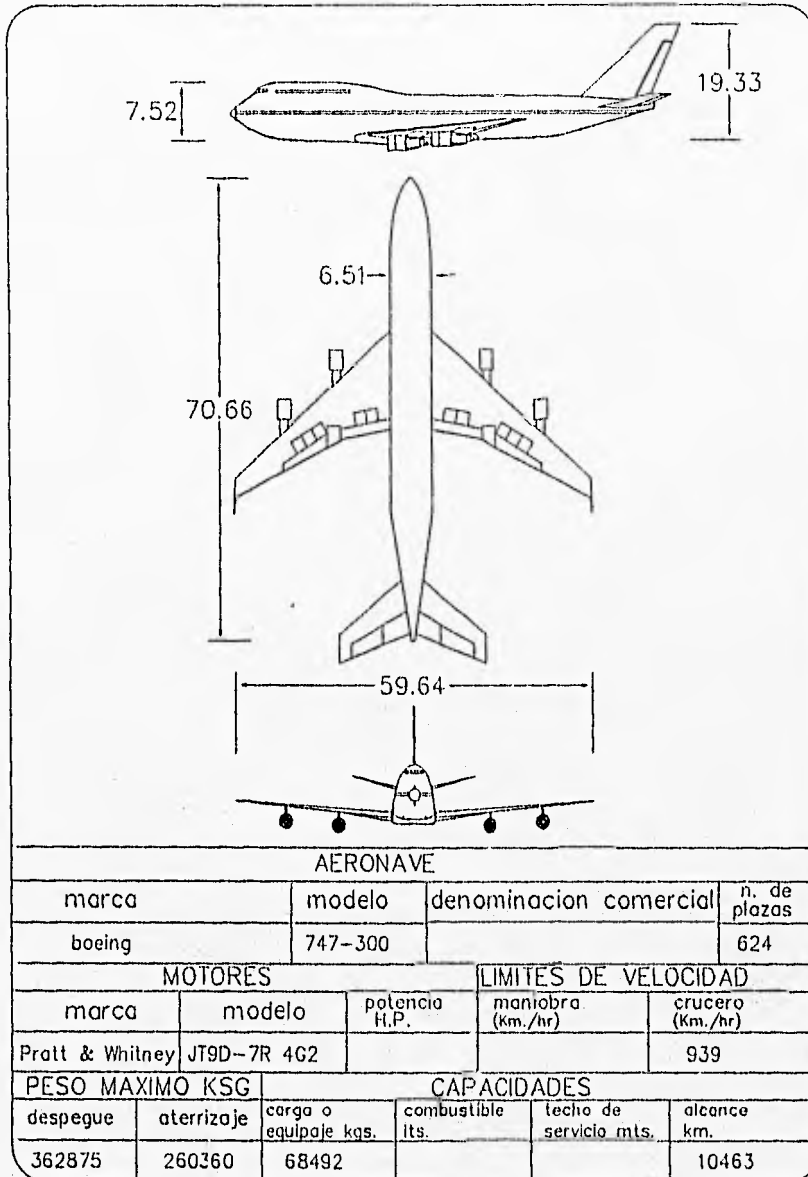


FIGURA 4.26. Aeronave

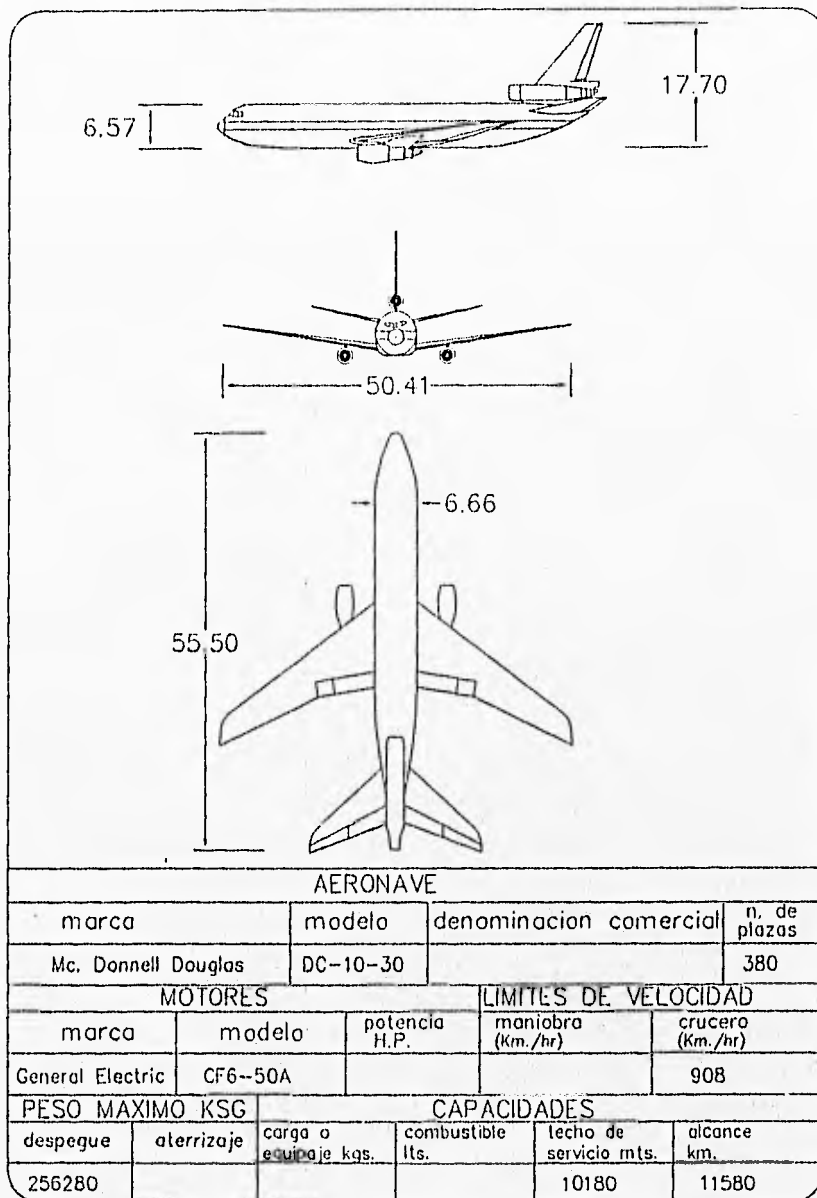


figura 4.27. Aeronave

ESTA TESIS NO DEBE
SALIR DE LA BIBLIOTECA

Calles de rodaje

El objetivo de las calles de rodaje es facilitar el acceso desde las pistas de vuelo hasta la plataforma de estacionamiento (terminal aérea o mantenimiento). Estas calles deben estar situadas de tal manera que al aterrizar una aeronave, no interfiera con otra que va a despegar o que esté en rodamiento.

LETRA DE CLAVE	DISTANCIA ENTRE EL EJE DE UNA CALLE DE RODAJE Y EL EJE DE UNA PISTA, EN M				DISTANCIA ENTRE EL EJE DE UNA CALLE DE RODAJE Y EL EJE DE OTRA CALLE DE RODAJE, EN M				DISTANCIA ENTRE EL EJE DE UNA CALLE DE RODAJE QUE NO SEA CALLE DE ACCESO A UN PUESTO DE ESTACIONAMIENTO DE AERONAVES Y UN OBJETO, EN M	DISTANCIA ENTRE EL EJE DE LA CALLE DE ACCESO A UN PUESTO DE ESTACIONAMIENTO DE AERONAVES Y UN OBJETO, EN M	
	PISTAS DE VUELO POR INSTRUMENTOS		PISTAS DE VUELO VISUAL		DE RODAJE Y EL EJE DE OTRA CALLE DE RODAJE, EN M		DE AERONAVES Y UN OBJETO, EN M				
	1	2	3	4	1	2		3			4
A	82.5	82.5	-	-	37.5	47.5	-	-	21	13.5	12
B	87	87	-	-	42	42	-	-	31.5	19.5	16.5
C	-	-	168	-	-	-	93	-	46.5	28.5	24.5
D	-	-	176	176	-	-	101	101	68.5	42.5	36
E	-	-	-	180	-	-	-	105	76.5	46.5	40

tabla 4.6 Distancias mínimas de separación de las calles de rodaje.

Los anchos de calle de rodaje están reglamentados como se muestra en la tabla 4.7

LETRA DE CLAVE	DISTANCIA ENTRE EL EJE DE UNA CALLE DE RODAJE Y EL EJE DE UNA PISTA , EN M				DISTANCIA ENTRE EL EJE DE UNA CALLE DE RODAJE Y EL EJE DE OTRA CALLE DE RODAJE , EN M				DISTANCIA ENTRE EL EJE DE UNA CALLE DE RODAJE QUE NO SEA CALLE DE ACCESO A UN PUESTO DE ESTACIONAMIENTO DE AERONAVES Y UN OBJETO , EN M	DISTANCIA ENTRE EL EJE DE LA CALLE DE ACCESO A UN PUESTO DE ESTACIONAMIENTO DE AERONAVES Y UN OBJETO , EN M	
	PISTAS DE VUELO POR INSTRUMENTOS		PISTAS DE VUELO VISUAL		DE RODAJE Y EL EJE DE OTRA CALLE DE RODAJE , EN M						
	NUMERO DE CLAVE				NUMERO DE CLAVE						
	1	2	3	4	1	2	3	4			
A	82.5	82.5	-	-	37.5	47.5	-	-	21	13.5	12
B	87	87	-	-	42	42	-	-	31.5	19.5	16.5
C	-	-	168	-	-	-	93	-	46.5	28.5	24.5
D	-	-	176	176	-	-	101	101	68.5	42.5	36
E	-	-	-	180	-	-	-	105	76.5	46.5	40

TABLA 4.7 Anchura de calles de rodaje.

En los aeropuertos de gran tráfico las calles de rodaje deben de situarse en diferentes puntos a lo largo de las pistas de vuelo, de tal manera que las aeronaves que aterrizan pueden abandonarlas tan rapidamente como sea posible, para dejarlas libres al resto de las aeronaves que vayan a utilizarlas. A estas calles se les conoce como "calles de salida de pista o calles de desvio".

Paralelas

En los aeropuertos de mucho movimiento donde el tráfico se realiza simultáneamente en ambas direcciones, debe de existir una calle de rodaje paralela de una sola dirección.

Diagonales

En períodos de tráfico crítico a consecuencia de que las aeronaves están continuamente operando en las pistas de vuelo, y su capacidad depende del grado de rapidez con que las aeronaves que aterrizan puedan desalojar la pista. Ya que una aeronave tiene que aguardar hasta que el que antecede desaloje la pista. Para estos casos muchos aeropuertos cuentan con calles de rodaje que forman ángulos con las pistas de vuelo, con la finalidad de que la aeronave desacelere para llegar con baja velocidad antes de que vire.

PLATAFORMA

La plataforma de un aeropuerto es un área destinada a efectuar las operaciones de embarque y desembarque de pasajeros que utilizan como transporte aéreo la aeronave; efectuándose también carga y descarga de mercancías y de correo, reprovisionamiento de combustible, estacionamiento y mantenimiento para la aeronave, estableciéndose para ello márgenes de separación entre cada aeronave, como lo indica la *tabla 4.8*

Las plataformas se clasifican de acuerdo con su posición y el servicio que prestan, como a continuación se indican:

Plataforma de Operaciones o Terminal. Es el área destinada para las maniobras y estacionamiento de aeronaves comerciales. Se localiza junto a la terminal de pasajeros.

Plataforma de Avionetas o de Aviación General. - Es el área que se emplea para las aeronaves de aviación general o avionetas, destinada para atender las distintas actividades de este tipo de servicio.

Existen además otros tipos de plataformas, tales como son:

Carga, Pernocta

De mantenimiento

De estacionamiento para aeronaves que tienen su base en el aeropuerto.

LETRA DE CLAVE	MARGEN
A	3 METROS
B	3 METROS
C	4.5 METROS
D	7.5 METROS
E	7.5 METROS

tabla 4.8 márgenes de separación en plataformas

Dimensionamiento de Aeronaves

El dimensionamiento de las aeronaves es necesario tomarlo en cuenta, ya que el fabricante especifica a través de documentos, las características que tiene su producto, las cuales hay que tomar en consideración para ver si existe algún problema que pueda afectar a este tipo de aeronave en sus operaciones en tierra, al efectuar rodajes en la pista de vuelo, calles, plataformas, aterrizajes o despegues. *figura 4.28*

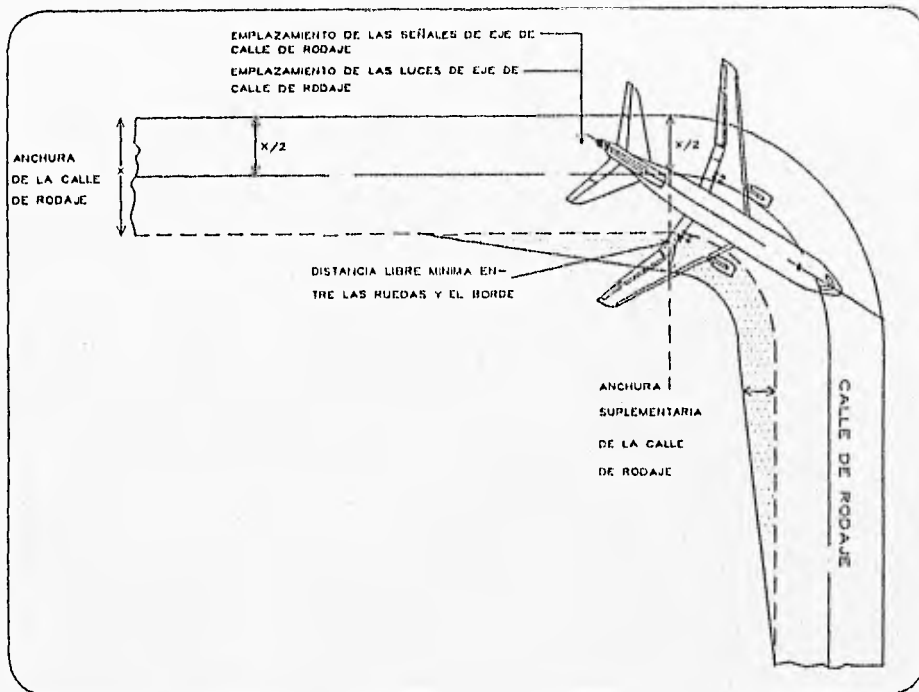


FIGURA 4.27 Aeronave circulando

Radios de Giro

El centro de giro de una aeronave es el punto de pivoteo en torno al cual ésta vira. Este punto se encuentra situado a lo largo del tren de aterrizaje principal, a una distancia variable del eje longitudinal del fuselaje de la aeronave, de acuerdo con el ángulo de esviaje de las ruedas del tren de nariz, como se muestra en la *figura 4.28*

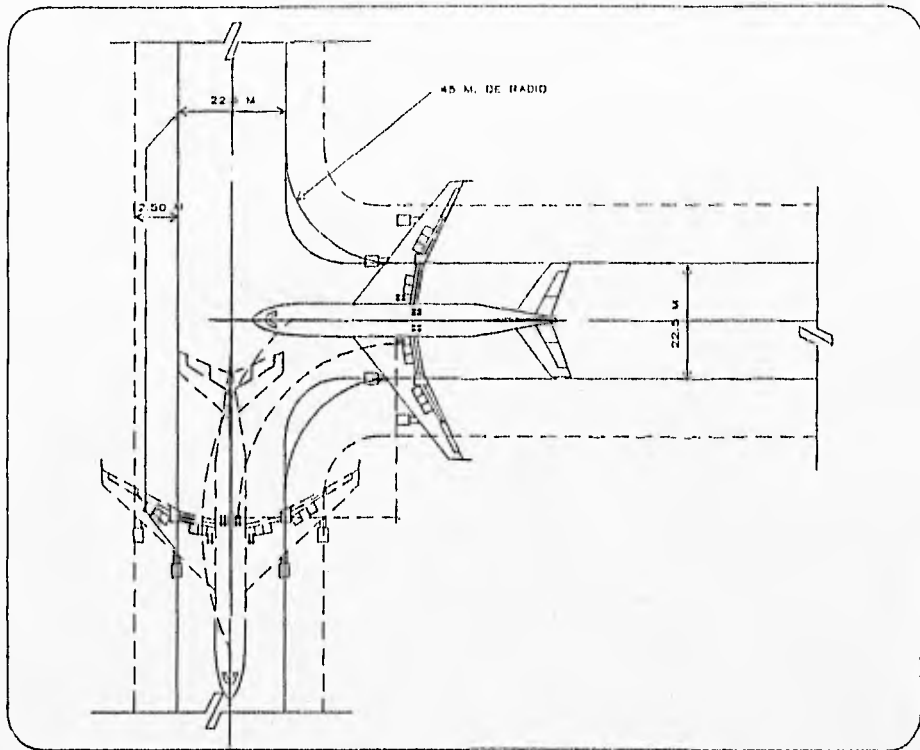


FIGURA 4.28 Radio de giro de aeronave

Este dato es muy importante, ya que si al girar la aeronave su radio de giro es mayor o menor al radio central de las curvas de giro de las calles de rodaje, puede ocasionar que la aeronave se salga del pavimento, lo que ocasionaría un accidente (llantas fuera del borde de la pista).

DISEÑO ESTRUCTURAL PARA CIRCULACIONES Y ESTACIONAMIENTO

Dentro de los aeropuertos, una de las funciones principales es la de proporcionar estructuras estables, permanentes y durables, con el objetivo de que las aeronaves puedan rodar, circular y estacionarse, todo esto en forma expedita, segura, cómoda y económica.

Estas estructuras están integradas por la cimentación del terreno, la terracería y el pavimento; todo esto forma un conjunto donde su comportamiento está regido por las características de cada uno de sus elementos, así como por su interacción.

Para el diseño y construcción de los pavimentos de las pistas aéreas, calles de rodaje y plataformas, es necesario considerar el comportamiento de las terracerías y/o suelo de cimentación; de aquí la importancia de los estudios geotécnicos aplicados a un aeropuerto.

El diseño estructural de las superficies de rodamiento, circulaciones y estacionamientos, están constituidas por un sistema de capas múltiples, cuya función primordial, es permitir la operación de aterrizaje de las aeronaves sin ninguna resistencia al rodar sus llantas con el pavimento de la pista de vuelo, o al efectuar el despegue, circular por las calles de rodaje y plataforma de estacionamiento y estacionarse cerca del edificio terminal en su plataforma correspondiente, todo esto con la seguridad, comodidad y economía.

La experiencia ha indicado que los deterioros más severos en las áreas de rodamiento de un aeropuerto, son aquellas donde las aeronaves transitan a baja velocidad y donde se estacionan. Con esto es necesario antes que nada conocer la "geometría del aeropuerto", previamente al diseño de las estructuras que han de soportar el rodamiento de las aeronaves. La *figura 4.30* ilustra las áreas de rodamiento comunes de un aeropuerto.

En las pistas de vuelo el mayor número de repeticiones de carga se producen al centro de las áreas pavimentadas; en las calles de rodaje y plataforma los efectos de canalización del tránsito son más notorios que en las pistas de vuelo. Estas características hacen posible diseñar secciones estructurales de diferente resistencia, dependiendo del área de rodamiento de la aeronave.

AYUDAS A LA NAVEGACION

Las ayudas a la navegación son un elemento esencial del sistema del transporte aéreo principalmente cuando aumenta el tráfico aéreo; esto ocasiona una necesidad creciente de ayudas a la navegación que reduzca los límites de error de navegación tanto horizontal, como vertical. Las ayudas a la navegación, se clasifican en ayudas en tierra y ayudas con equipo a bordo dividiéndose en: ayudas en tierra, ayudas a la navegación en el área terminal y ayudas al aterrizaje.

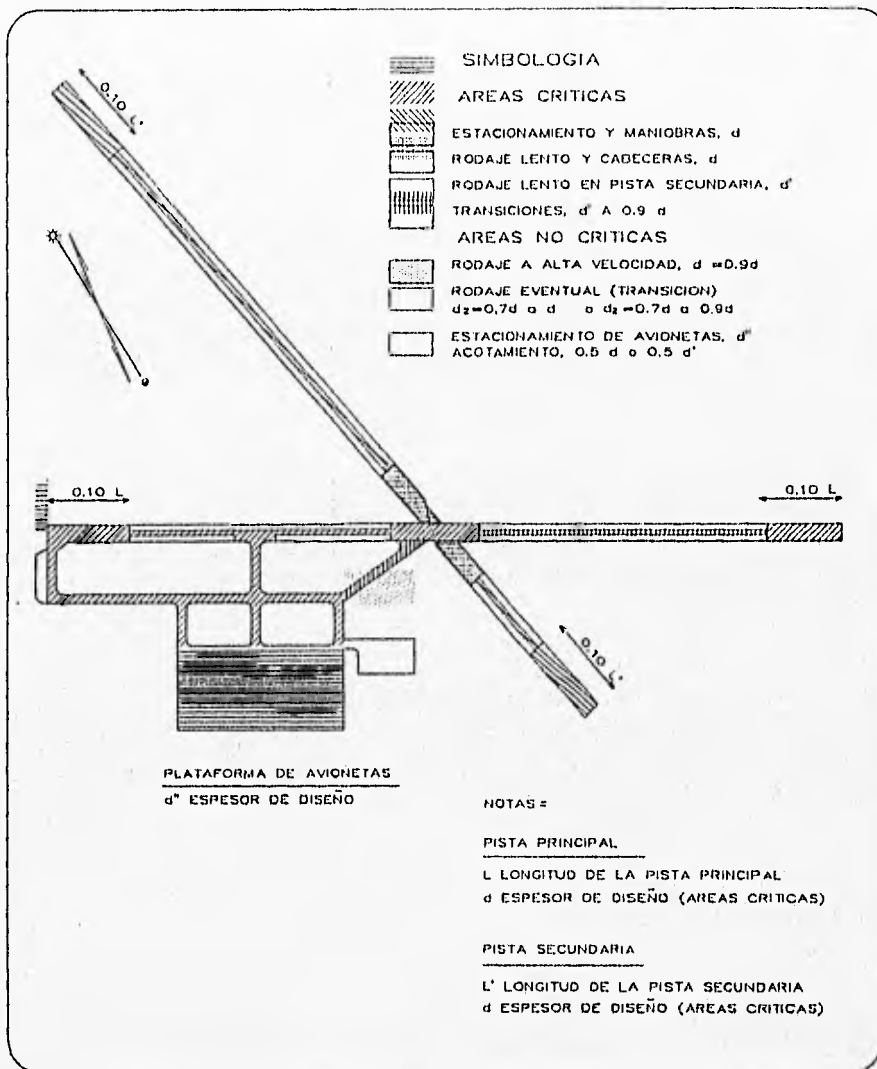


figura 4.29 Áreas de rodamiento en aeropuertos

Operación Visual

La operación visual (VFR, VISUAL FLIGHT RULES), se realiza cuando las condiciones atmosféricas permiten volar a las aeronaves en contacto visual con el suelo o con otras aeronaves, y cuando la densidad del tráfico aéreo sea suficientemente baja como para permitir al piloto depender más del contacto visual que de la lectura de sus instrumentos.

En condiciones de operación visual (REGLAS DE VUELO VISUAL) no es necesario un control del tráfico aéreo en ruta excepto cuando así se exija; las aeronaves vuelan según las "reglas de la carretera", a altitudes prefijadas según los rumbos y los pilotos son responsables de mantener la distancia de seguridad entre sus respectivas aeronaves.

Operación por Instrumentos

Existen operaciones por instrumentos (IFR, INSTRUMENT FLIGHT RULES) cuando la visibilidad o el techo de nubes (altura base de las nubes sobre el terreno) queda por debajo de lo prescrito para operaciones del tipo visual. O cuando lo requiera la densidad de tráfico.

El control del tráfico aéreo positivo, se lleva a cabo siempre en condiciones de operación por instrumentos (IFR REGLAS DE VUELO INSTRUMENTAL), y en áreas de control prefijadas. La responsabilidad de mantener la distancia de seguridad entre las aeronaves se transfiere al controlador de tráfico aéreo. El controlador sigue fundamentalmente los procedimientos de operación por instrumentos (IFR), lo que exige la asignación controlada de altitud y rutas específicas y la separación mínima entre aeronaves que vuelan en una misma dirección y nivel de vuelo establecido.

SEÑALAMIENTOS

Con el fin de ayudar a los pilotos durante la conducción de sus aeronaves por las pistas de vuelo, calles de rodaje y plataformas de estacionamiento, existen señalamientos que identifican claramente la función de cada área y las delimitan a la vez por razones de seguridad. Este señalamiento puede ser del tipo horizontal y del tipo vertical, clasificado en luminoso y no luminoso.

Horizontal

La señalización horizontal se establece en las pistas, calles de rodaje y plataformas, para que las aeronaves se orienten en una dirección determinada, a través de señales (letras y números) y franjas (continuas y discontinuas) de color bien visible que proporcione el mayor contraste posible en todas las condiciones. *figura 4.30*

Existen tres tipos de señalización de pista:

Pistas de vuelo básicas.- Estas pistas cuando no están pavimentadas, tienen señales de detención exclusivamente; las pavimentadas se señalan con la marcación de pista de vuelo y el eje.

Pistas instrumentales no de precisión.- La señalización es la de una pista de vuelo básica pavimentada con la marcación de los umbrales de pista.

Pistas instrumentales de precisión.- Se señalan igual que las pistas de vuelo instrumentales que no son de precisión, pero añadiendo las zonas de toma de contacto, las señales de distancia fija y las franjas laterales.

Toda señalización en pista de vuelo es de color blanco para distinguirla de la señalización amarilla de las calles de rodaje y la de estacionamiento, la numeración que se da a todas las pistas de vuelo pavimentadas es la del rumbo magnético de aproximación del eje de pista de vuelo redondeando a la decena de grado más próxima.

La señalización de las calles de rodaje es de color amarillo, constituidas de una franja continua de 15 cm. de ancho siguiendo el eje de la pista de vuelo y en líneas de espera en rodaje de 30 cm. como mínimo del borde de la pista de vuelo. Si esta ha sido proyectada para operar con el Sistema Instrumental de Aterrizaje (ILS, INSTRUMENT LANDING SYSTEM), las líneas de espera en rodaje se sitúan en forma que las áreas críticas del emisor de senda de planeo y del localizador queden libres para evitar las interferencias entre la señal radio eléctrica y la rodadura de las aeronaves. En aquellas áreas que no son aptas para soportar el peso de las aeronaves, como la franja de pistas y calles de rodaje y zonas contra el chorro, se pintan franjas a un ángulo de 45° con el borde de 90 cm. de ancho de color amarillo. El señalamiento en las pistas de vuelo es de color blanco y el señalamiento de los bordes de la plataforma es de color rojo.

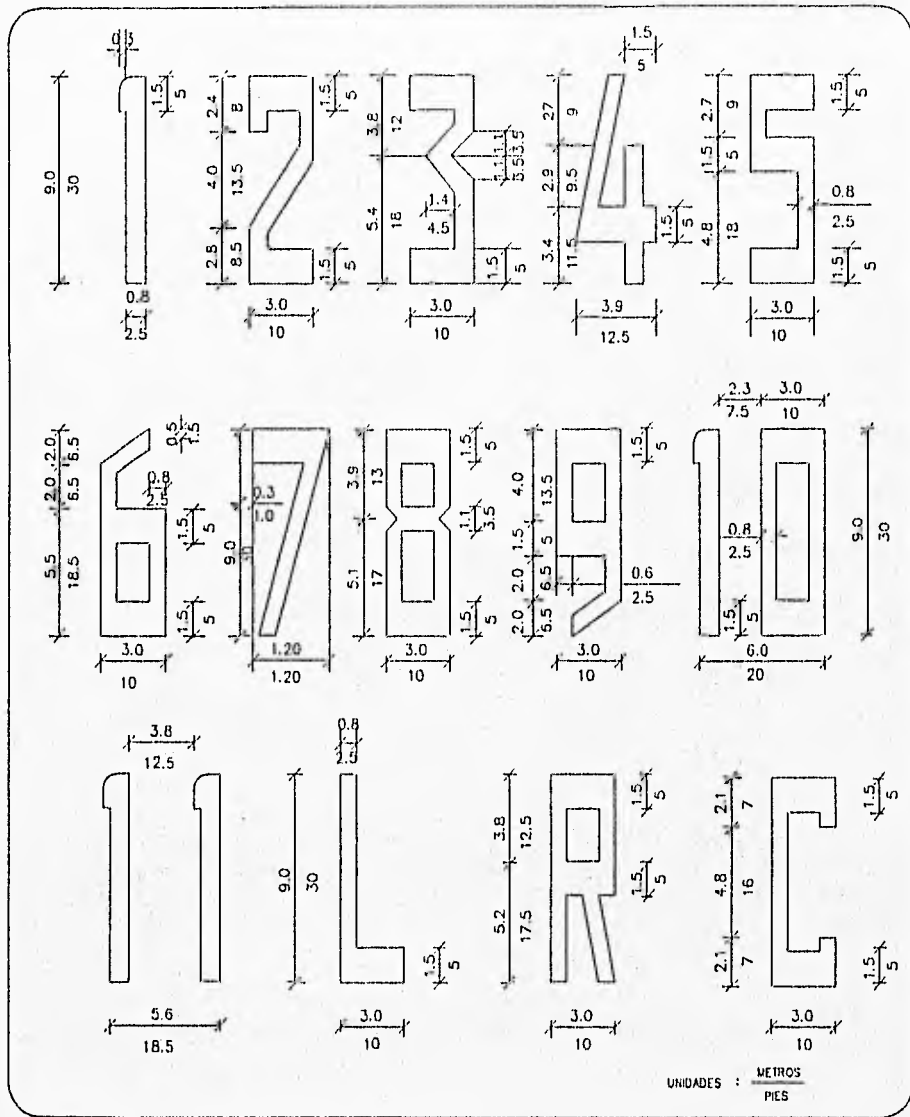


figura 4.30 Forma y proporciones de los números y letras de las señales designadoras de pista.

A continuación se indica la señalización horizontal con que debe de contar un aeropuerto en su emplazamiento:

Señal designadora de pista de vuelo

Señal de eje de pista de vuelo

Señal de umbral

Señal de distancia fija

Señal de zona de toma de contacto

Señal de faja lateral de pista de vuelo

Señal de eje de calle de rodaje

Señal de punto de espera en rodaje

Señal de intersección de calles de rodaje

Señal de plataforma (líneas de entrada, líneas de viraje y líneas de salida)

Señal de borde de plataforma.

Vertical

A lo largo del borde de las calles de rodaje y de la plataforma de estacionamiento se sitúan indicadores o letreros de ayuda a los pilotos para guiarlos en su itinerario o para ayudarlos en el seguimiento de las instrucciones dadas por los controladores de tierra. Estos indicadores se clasifican en dos categorías:

Indicadores de destino.- Son los que señalan los itinerarios a seguir por las aeronaves que entran o salen.

Indicadores de intersección.- Son los que indican la intersección de las calles que se cruzan, o indican las áreas críticas de un ILS de categoría II.

Los indicadores de destino son de entrada o de salida, donde los itinerarios de salida se señalan mediante signos que indican los extremos de la pista de vuelo. Y los indicadores de llegada están normalizados para proporcionar la siguiente información:

Estacionamiento de aeronaves.

Áreas en las que la aeronave puede abastecer de combustible o ser revisada.

Posición de las puertas para carga o descarga.

Área para aviación militar

Área para el manejo de la carga y mercancía aérea

Área de vuelos internacionales

Hangar

Área crítica

La señalización con letreros donde se dan instrucciones obligatorias comprenden, cuando menos, los letreros de parada, de prohibida la entrada, de punto de espera y de intersección de calles de rodaje y pistas de vuelo.

Los letreros de parada, se colocan en un lugar del aeropuerto donde se requiere una parada obligatoria para la aeronave, del lado izquierdo de la calle de rodaje.

Los letreros de prohibida la entrada se instalan en los lugares en que se desea que exista una prohibición a cierta área, como es el caso de la salida de una calle de rodaje con circulación de un solo sentido. Este se coloca al comienzo del área a la cual se prohíbe su paso y si es posible en el lado izquierdo.

Letreros de punto de espera de categoría I, II y III son los que se instalan a cada lado de la señal de punto de espera, frente a la dirección de aproximación hacia el área crítica.

Letreros de intersección de calle de rodaje y pista se instalan sobre el costado izquierdo de la calle de rodaje, frente al lugar donde se desea que se detenga la aeronave.

Letreros de intersección de calle de rodaje y pista de vuelo se instalan sobre el costado izquierdo de la calle de rodaje, frente al lugar donde se desea que se detenga la aeronave.

Los letreros de información están constituidos por símbolos consistentes en inscripciones de color amarillo sobre un fondo de color negro o viceversa, estos letreros se pueden utilizar de noche, para eso es necesario que estén iluminados en forma interna o externa, o en su caso que estén revestidos de material reflejante. Estos letreros se clasifican en situación y punto de destino.

Los letreros de situación se emplean para indicar puntos determinados del aeropuerto como son:

Los extremos de las pistas de vuelo

Las intersecciones de calles de rodaje con pistas de vuelo

Las intersecciones entre calles de rodaje

Los letreros de punto de destino son los que se utilizan para indicar la dirección que ha de seguir la aeronave al llegar a determinado lugar. Estos letreros indican la dirección hacia:

Pistas

Plataformas

Calles de rodaje

Terminales

PAVIMENTOS

El pavimento empleado en los aeropuertos tiene por misión la de repartir las grandes cargas originadas por las ruedas de las aeronaves durante su aterrizaje, despegue, circulación y rodaje por las pistas, calles de rodaje y plataforma, teniendo la precaución de que en estas superficies, la carga unitaria no llegue a producir rupturas.

El pavimento para el aeropuerto consta en general de tres partes, con misiones diferentes como lo indica la *figura 4.31*, donde:

El firme es una capa de material que debe ser perfectamente estable, cuya misión es la de repartir las cargas sobre el cemento.

El sistema multicapa en pavimentos asfálticos, está constituido normalmente por una carpeta, construida con agregados pétreos aglutinados con un producto asfáltico, una sub-base. Las capas subyacentes a la carpeta se continuyen empleando agregados pétreos, debidamente procesados, de calidad adecuada y densificados por medios mecánicos (compactación); en ocasiones conviene emplear a estas capas aditivos o cementantes, tales como la cal, el cemento portland, el asfáltico, etc., para mejorar sus características *figura 4.32*, donde la capa de rodadura puede ser de bastante espesor a fin de reducir las cargas en el suelo.

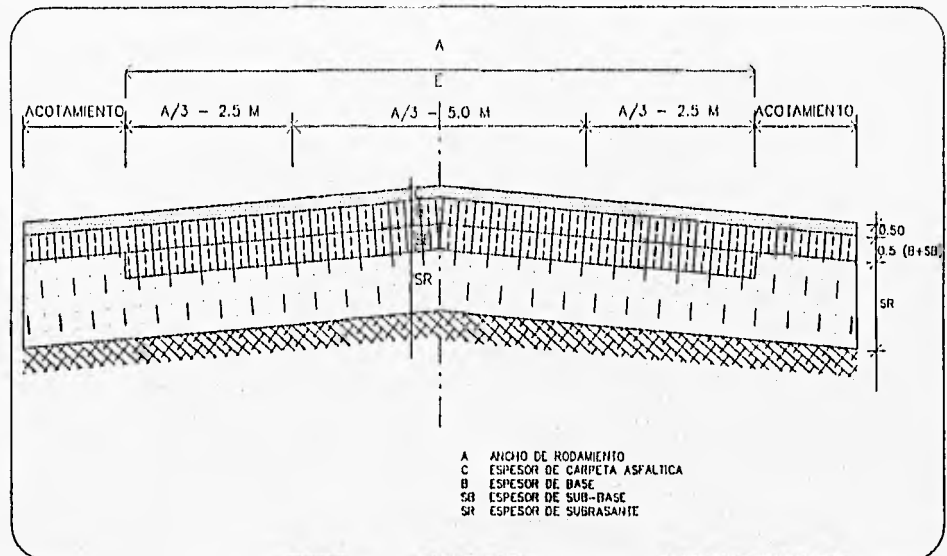


figura 4.32 Componentes de un pavimento asfáltico

La estructuración de los pavimentos de concreto se logra mediante losas de hormigón de cemento portland, que descansan sobre una sub-base. El espesor depende de la capacidad del concreto para absorber las cargas y repartirlas en la superficie del suelo, como lo muestra la *figura 4.33*

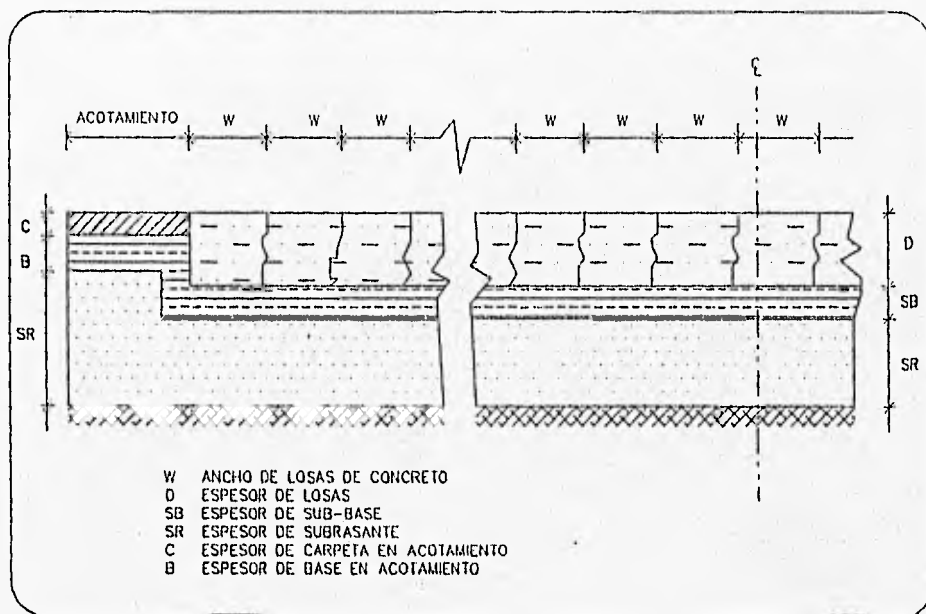


figura 4.33 Sección estructural de pavimento de concreto

La elección del tipo de pavimento depende en primer lugar, de las condiciones del terreno natural y de la economía de la construcción, y en segundo lugar, de las cargas a soportar, de la presión de las llantas, de la intensidad del tráfico y del clima.

Generalmente los pavimentos asfálticos o flexibles son más apropiados en suelo granular, como son las arenas y gravas y en terrenos de alta capacidad de carga para reducir mucho el espesor necesario. Los pavimentos de concreto o rígidos se adaptan mejor a los terrenos arcillosos y flojos, por extender la carga en gran parte de la superficie de los lugares expuestos a considerables cambios en el contenido de humedad.

La ventaja de los pavimentos asfálticos con respecto a los de concreto, es que pueden aumentar la capacidad de carga con el total aprovechamiento de la parte construida y efectuar reparaciones con suma facilidad y economía.

La rotura o falla de los pavimentos ocurre muchas veces a causa de las vibraciones originadas por los motores o por fatiga. *figura 4.35*

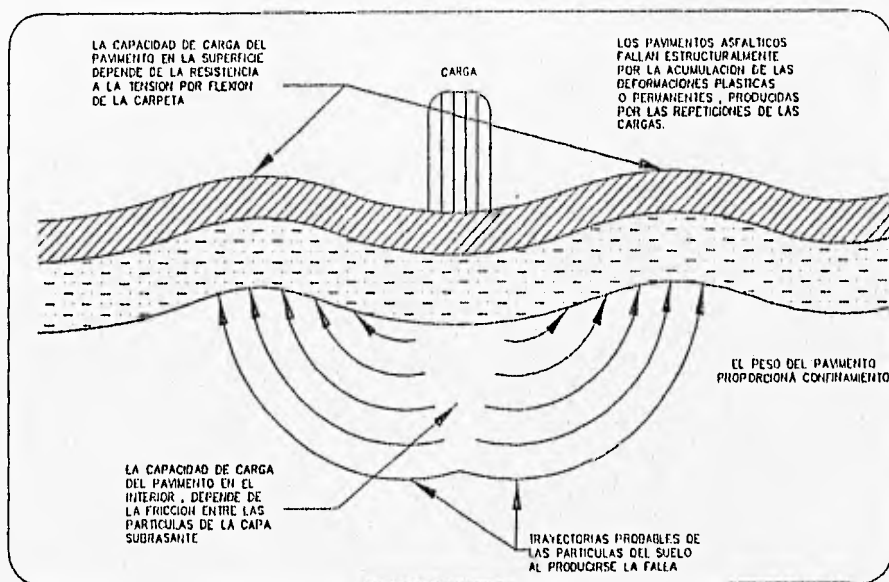


figura 4.34 Falla estructural del pavimento asfáltico

En los aeropuertos se distinguen dos tipos de falla, que son:

Falla estructural

Falla funcional

La falla estructural implica el colapso de la estructura por la acumulación de deformaciones permanentes excesivas (falla plástica), o por deformaciones elásticas intolerables, como en el caso de los pavimentos asfálticos, o de los pavimentos de concreto. De tal manera que la estructura es incapaz de seguir soportando cargas impuestas por el tránsito de las aeronaves.

La falla funcional consiste esencialmente en la incapacidad del pavimento de seguir cumpliendo con las funciones para las que fue proyectado; involucra los aspectos de seguridad y comodidad que la superficie de rodaje debe proporcionar a las aeronaves en operación.

Pistas

Cuando se realice el cálculo estructural de la pista de vuelo para un aeropuerto es necesario determinar el tipo de pavimento que se utilizará, así como su espesor, tomando en cuenta el tráfico que tendrá la pista en sus horas pico, evitando sus fallas estructurales a consecuencia de los despegues, aterrizajes y circulaciones de las aeronaves.

Rodaje

Es necesario contemplar durante el diseño estructural de las calles de rodaje, las posibles rupturas o fallas que puede tener su pavimento cuando estén circulando por esa zona las aeronaves. Esto es a consecuencia de que en su pavimentación ocurren con mayor frecuencia fallas, debido a la baja velocidad de las aeronaves y la mayor concentración de tráfico.

Plataforma

En las zonas de estacionamiento o plataformas se sitúan las aeronaves para efectuar ascensos o descensos de pasajeros, carga o descarga de mercancías aéreas, mantenimiento o abastecimiento. Para esto es necesario proyectar el tipo de asfalto que se empleará en estas zonas, considerando la capacidad que albergará de aeronaves en las horas pico tomando en cuenta el peso de cada una de ellas.

DRENAJE

El objetivo del sistema de drenaje de un aeropuerto, es desalojar principalmente en forma rápida y eficaz el agua, esto es con el fin de evitar encharcamientos permanentes en las pistas de vuelo, calles de rodaje, plataformas y dejar las zonas utilizables para las aeronaves.

Las aguas a desalojar en un aeropuerto pueden provenir de las lluvias en la superficie del mismo, del agua que asciende del subsuelo por efectos capilares o por aumento del nivel de la capa freática de las aguas y de las corrientes de agua que pueden irrumpir originadas por lluvias en las zonas que lo rodean.

Para resolver los problemas referentes al desague, es necesario proporcionar las facilidades de drenaje adecuado para interceptar y desviar, tanto los escurrimientos superficiales aportados por las lluvias, así como del agua del subsuelo.

El agua de lluvia principalmente que cae sobre las superficies pavimentadas de un aeropuerto, debe ser recogida y eliminada sin inundar o destruir a las zonas adyacentes. Para esto es necesario que exista una red de drenaje en todo el aeropuerto. Esta red o sistema de drenaje evitará los encharcamientos excesivos en el área de pistas y zonas adyacentes, evitando poner en peligro las maniobras de aterrizaje y despegue de las aeronaves.

Existen tres tipos de red o sistema de drenaje, los cuales se pueden integrar en uno solo dependiendo de las necesidades que tenga cada aeropuerto. Estos son los siguientes.

Drenaje superficial

Drenaje Subterráneo

Drenaje de circunvalación

La necesidad de construcción de la red de drenaje depende exclusivamente de las características del suelo y de la topografía de los alrededores.

ZONA TERMINAL

Dentro del aeropuerto se proveen áreas pavimentadas donde pueden estacionarse las aeronaves mientras se abastecen de combustible, se les efectúa un mantenimiento ligero, abordan y bajan los usuarios así como mercancías y realizan operaciones afines.

La zona o estacionamiento terminal es el área más importante del aeropuerto, por estar situada en forma adyacente al edificio terminal, esto es a consecuencia de que pertenece al conjunto denominado PLATAFORMA-EDIFICIO-ESTACIONAMIENTO.

LINEAL

En la plataforma del tipo lineal *figura 4.35*, las aeronaves se estacionan frente a la fachada del edificio terminal, ya sea en forma paralela, perpendicular o en ángulo. Este tipo de plataforma es conveniente cuando la cantidad de aeronaves estacionadas no exceda a 5; si es mayor de 5 aeronaves, las distancias de caminata se vuelven largas y disminuye la calidad del servicio.

VEHICULAR

En la plataforma del tipo vehicular o de transporte, existen aeronaves que se localizan al otro extremo, lo que ocasiona que el servicio de conexión para salida y llegada de pasajeros aeronave-edificio terminal, sea realizado por medio de un transporte terrestre, para ser trasladados los pasajeros de la aeronave al edificio terminal que se localiza retirado. *figura 4.36*

MUELLE

Para la plataforma del tipo muelle o dedo las aeronaves se estacionan a lo largo, de tal manera que exista una interfase con el andén *figura 4.37*, acomodadas alrededor del eje del dedo en forma paralela, o estacionadas perpendicularmente a dicho eje.

SATELITE

En la plataforma de estacionamiento existen uno o varios edificios rodeados de aeronaves llamados satélites, los cuales están separados del edificio terminal pero conectadas ya sea por andenes superiores, subterráneos, al nivel piso o por conectores *figura 4.38*. En este tipo de plataforma, las aeronaves se estacionan en posición radial o perpendicular alrededor del edificio satélite, el cual cuenta con un área para reunir a los pasajeros de salida y de llegada.

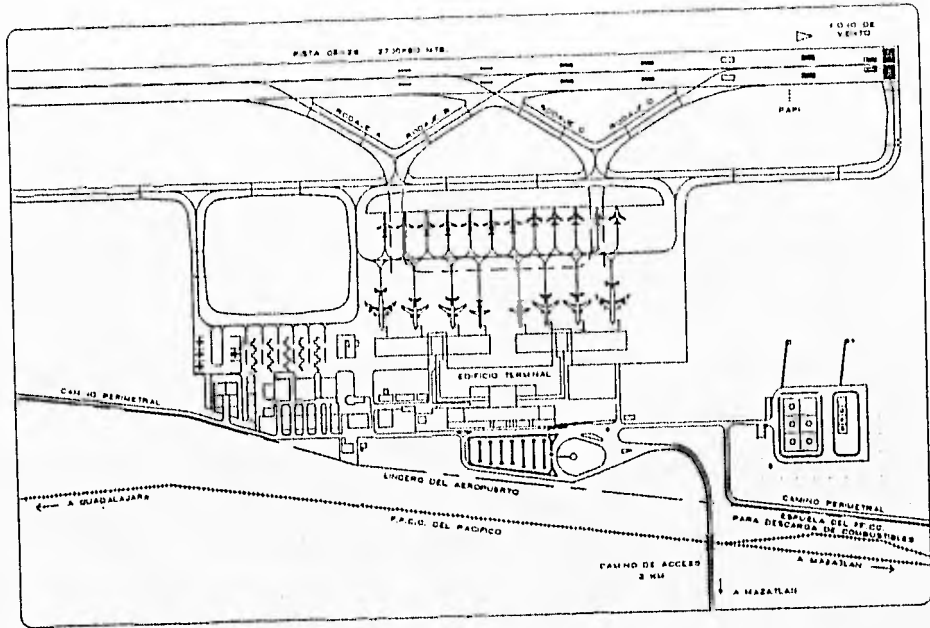


figura 4.35 Plataforma tipo lineal

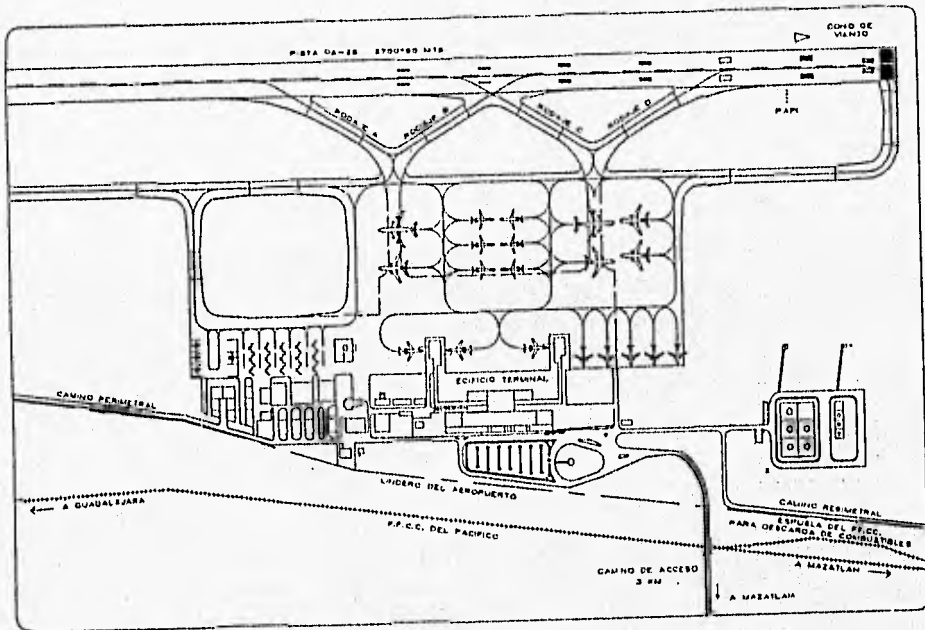


figura 4.36 Plataforma tipo vehicular

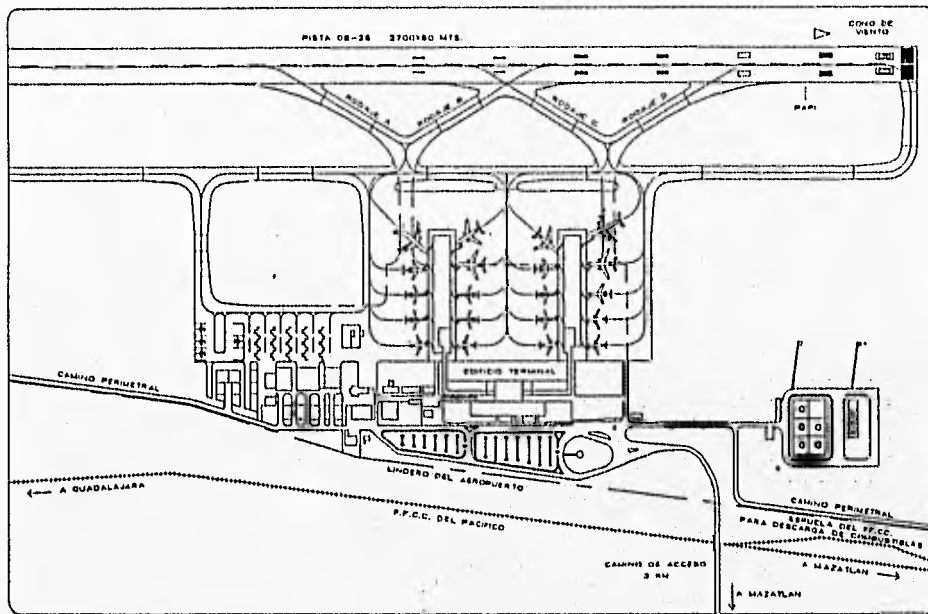


figura 4.37 Plataforma tipo muelle o dedo

Programa de Necesidades Arquitectónicas

El edificio terminal de un aeropuerto para pasajeros tiene como finalidad fundamental, el de permitir la transición de personas y sus equipajes entre dos medios de transporte, en las mejores condiciones de comodidad, tiempo y costo. El aeropuerto por la necesidad de mantener a las aeronaves estacionadas en su plataforma por un tiempo mínimo, ocasiona que se generen lapsos muy cortos para el procesamiento de los pasajeros y sus respectivos equipajes, efectuando el fenómeno de las aglomeraciones en las horas pico; el área de emplazamiento del aeropuerto, el uso excesivo del vehículo particular, todo esto ocasiona una población de visitantes y acompañantes mayor a lo esperado, ocasionando que las áreas sean insuficientes para esto, cuando los pasajeros de salida se presentan en el aeropuerto con anticipación, con el propósito de realizar sus trámites de documentación y registro, agregando la llegada anticipada de los usuarios en previsión de eventualidades en el trayecto, también crea la necesidad de áreas mayores; el cumplimiento de seguridad; la necesidad de atender en plazos muy cortos, grandes flujos de pasajeros de llegada, los cuales ocupan bastante espacio en las áreas de control y reclamo de equipaje, etc. Todo esto refleja la necesidad de crear un sistema que satisfaga las necesidades del edificio terminal a través de un programa de necesidades del tipo arquitectónico.

Este programa debe cubrir la expansión necesaria de la infraestructura aeroportuaria del aeropuerto, aunada a los cambios que puede presentar la demanda, a consecuencia del desarrollo de la región en que está emplazado.

Su finalidad es el establecer mediante especificaciones la capacidad de cada elemento que constituye el edificio terminal, para evitar sobredimensionamiento o subdimensionamiento de ellos mismos.

El programa de necesidades arquitectónicas de un aeropuerto debe de contemplar lo siguiente:

Crecimiento de la población que rodea al aeropuerto

La integración de un sistema de aeropuertos

Cambios de equipo por parte de la compañía aérea

Evolución de los sistemas de control, manejo y seguridad de pasajeros, maletas y aeronaves bandas transportadoras, tractores, etc.

Aumento de demanda en horas pico no contemplada

Integración de nuevos conceptos en lo referente a lo comercial

Flujo de Salida

Los edificios terminales de los aeropuertos son eslabones que permiten la circulación o desplazamiento de los pasajeros con su equipaje, de un elemento o sistema a otro, controlado por un análisis detallado del elemento fundamental, que es el sistema de flujos, alrededor del cual están organizadas todas las actividades que dan apoyo o soporte al procesamiento del usuario.

El flujo de salida del pasajero está determinado por requisitos que debe de cumplir un aeropuerto nacional o internacional *figura 4.39*

Flujo de Llegada

La *figura 4.40*, indica el flujo de llegada del pasajero al interior del edificio terminal nacional o internacional

Diagramas de Flujo

Los patrones de los diagramas de flujo se encuentran determinados por los requerimientos que deben satisfacer, existiendo una interrelación estrecha entre ellos mismos y los programas de necesidades arquitectónicas *figura 4.41*. Este análisis representado por los diagramas de flujo, permite visualizar:

Los elementos funcionales de las terminales, asociados directamente al movimiento de los pasajeros y sus equipajes.

Los elementos funcionales cuya capacidad depende de la demanda y el modo en que se relacionan a ella.

Los elementos funcionales cuya capacidad es en cierta medida de la demanda.

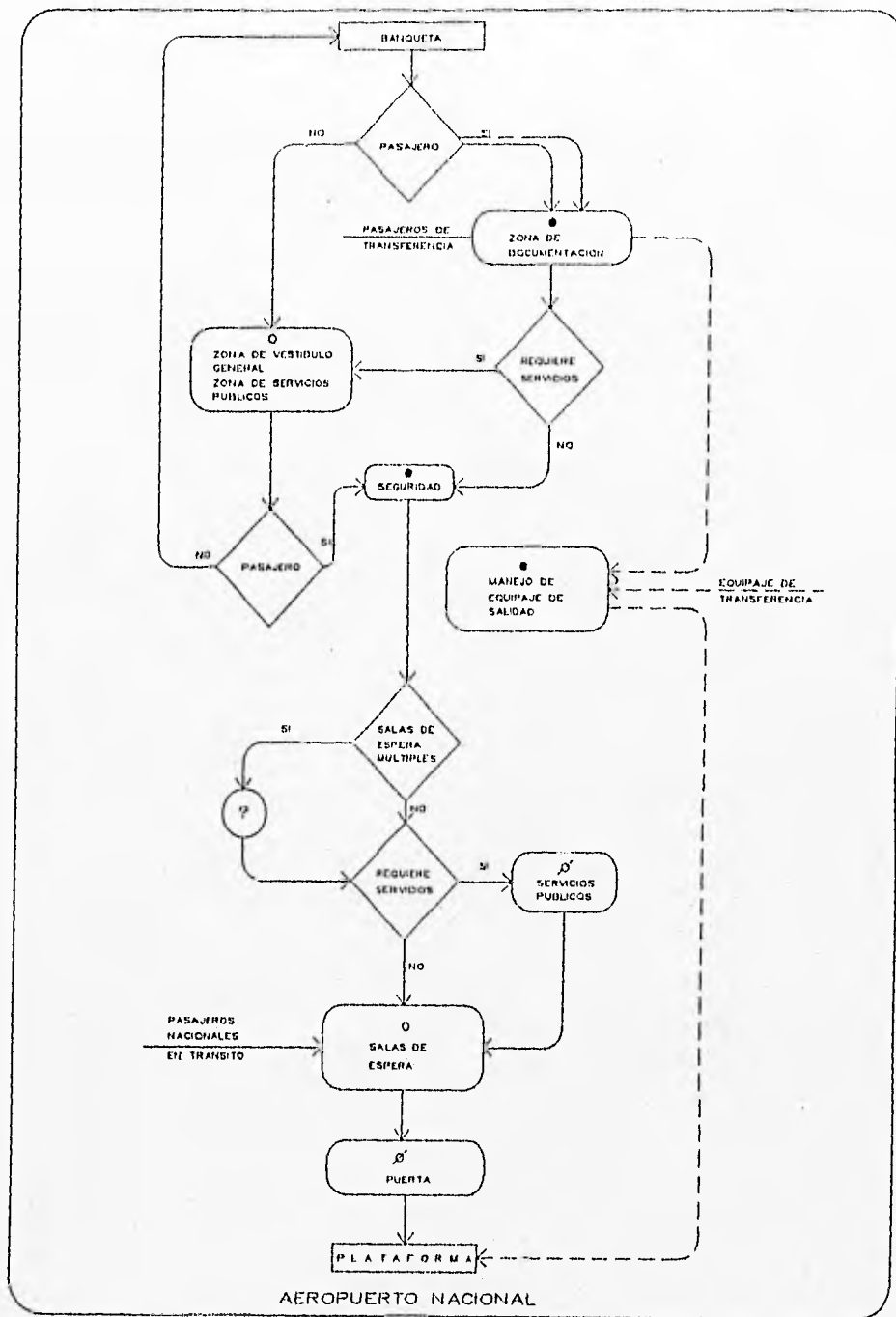


figura 4.39 Diagrama de flujo de pasajeros de salida

127

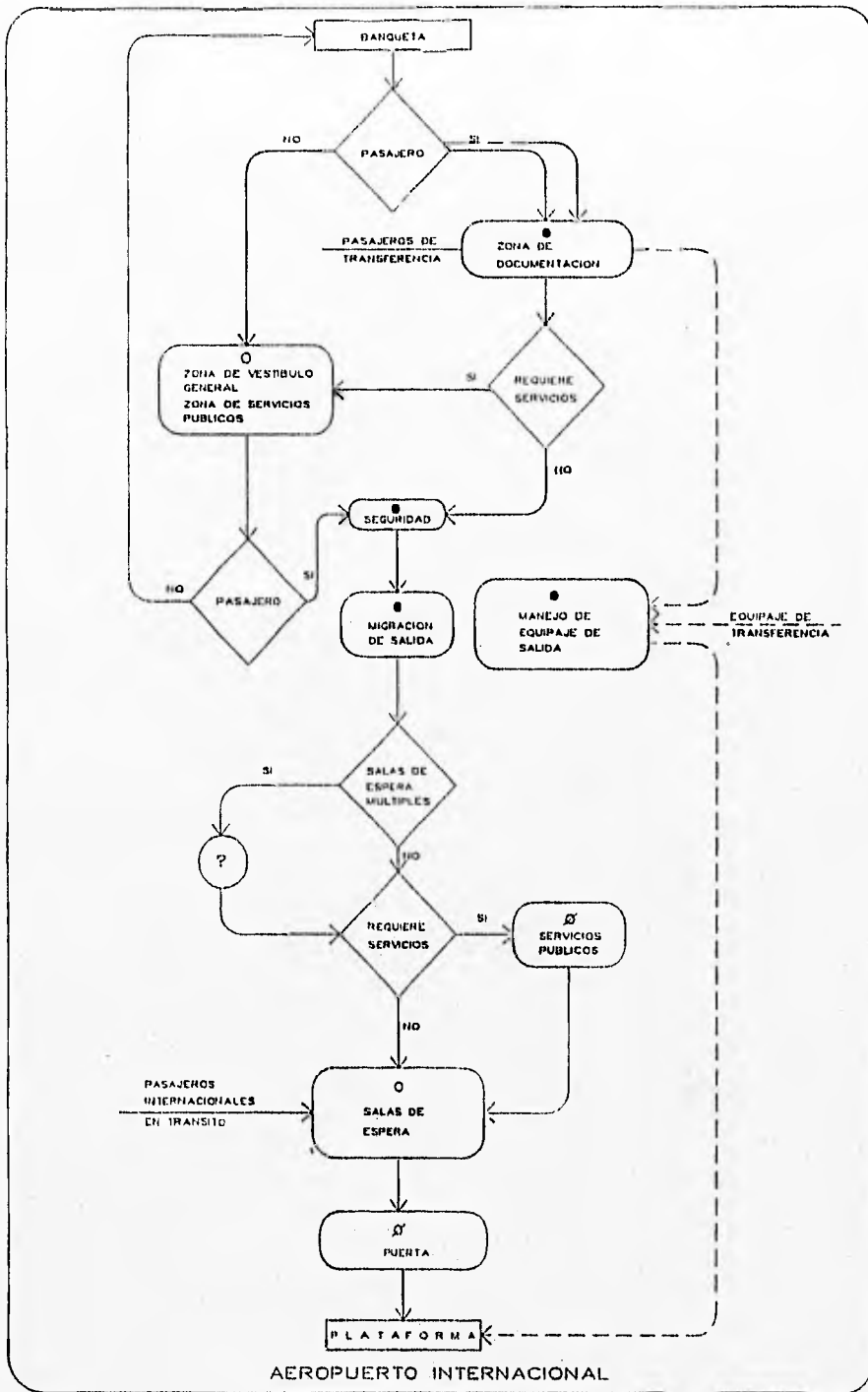


figura 4.39 flujo de pasajeros de salida

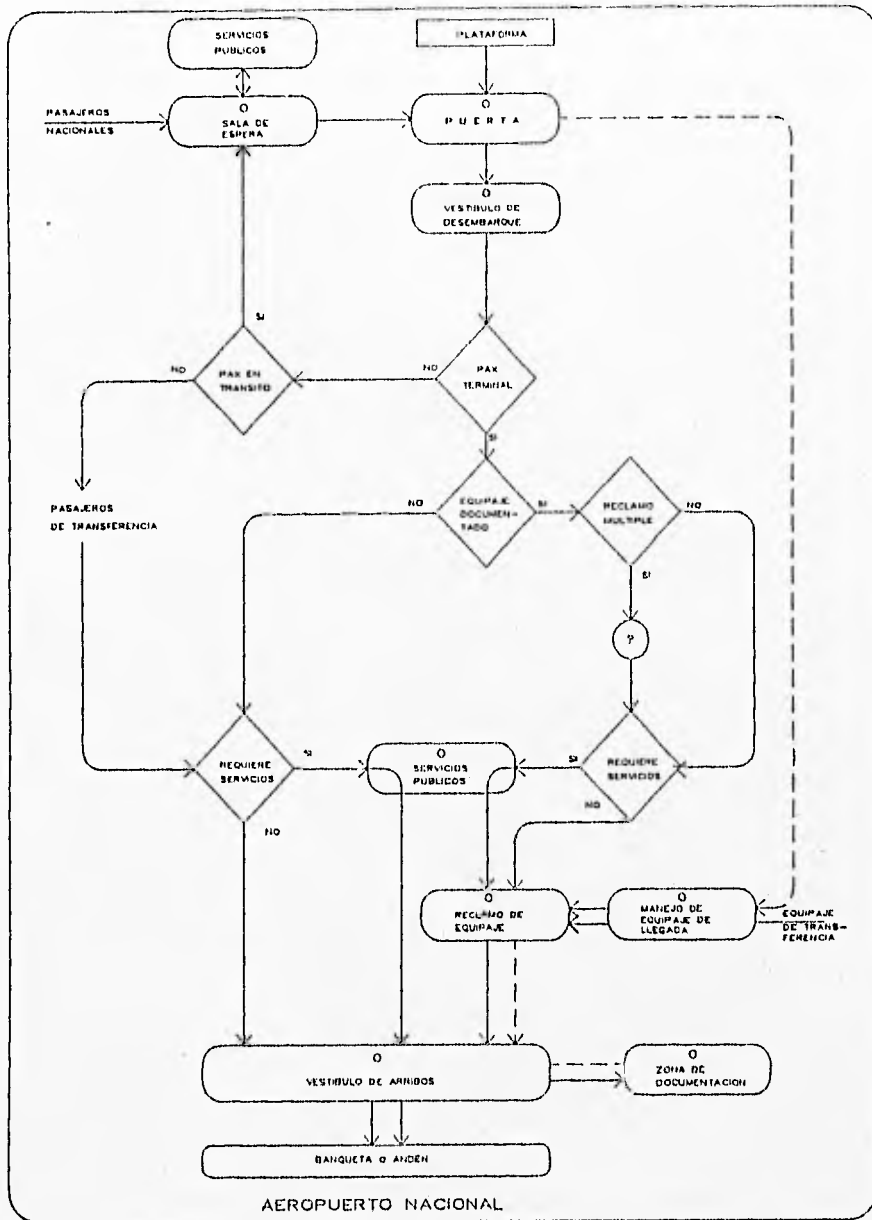


figura 4.40 Diagrama de flujo de pasajeros de llegada

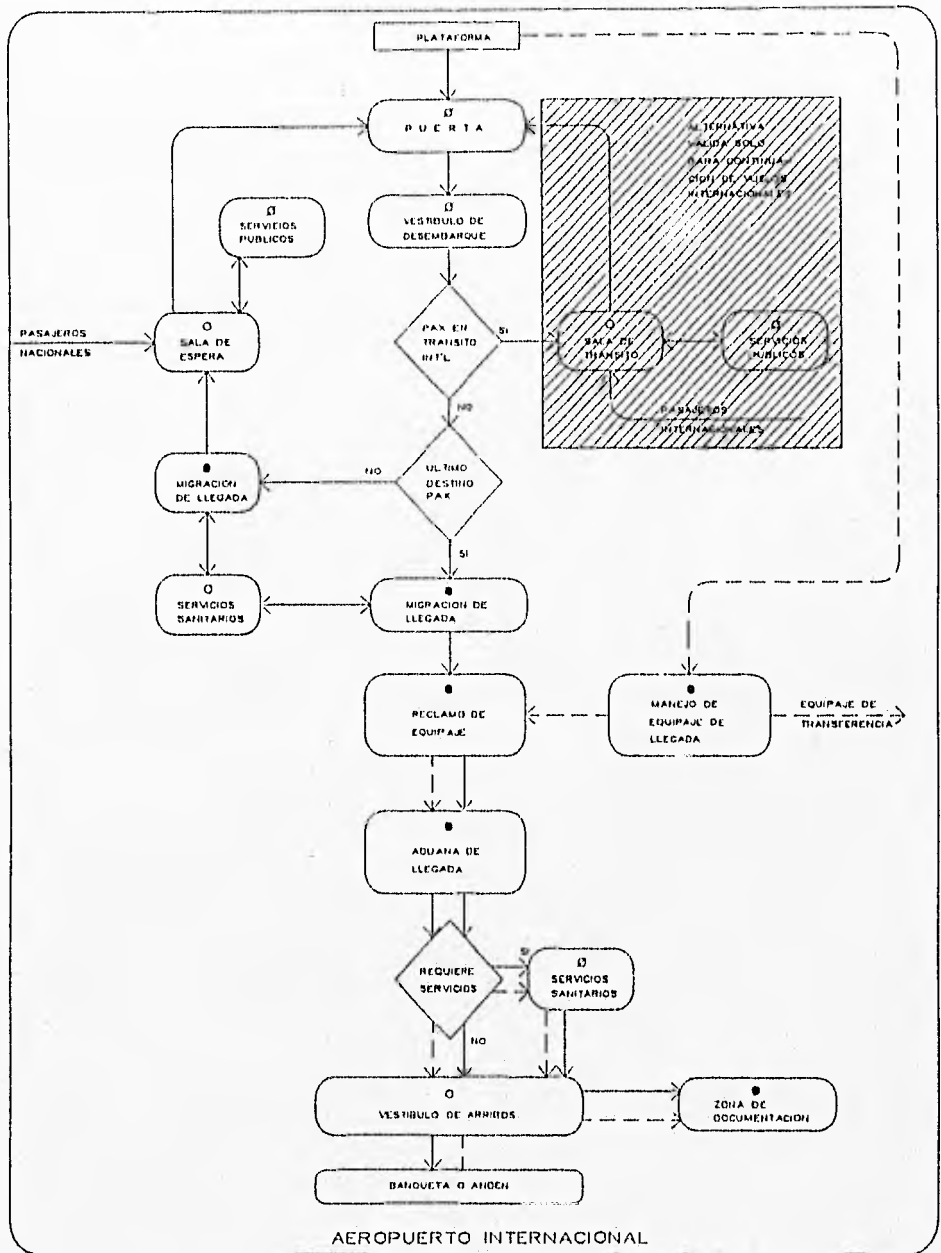


figura 4.40 Diagrama de flujo de pasajeros de llegada

Los elementos funcionales que integran un edificio terminal de un aeropuerto son los siguientes:

Áreas para procesamiento de pasajeros y equipaje

Áreas generales para el público

Áreas públicas de servicio

Áreas restringidas de servicio

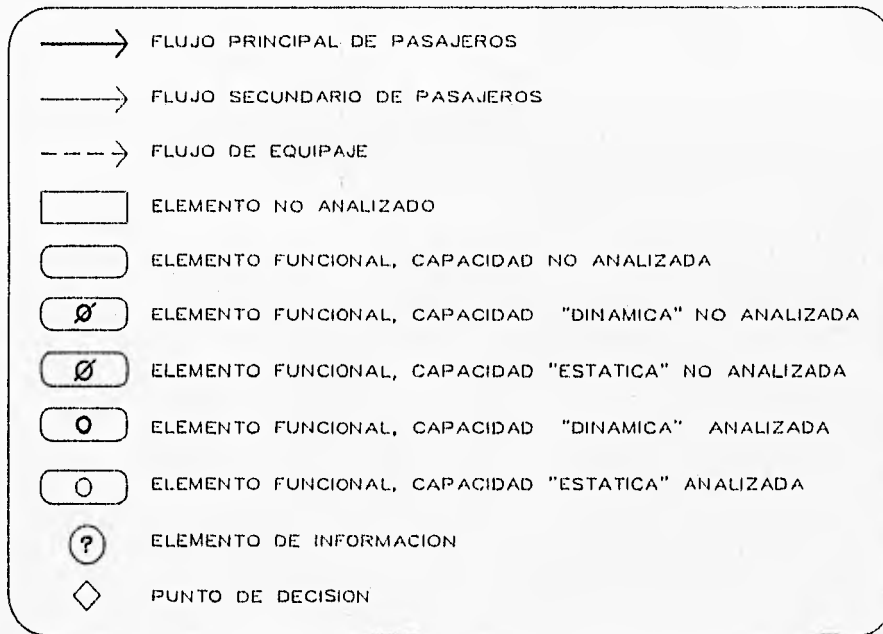


figura 4.41 Simbología del diagrama de flujo

Horizontal

El edificio más complejo de un aeropuerto es el edificio terminal para pasajeros, el cual debe estar diseñado para atender todas las actividades que se generan en él. La determinación del desarrollo de un área terminal depende de varios factores que por lo general son diferentes, ocasionando que los edificios actuales se transformen para atender la demanda esperada. Por eso el desarrollo horizontal comprende los siguientes programas para el crecimiento de un edificio terminal:

Programa arquitectónico en un nivel para 1 a 5 posiciones en plataforma. *figura 4.42*

Proceso de pasajeros en planta baja y planta alta, actividades complementarias en planta alta o sótano de 3 a 10 posiciones en plataforma. *figuras 4.43 y 4.44*

Proceso de pasajeros en planta alta y planta baja y actividades complementarias en tercer y cuarto nivel y sótano, para más de 10 posiciones en plataforma. *figura 4.45*

Centralizado

En el proceso centralizado de un edificio terminal para pasajeros tipo horizontal, su característica es que la zona de documentación se encuentra al centro en la planta baja y los servicios en ambos lados.

Descentralizado

Aquí el proceso es del tipo descentralizado donde la zona de documentación se encuentra a un lado, en la planta baja.

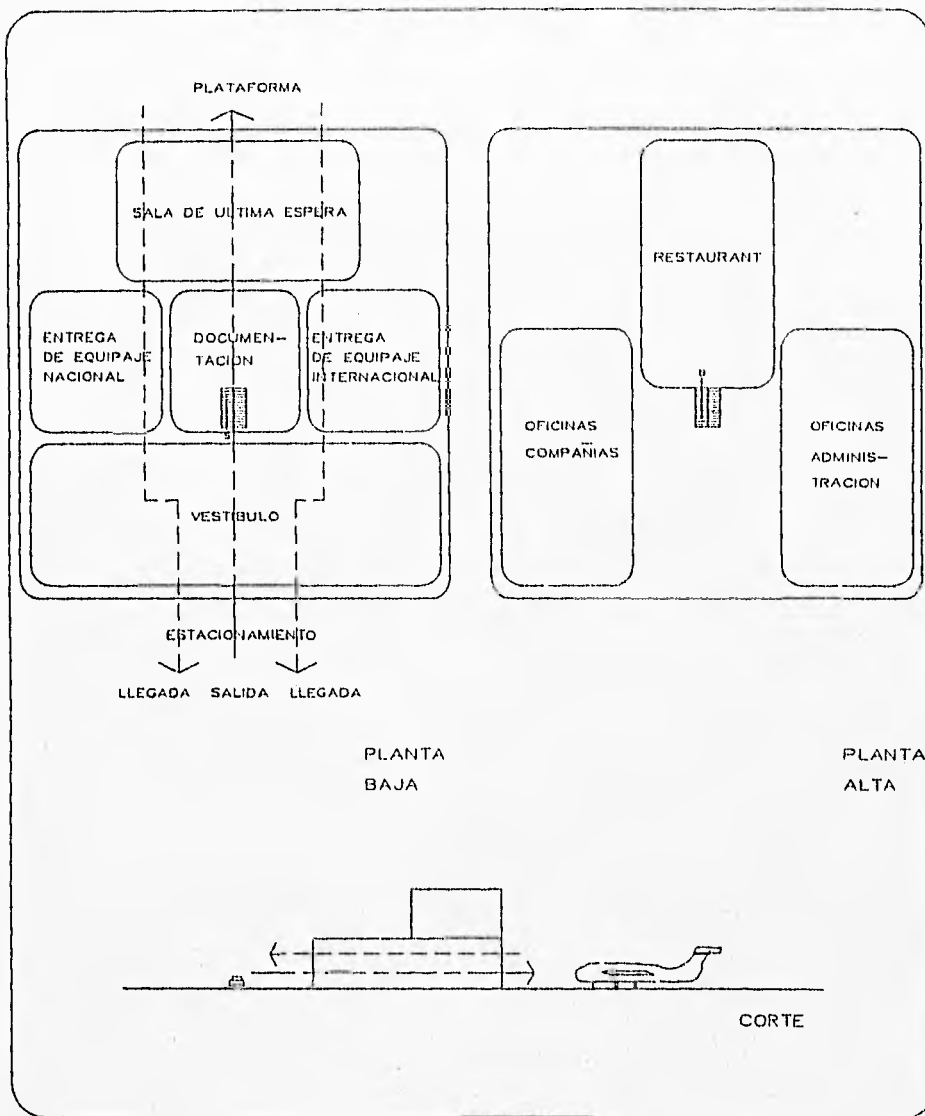


figura 4.42 Proceso lineal en un solo nivel

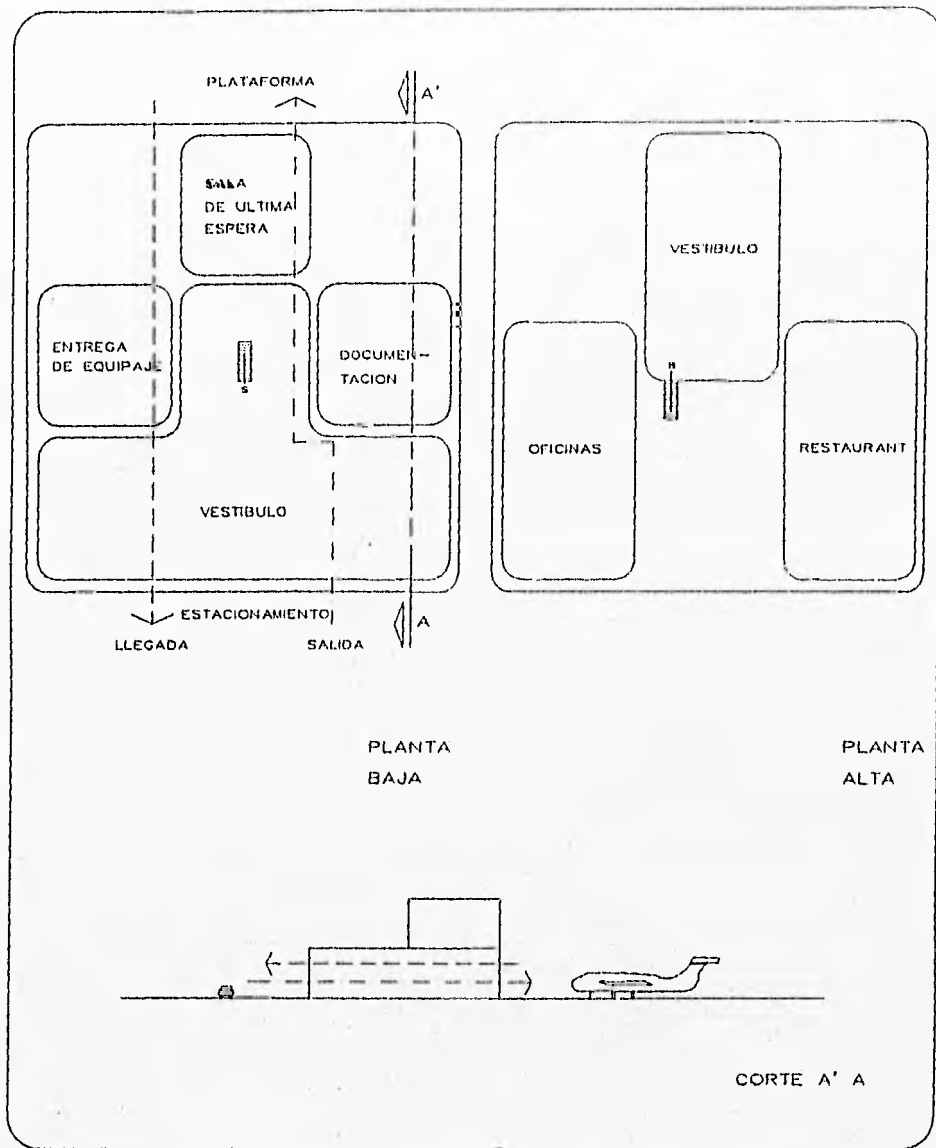


Figura 4.43 Proceso lineal en un solo nivel

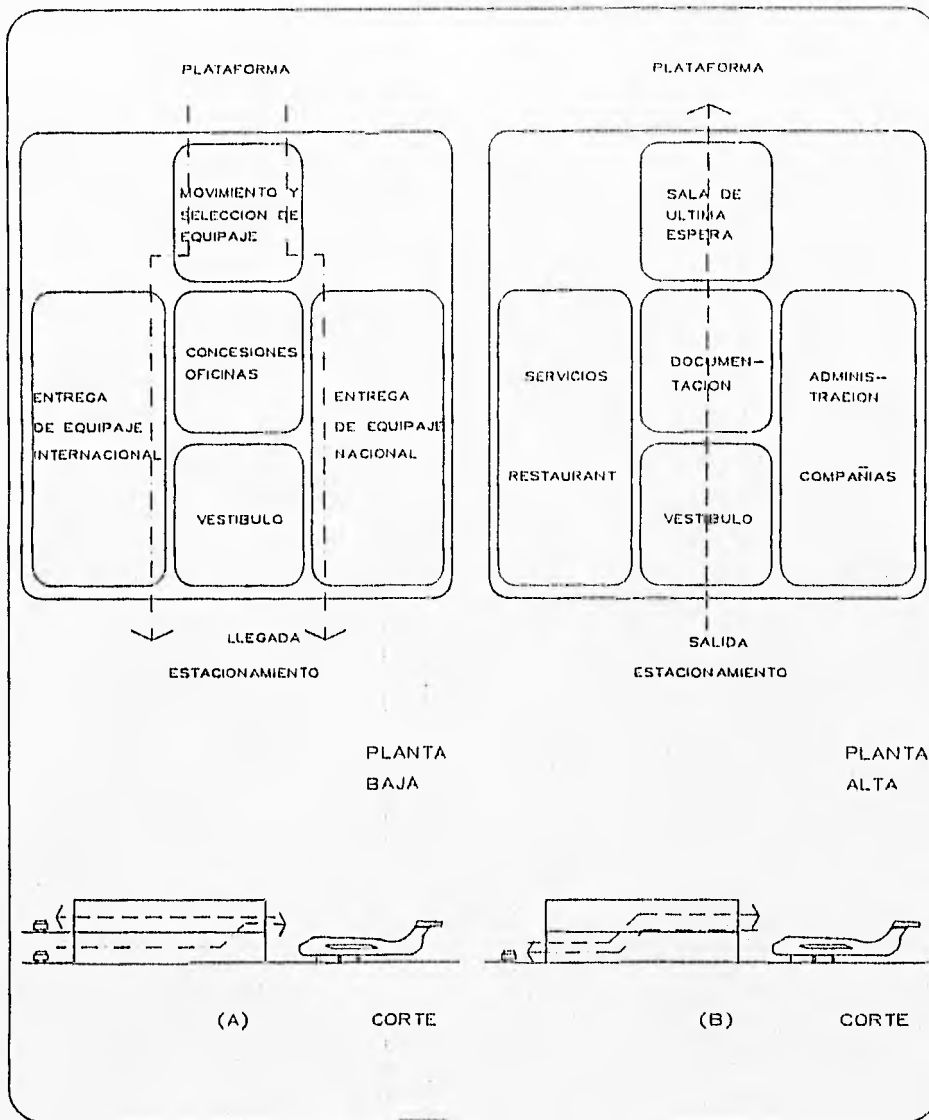


figura 4.44 Proceso sobrepuesto

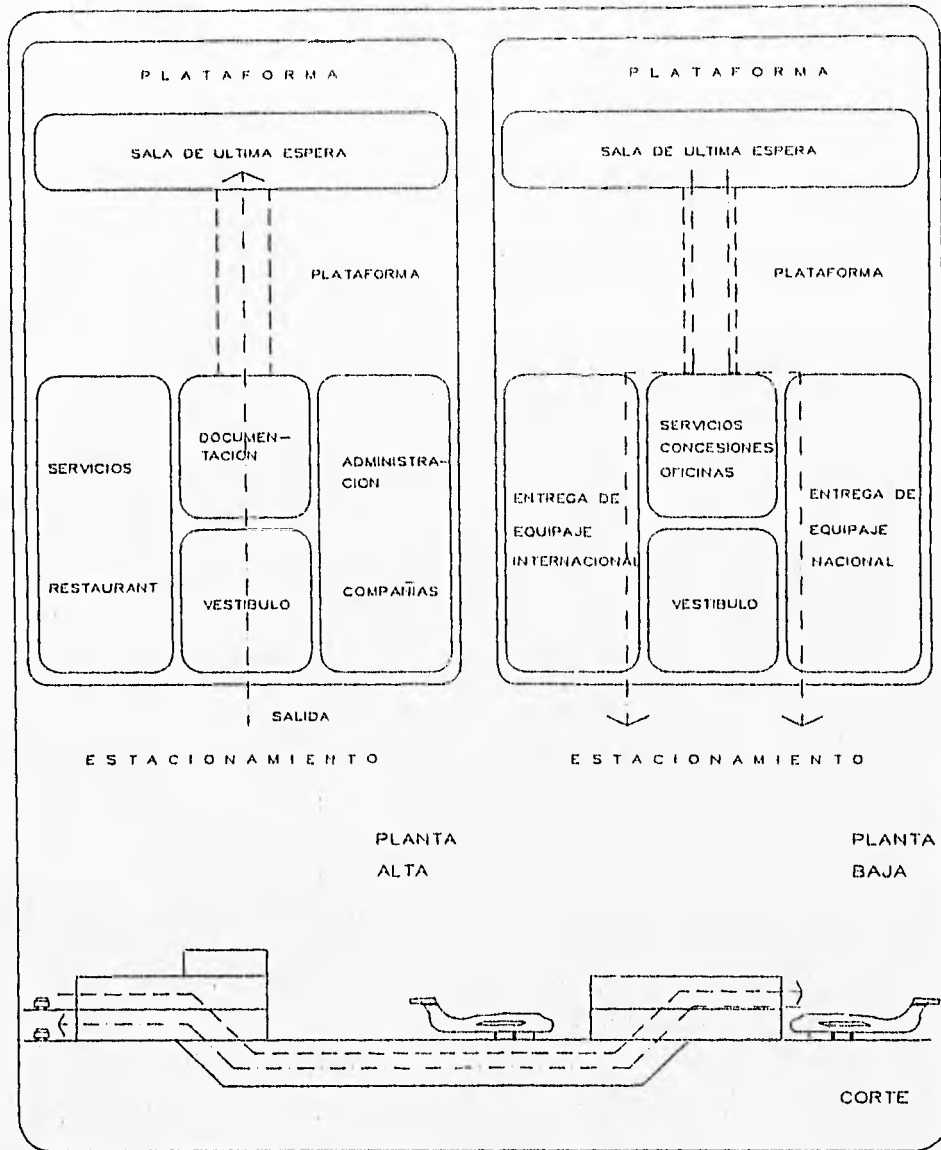


figura 4.45 Proceso sobrepuesto

Tipo vertical

Al determinar la geometría del edificio terminal para pasajeros existen conceptos que se desarrollan a través del programa de necesidades arquitectónicas, donde se integran de la mejor manera la operación de zona aeronáutica con la zona de proceso de pasajeros, administración y mantenimiento. Estos conceptos son fundamentales para el control y crecimiento del edificio, principalmente si se está desarrollando en forma vertical. A continuación se indican algunos programas de este tipo:

Programa arquitectónico en un nivel con crecimiento lento de 1 a 5 posiciones libres en la plataforma.

Programa arquitectónico en dos niveles con crecimiento intermedio de 3 a 10 posiciones en contacto en la plataforma.

Programa arquitectónico en tres o más niveles de crecimiento rápido de 10 a 18 posiciones en contacto en la plataforma.

1 nivel

Aquí el proceso de un nivel puede ser en cualquiera de los niveles del edificio terminal y los servicios y oficinas se localizan en otro de los niveles, como lo muestra la *figura 4.46*

2 nivel

En el proceso vertical de 2 niveles o más, también llamado proceso de sobrepuesto, la actividad la realiza en cualquiera de los niveles, y la llegada y salida para pasajeros puede encontrarse en la planta baja o en la planta alta. *figura 4.45*

Criterios de Diseño

En el diseño arquitectónico del edificio terminal para pasajeros, se manejan esquemas de organización mediante los cuales se controla el flujo de pasajeros de llegada y salida, lo que constituye la esencia del proceso. Los elementos principales que componen el proceso del pasajero son los siguientes:

Área de documentación

Sala de última espera

Área de concesiones

Áreas de oficinas y vestíbulos

Los factores que condicionan, generan y determinan los criterios del diseño del edificio terminal, son los siguientes:

Capacidad Física para el Desarrollo del Área Terminal.- Verificar y en su caso ajustar la cercanía de pistas de vuelo, separación de los edificios que integran el área terminal y la vialidad exterior.

Tipología del Aeropuerto.- Actividad principal del proceso nacional o internacional del pasajero, combinación, vuelos saturados y sobrecarga de la capacidad del sistema y del mismo edificio, infraestructura de apoyo y expansión en el área terminal.

Generación en la que se Encuentra el Aeropuerto.- Velocidad de crecimiento del sistema aeroportuario.

Tipo de Proceso de Pasajeros.- Hora pico, procesos, especiales vuelos fletados del tipo charter, pasajeros en tránsito, minusválidos, esquema de organización especial, etc.

Diagramas de Relaciones

El programa de necesidades arquitectónicas es la descripción o listado de los locales o elementos que integran las instalaciones del edificio terminal en forma cualitativa *figura 4.46*, posteriormente los datos relativos a las áreas o elementos son vaciados en el programa en forma cuantitativa, como lo muestran las *TABLAS 4.9, 4.10 y 4.11*.

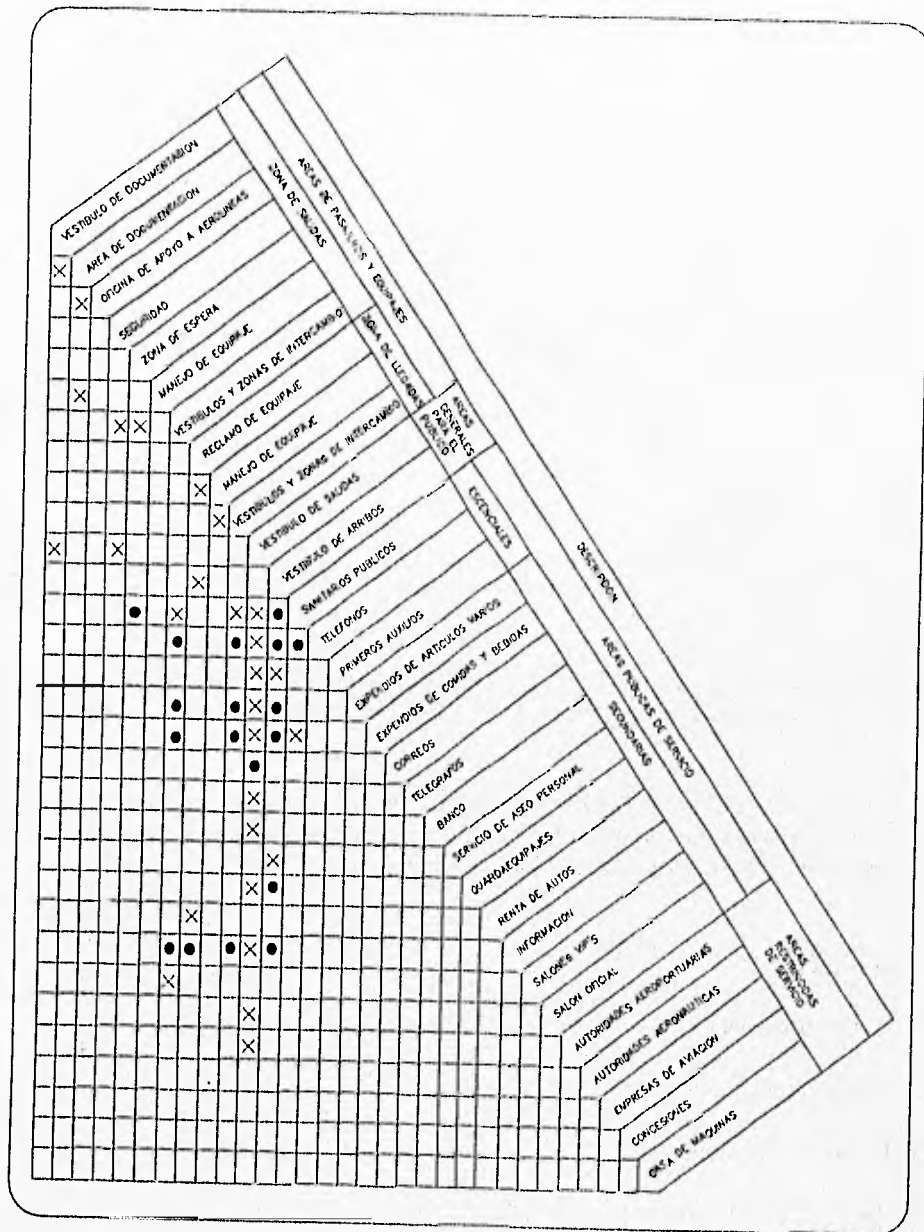


TABLA 4.9 Matriz de interrelación de los principales elementos funcionales de un aeropuerto

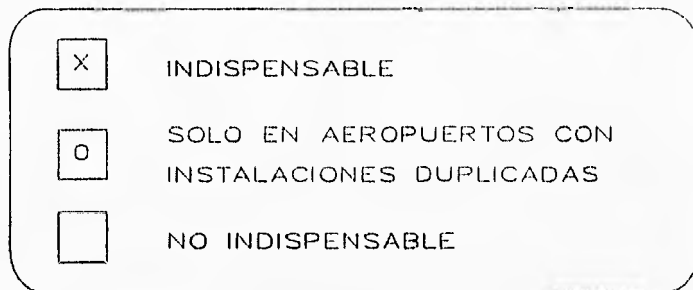


figura 4.46 Simbología

A continuación se describen las actividades fundamentales que realiza cada uno de los elementos funcionales principales, presentando la relación de sus componentes básicos:

Áreas para Procesamiento de Pasajeros y Equipaje.- Son los locales o elementos en donde se realizan los trámites de registro, documentación y control de los pasajeros y sus equipajes, incluyendo áreas de espera exclusivas. Estas áreas se dividen en dos zonas:

ZONA DE SALIDA

Vestíbulo de documentación

Oficinas de apoyo de las aerolíneas

Oficinas de apoyo de las aerolíneas

Áreas de control de frontera (aduana y/o migración).

Áreas para revisión de seguridad

Zonas de espera exclusivas de pasajeros

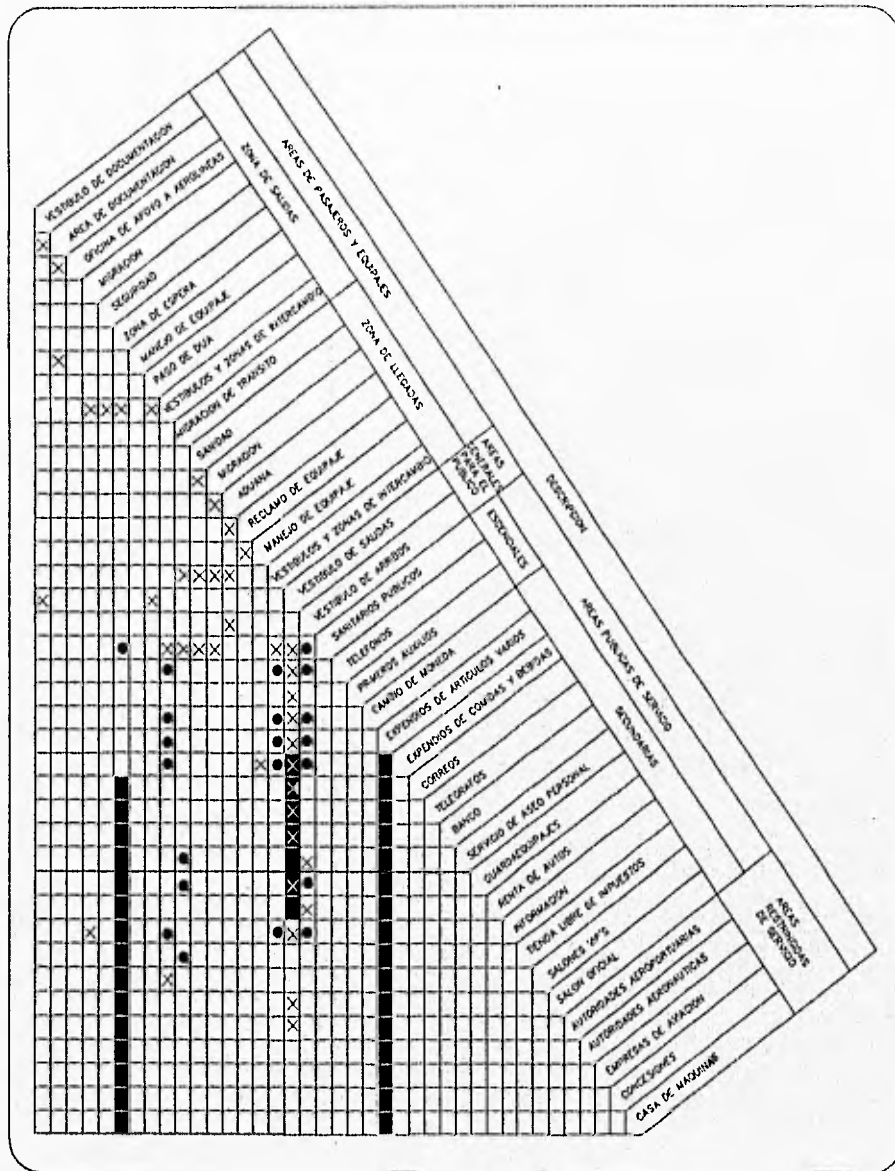


TABLA 4.10 Matriz de interrelación de los principales elementos funcionales de un aeropuerto internacional

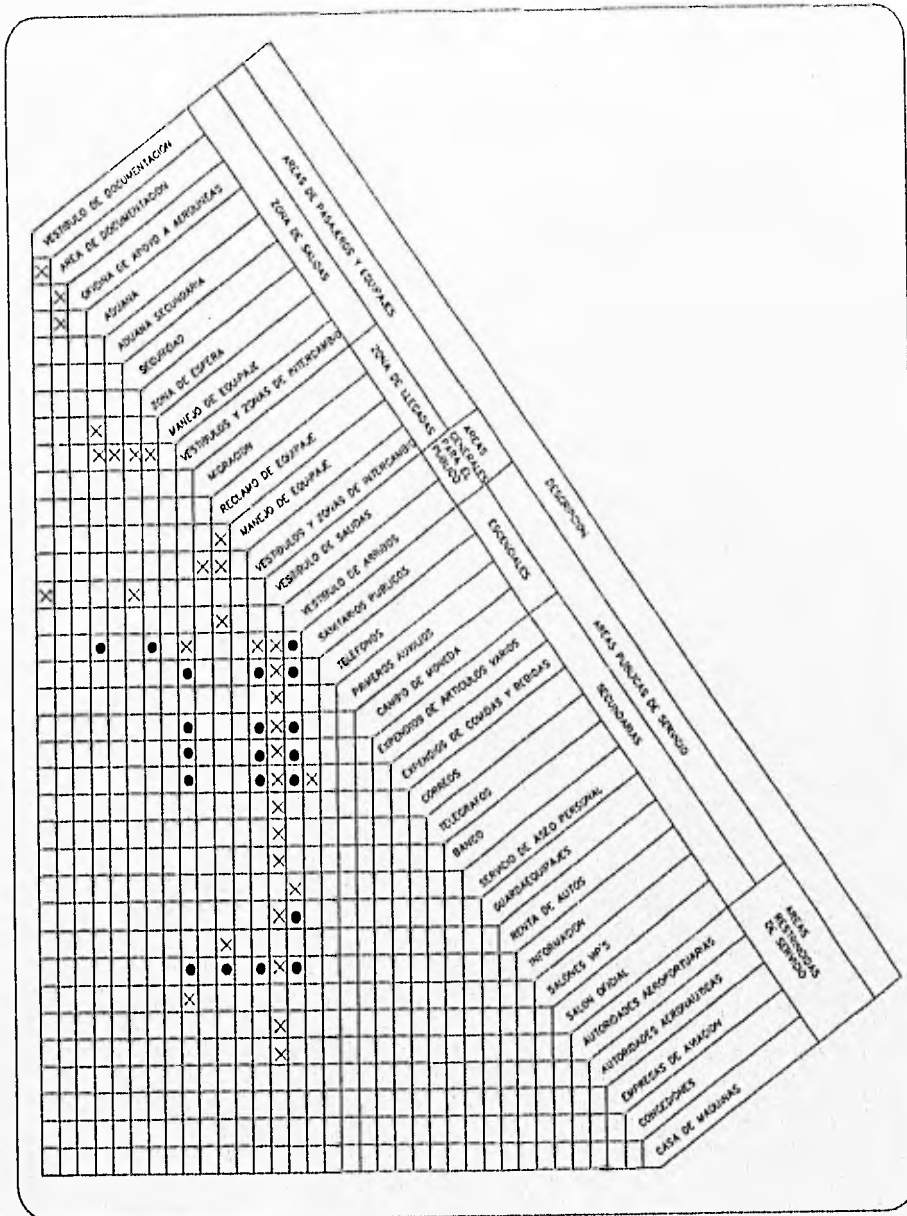


TABLA 4.11 *Matriz de los principales elementos funcionales de un aeropuerto fronterizo*

Áreas para manejo de equipaje de salida

Área para pago de dua (aeropuertos internacionales)

Vestíbulo y zonas de intercambio

ZONA DE LLEGADA

Áreas de control de frontera (sanidad, migración y/o aduana)

Zonas de reclamo de equipajes

Áreas para manejo de equipaje llegada

Vestíbulos y zonas de intercambio

Áreas Generales para el Público.- Son elementos de circulación o espera ubicados en la terminal a los cuales tienen acceso pasajeros y visitantes, e intercomunican los accesos y salidas del edificio con las zonas de documentación, de vestíbulos reservados a los pasajeros de salida, de áreas para pasajeros de llegada y áreas públicas de servicio, cuyo uso no esté limitado para los pasajeros como son las áreas de sanitarios y concesiones. Estas áreas se dividen en:

SERVICIOS ESCENCIALES

Sanitarios

Teléfonos

Primeros auxilios

Cambio de moneda (aeropuertos internacionales)

SERVICIOS SECUNDARIOS

Expendios de artículos varios

Expendios de comidas y bebidas

Correos

Telégrafos

Banco

Servicios de asco personal

Guarda equipajes

Renta de automóviles

Información general de hoteles y turismo

Tiendas libres de impuestos (aeropuertos internacionales).

Áreas Restringidas de Servicio .- Son locales que por lo general no están a la vista del público, por desarrollar actividades tales como el control aéreo, la administración del propio aeropuerto, de las empresas aéreas o de concesionarios. Estas áreas se clasifican de la siguiente manera:

Áreas para autoridades aeroportuarias

Áreas para autoridades aeronáuticas

Áreas para servicios de empresas de aviación

Áreas para servicios de concesionarios

Áreas para casa de máquinas

Diseño Funcional

Para que pueda desarrollarse el diseño funcional del edificio terminal para pasajeros, es necesario analizar los principales sistemas y soluciones existentes por medio de los diferentes diagramas de flujo y de relaciones, evaluando sus ventajas y desventajas, para la aplicación a las necesidades de la infraestructura aeroportuaria.

Dentro del diseño funcional se debe plantear simultáneamente la respuesta a la demanda actual, así como las ampliaciones subsecuentes, siguiendo el criterio operativo y el concepto de área terminal que sea más adecuado a las características propias del aeropuerto de acuerdo a su tipología, velocidad de crecimiento, inversión programada y alternativas del plan que se proponga.

Consideraciones

En el diseño funcional es necesario comprender las actividades que se llevan a cabo en el edificio terminal, para ésto están agrupadas de la siguiente manera:

PROCESO SALIDA DE PASAJEROS NACIONALES

Estacionamiento

Documentación

Tárfifa del uso del aeropuerto (TUA)

Equipo de revisión de pasajeros y equipaje (ERPE)

Sala de última espera (SUE)

Acronave

PROCESO SALIDA PASAJEROS INTERNACIONALES

Estacionamiento

Documentación

Tarifa de uso de aeropuerto

Equipo de revisión de pasajeros y equipaje

Migración

Sala de última espera

Aeronave

PROCESO LLEGADA PASAJEROS NACIONALES

Aeronave

Recepción de equipaje

Sala de espera de visitante

Estacionamiento

PROCESO LLEGADA PASAJEROS INTERNACIONALES

Aeronave

Sanidad

Migración

Recepción de equipaje

Aduana

Diseño Funcional

Para que pueda desarrollarse el diseño funcional del edificio terminal para pasajeros, es necesario analizar los principales sistemas y soluciones existentes por medio de los diferentes diagramas de flujo y de relaciones, evaluando sus ventajas y desventajas, para la aplicación a las necesidades de la infraestructura aeroportuaria.

Dentro del diseño funcional se debe plantear simultáneamente la respuesta a la demanda actual, así como las ampliaciones subsecuentes, siguiendo el criterio operativo y el concepto de área terminal que sea más adecuado a las características propias del aeropuerto de acuerdo a su tipología, velocidad de crecimiento, inversión programada y alternativas del plan que se proponga.

Consideraciones

En el diseño funcional es necesario comprender las actividades que se llevan a cabo en el edificio terminal, para ésto están agrupadas de la siguiente manera:

PROCESO SALIDA DE PASAJEROS NACIONALES

Estacionamiento

Documentación

Tárfifa del uso del aeropuerto (TUA)

Equipo de revisión de pasajeros y equipaje (ERPE)

Sala de última espera (SUE)

Aeronave

PROCESO SALIDA PASAJEROS INTERNACIONALES

Estacionamiento

Documentación

Tárrifa de uso de aeropuerto

Equipo de revisión de pasajeros y equipaje

Migración

Sala de última espera

Aeronave

PROCESO LLEGADA PASAJEROS NACIONALES

Aeronave

Recepción de equipaje

Sala de espera de visitante

Estacionamiento

PROCESO LLEGADA PASAJEROS INTERNACIONALES

Aeronave

Sanidad

Migración

Recepción de equipaje

Aduana

Sala de Espera visitante

Estacionamiento

ACTIVIDADES COMPLEMENTARIAS-PUBLICO

Compra de artículos

Información

Alimentos

Comunicación

Espera

Servicios

ACTIVIDADES COMPLEMENTARIAS OPERACION Y PROCESO INTERNO

Autoridades

Administración y mantenimiento

Compañías

PROCESO SALIDA PASAJEROS

Vestíbulo

Acceso peatonal al edificio terminal

Servicio de Información y ambulatorio

Guardaequipaje

PROCESO DE REGISTRO DE EQUIPAJE Y DOCUMENTACIÓN

Número de agentes

Superficie de registro y documentación

Superficie de cola

Longitud de cola

Longitud de documentación

Longitud de mostradores

Área de vestíbulo general

MANEJO DE EQUIPAJE

Área de manejo de equipaje

Número de bandas

Oficina de control

Andén de carga

Baños y vestidores de empleados

Oficinas de compañías de aviación

Área de oficinas, venta de boletos, apoyo a la documentación

Sala general de salida

Dua

Erpc

Información

Área de sala de espera general

Sanitarios en sala de espera general

Área de concesiones menores

Información

Reservaciones

Directorios

SALA DE MIGRACION Y SEGURIDAD

Sala de espera

Sanitarios para hombres y mujeres

Andén de embarque

PROCESO LLEGADA PASAJEROS

Sala de sanidad y migración

Andén de arribo

Número de filtro

Área de oficinas

RECLAMO DE EQUIPAJE

Número de carruseles

Área de sala

Sanitarios

REVISION ADUANAL

Número de mesas

Área de oficinas

Retención de equipajes

Maletas perdidas

Vigilancia y seguridad

SALA DE BIENVENIDA

Área de sala

Oficinas de turismo

Reservaciones

Renta de autos, hoteles, transporte colectivo, taxis, ambulatorio y andén de salida

MANEJO EXTERIOR DE EQUIPAJE

Área de manejo de equipaje

Número de bandas

Oficina de control

Andén de descarga

Sanitarios y vestidores para empleados

SALON OFICIAL

Vestíbulo de acceso

Pequeño auditorio

Sala de descanso con cafetería

Sanitarios

Escaleras de servicio

***AREAS COMPLEMENTARIAS-PROCESO Y OPERACION
COMUNICACION EMPLEADOS Y ABASTECIMIENTO***

Vías de servicio de doble circulación

Andén de carga y descarga, patio de maniobras

Estacionamiento para empleados con circulaciones internas

Escaleras de servicio

Zona de espera y parada de autobuses para el personal

Acceso, vestíbulo y comunicación por ascensores

**ADMINISTRACION
ZONA ADMINISTRATIVA**

Información

Circulación

Oficinas de las secretarías de estado

Oficina de computación y sistema de sonido

Servicios

Sanitarios para hombres y mujeres

Escaleras de servicio

Zona de elevadores y vestíbulo de acceso

SERVICIOS GENERALES

Base de mantenimiento

Bodegas de alimentos

Recepción y control de:

Administración y control de calidad

Bodega de legumbres y frutas

Bodegas de refrescos y vinos

Bodegas de latería y derivados

Subestación eléctrica

Frigorífico

Montacargas y ducto de alimentos

Departamento de blancos y ducto

Ducto para basura

Máquinas para computación

Cuartos de máquinas

Baños generales

***SERVICIOS ESPECIALES
PRIMEROS AUXILIOS***

Recepción

Sala de espera

Primeros auxilios y consultorios

Zona de ambulancia

Andén de emergencia

Recepción de emergencia

Sala de operaciones de emergencia

SEGURIDAD

Departamento de pérdidas o robos

Jefe de seguridad

Departamento de confiscación de drogas y contrabando

Celda

Perrera

Bodega

Concepto Arquitectónico

Dentro del concepto arquitectónico para el edificio terminal de un sistema aeroportuario, este debe buscar la capacidad y eficiencia del sistema que lo integra, simplificando y optimizando racionalmente. Buscando adecuar el uso del espacio existente para hacer directo e inmediato el tránsito de pasajeros y maletas a la aeronave y viceversa, concentrando los servicios; proporcionando una mayor fluidez y comodidad al usuario, a los prestadores de servicios, a las autoridades y a los administradores.

ESTACIONAMIENTO

El conjunto de edificios que integran un aeropuerto corresponden a un plan de proyecto y construcción que establece con arreglo a las necesidades previsibles planeando el aeropuerto con amplia visión, evitando las reformas de adaptación que sean muy frecuentes y previendo las futuras fases de desarrollo que necesariamente se tendrán que efectuar para adaptar a las necesidades que se vayan presentando.

Por lo general las necesidades futuras dependen de la evolución tecnológica del material aeronáutico, y las modalidades peculiares de algunos edificios dependen de este desarrollo. La construcción de edificios de un aeropuerto no depende solamente de las necesidades de tráfico, por el contrario los aeropuertos se establecen por el estado o por compañías particulares.

Los proyectos de edificios se basan la mayor parte de las veces en la idea de cubrir las necesidades momentáneas con el mínimo gasto, por eso al proyectar el edificio con sus detalles (elementos que lo constituyen), es necesario ubicar todas las edificaciones que puedan proveerse, con superficies que cumplan ampliamente las necesidades futuras, dejando espacios con el objeto de que no existan obstáculos para las ampliaciones necesarias.

La zona de estacionamiento para vehículos debe estar situada en las proximidades del edificio terminal. Con la finalidad de no molestar al viajero haciendo recorrer a pie grandes distancias, ya sea para efectuar su proceso, o el de buscar su automóvil a su salida del edificio.

El número de aparcamientos para una zona de estacionamiento debe estar planificada de tal manera que en las horas pico no exista saturación en su interior y evite congestionamientos en las zonas de circulación y de acceso vehicular que se encuentran en el entorno del aeropuerto.

A continuación se indican los diferentes estacionamientos con que puede contar un aeropuerto según su tipología establecida:

Estacionamiento para el público en general.- Este tipo de estacionamiento está destinado por lo general a los vehículos automotores de los usuarios, acompañantes y visitantes que entrarán al edificio terminal.

Estacionamiento para empleados.- En este estacionamiento se aparcen los vehículos automotores que utilizan los empleados del aeropuerto para realizar el traslado de su hogar a su trabajo.

Estacionamiento oficial.- Este estacionamiento da servicio a las autoridades que se localizan en el aeropuerto.

Estacionamiento particular.- Es el estacionamiento destinado para vehículos que prestan servicio al pasajero.

Horizontal

El estacionamiento para automóviles del tipo horizontal es un área descubierta al ras del suelo, en donde se aparcen los vehículos que quedan expuestos a las inclemencias del tiempo.

Vertical

El estacionamiento para vehículos del tipo vertical es un edificio descubierta en sus lados, de dos o más niveles, donde la mayoría están protegidos contra inclemencias del tiempo.

Vialidad

El acceso terrestre desde la ciudad al aeropuerto es un factor muy importante en la infraestructura aeroportuaria, a consecuencia de que el usuario principalmente, se traslada en su automóvil, taxi o autobús.

El diseño del sistema de acceso del aeropuerto debe de considerar la concentración y el proceso de pasajeros y carga en el área de la ciudad y otros centros de alta demanda; el traslado de pasajeros, carga y tráfico de servicio al aeropuerto mediante vehículos de superficie y la distribución del tráfico de acceso y el tráfico de circulación interna hasta los estacionamientos y bodegas, todo esto basado en la demanda esperada.

Tomando en cuenta lo mencionado en el párrafo anterior, la vialidad del aeropuerto debe de adaptarse a la diversidad de necesidades de los usuarios.

CAPITULO 5

SISTEMA AEROPORTUARIO

La infraestructura aeroportuaria es un conjunto de instalaciones que sirven para efectuar la transición de pasajeros y su equipaje y carga aérea de un medio de transporte a otro, trabajando todas en armonía, eficacia, rapidez, seguridad, comodidad, etc.

El sistema aeropuerto es un conjunto de elementos integrados que a través de procedimientos opera en un ambiente específico, satisfaciendo la demanda que se presenta y preparándose para la futura, en base a su capacidad de infraestructura. *figura 5.1*

A continuación se mencionan los subsistemas que integran al sistema aeropuerto:

Subsistema Aéreo.- Este sistema está formado por los espacios aéreos del aeropuerto, las ayudas a la navegación y la interrelación con otros aeropuertos.

Subsistema Aerodúctico-Terrestre.- Forma este sistema las pistas de vuelo, calles de rodaje y plataformas, ayudas a la navegación visual y por instrumentos.

Subsistema Zona Terminal.- En este sistema su elemento es el edificio terminal.

Subsistema Terrestre.- Este sistema lo forman las vías de acceso al aeropuerto, zonas de carga y descarga de pasajeros y mercancías, circulaciones exteriores y estacionamientos para vehículos.

Subsistema de Alimentación, Almacenamiento y Distribución de Combustible.- Este sistema lo forman los tanques de almacenamiento, tuberías, bombas, filtros, vehículos y equipo auxiliar para el suministro de combustible a las aeronaves.

Subsistema Zona Industrial.- En este sistema se encuentran los talleres de servicio a las aeronaves, hangares, locales de mantenimiento, talleres industriales e industrias auxiliares.

Los cinco primeros subsistemas son determinantes en la capacidad del aeropuerto, por estar íntimamente ligados todos ellos.

Figura 5.1 Conjunto de sistemas que integran la infraestructura aeroportuaria.

Para que el Sistema Aeropuerto opere en forma óptima, este debe estar bien conservado, además de bien diseñado y constituido. En caso de que cuando al menos alguno de ellos no opere correctamente en forma individual, el sistema en su conjunto no lo hará.

ESPACIO AEREO

El espacio aéreo del sistema aeroportuario se clasifica en controlado y libre *figura 5.2*. En el espacio aéreo controlado, los vuelos de las aeronaves se efectúan mediante las combinaciones estipuladas de rumbo y altitud. Este espacio aéreo abarca desde el suelo que rodea al aeropuerto hasta las áreas central y de transición, de las zonas de control y en el espacio aéreo libre las aeronaves vuelan según las reglas de la carretera, a altitudes prefijadas de los rumbos, siendo los pilotos responsables de mantener las distancias de seguridad entre sus respectivas aeronaves.

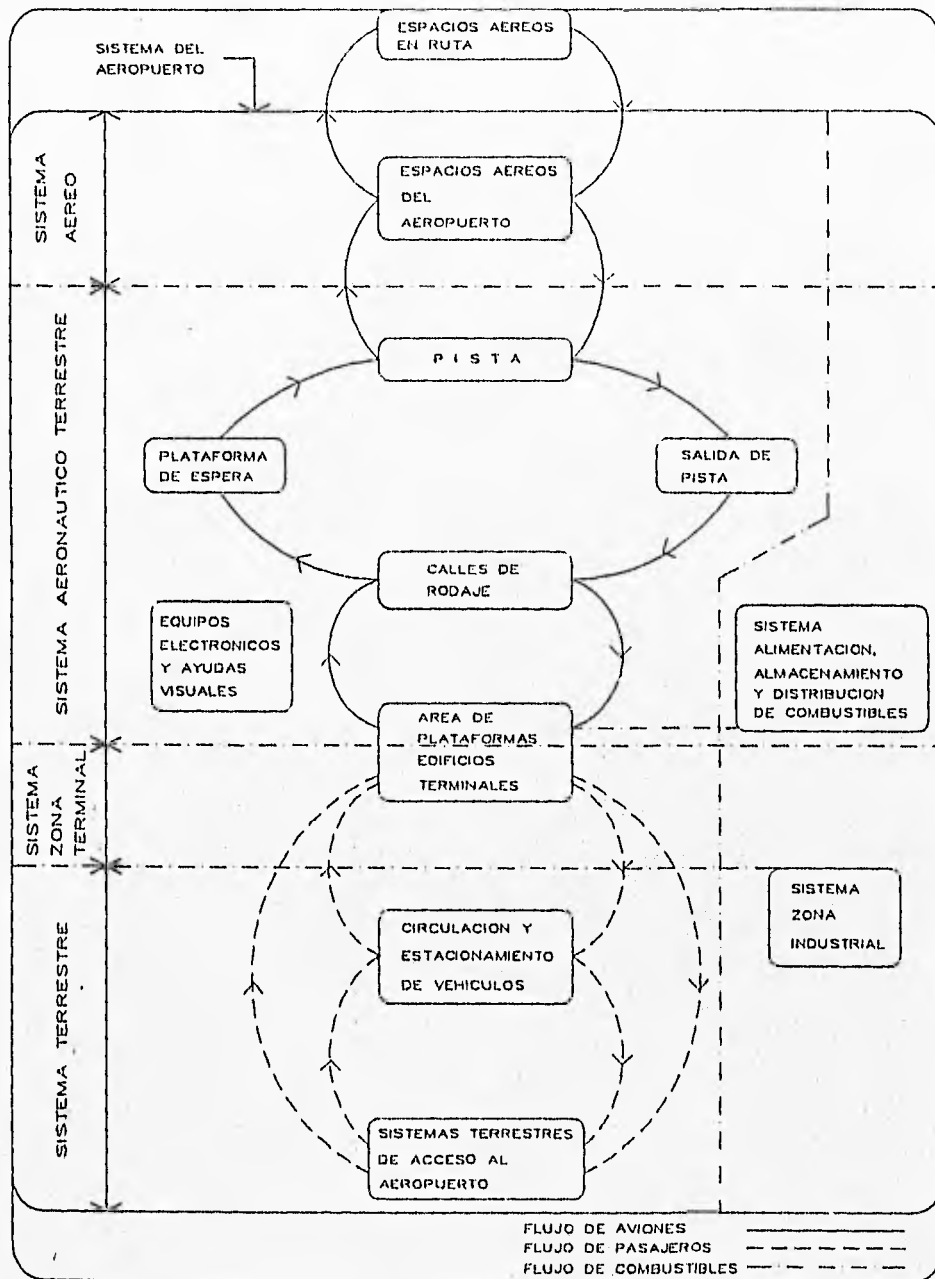


figura 5.1 Conjunto de sistemas que integran la infraestructura aeroportuaria

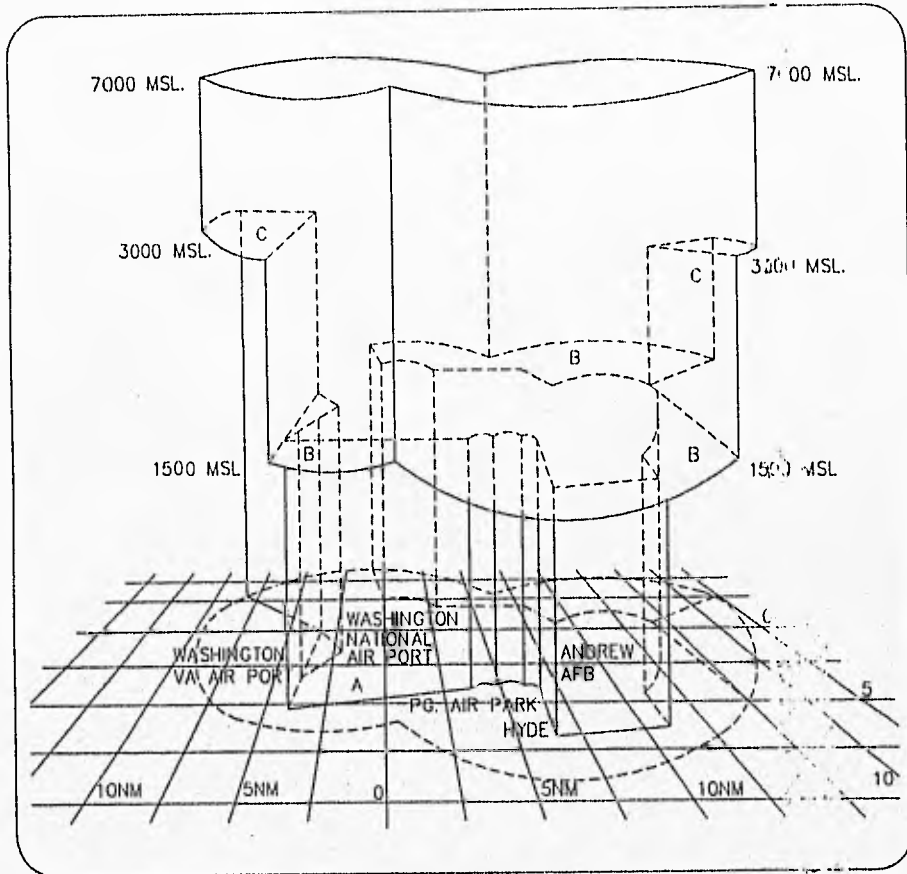


figura 5.2 Perspectiva del espacio aéreo de control terminal en el entorno de un aeropuerto.

DESPEGUE

Las características de las aeronaves que usan un aeropuerto tienen un gran efecto en la capacidad de un sistema de pistas. Los factores de entorno más importantes que influyen en la pista de vuelo son la visibilidad, las condiciones de superficie, los vientos y los procedimientos para reducción de ruidos.

Para efectuar el despegue de la pista de vuelo de una aeronave, la distancia que debe de recorrer para efectuar esta operación es mayor que la longitud que emplea para su aterrizaje, a consecuencia del peso que lleva.

RUTA

Las aeronaves vuelan de un aeropuerto a otro siguiendo rutas determinadas, a las cuales se les da el nombre de aerovías o rutas para reactores. Las rutas que parten de un aeropuerto a otro por medio de vuelos nacionales, regionales, internacionales y transcontinentales, crean lo que se llama sistema de aerovías o de rutas. Este sistema lo forman una serie de ayudas a la navegación y de instalaciones y servicios para el control del tráfico aéreo, que proporcionan a las aeronaves seguridad en su viaje.

Para efectuar la salida de una aeronave del aeropuerto, es necesario que el piloto proponga su plan de vuelo al centro de control de tráfico aéreo, indicando el destino, la ruta a seguir y las altitudes deseadas. Este plan se irá actualizando continuamente a lo largo de la ruta seguida.

Los centros de control de tráfico de ruta, son los responsables del control de movimiento de la aeronave en ruta a lo largo de las aerovías, rutas de reactores o del espacio aéreo. Cada centro lleva control de una zona geográfica definida. En los puntos límites que marcan el final del área de control del centro, las aeronaves son transferidas al siguiente centro o al control de área terminal (instalaciones y servicios del control de aproximación). Estos centros no es necesario que estén dentro de las instalaciones del aeropuerto, a consecuencia de que son independientes de las operaciones que se llevan ahí.

APROXIMACION

Las ayudas para la navegación, la aproximación y el aterrizaje, son elementos esenciales del sistema de transporte aéreo. Las ayudas no visuales (por instrumentos) para guía de las aeronaves, especialmente con nubes bajas y poca visibilidad, tienen mayor importancia desde el

punto de emplazamiento del aeropuerto, a causa del margen vertical necesario sobre los objetos (líneas de alta tensión, edificios de gran altura, vehículos en movimiento, etc.) que pueden afectar la seguridad de operación.

ZONA AERONAUTICA

Es el área donde están establecidas las pistas de vuelo, plataformas de estacionamientos, superficies limitadoras de obstáculos, entre otras, las cuales deben de cumplir con determinadas normas durante su construcción, como es el caso:

Distancias mínimas de separación de las calles de rodaje.

Anchura de pista de vuelo

Separación entre pistas de vuelo paralelas

Márgenes de separación en las plataformas

Dimensiones y pendientes de las superficies limitadoras de obstáculos de pista de vuelo

Claves de referencia del aeropuerto

RODAJES

La función principal de las calles de rodaje es suministrar acceso desde las pistas de vuelo hasta el área terminal a las aeronaves. Las calles de rodaje deben de estar de tal forma ubicadas que las aeronaves que acaban de aterrizar no interfieran con otras que están en rodamiento o vayan a despegar.

PLATAFORMA

La plataforma de estacionamiento es el área destinada para que las aeronaves realicen sus operaciones afines, como es el caso de embarque y desembarque de pasajeros y cargas suministro de combustible, mantenimiento, etc.

Su dimensión está determinada en base a la capacidad que va a manejar en las horas pico en lo referente a aeronaves que aterrizarán en el aeropuerto, y las cuales se estacionarán en ella.

Debe estar diseñada de forma tal que cumpla con los requisitos de seguridad relativos a las maniobras que se efectuarán en ese lugar, manteniendo los márgenes de separación establecidos por normas oficiales (OACI) y las pendientes necesarias para impedir un incendio cuando el combustible se inflame al ser abastecida la nave.

ZONA TERMINAL

Dentro del sistema aeropuerto está constituido como se indico en el capítulo anterior de los siguientes elementos:

Plataforma de estacionamiento

Edificio Terminal

Estacionamiento vehicular

Esta zona presenta en cualquier aeropuerto conflictos de operación tanto para las aeronaves que se encuentran en la plataforma , como para los usuarios que están el edificio terminal efectuando su proceso y la zona de estacionamiento que luego se encuentra saturada.

EDIFICIO

El edificio terminal para pasajeros es el elemento más importante dentro de la zona terminal, tiene como principal objetivo, atender a todas las necesidades de pasajeros y equipajes. Esta terminal tiene tres tipos de usuarios:

El pasajero y sus acompañantes

Las líneas aéreas

Las autoridades aeroportuarias

Es el lugar de transferencia entre el aire y la tierra en el multimodal "viaje aéreo", debe de estar diseñado con la finalidad de poder alojar los diversos tipos de transporte terrestre que sean estacionados en este lugar. Pueden ser del tipo horizontal y del tipo vertical con diferentes usos y según sean las necesidades de cada aeropuerto.

ESTACIONAMIENTOS

El estacionamiento para vehículos esta íntimamente ligado con el edificio terminal, debe de estar diseñado con la finalidad de poder alojar diversos tipos de transporte terrestre, que sean estacionados en este lugar. Pueden ser del tipo horizontal y del tipo vertical con diferentes usos y según sean las necesidades de cada aeropuerto.

VIALIDAD

La complejidad de un sistema de accesos y la magnitud de la demanda económica y de espacio son factores muy importantes dentro del sistema aeropuerto, para poder adaptarse a la diversidad de necesidades de los usuarios (pasajeros, visitantes y empleados) de los aeropuertos, es necesario que el aeropuerto cuente con accesos, diseñados de tal forma que facilite el traslado del usuario desde su origen hasta el aeropuerto, en forma rápida, segura, eficiente y económica; ya sea empleando su automóvil, taxis, autobus y si es posible ferrocarril o algún sistema de transporte rápido urbano metropolitano.

SERVICIO DE APOYO A LA OPERACION

Son los elementos que se encuentran instalados en un aeropuerto para desempeñar una misión específica, con la finalidad de que exista seguridad en las operaciones que efectuen las aeronaves como es la autorización de aterrizaje y despegue, evitar siniestros en el interior, almacenamiento de carga y combustible, mantenimiento a las instalaciones, etc.

TORRE DE CONTROL

Es un edificio rectangular de una altura visual determina, que permite ver las cabeceras de las pistas sin que existan obstáculos para ello. La característica principal que tiene este edificio aparte del equipo que emplea para ayudas a la navegación es que la altura esta en función de la necesidad de poder controlar visualmente el espacio aéreo circundante del aeropuerto y el control de las pistas de vuelo, plataformas de estacionamiento y el área terminal.

Existen dos tipos de torres de control:

Torre de control para aeropuertos de corto alcance de 10.40 mts. (31.5 pies) de altura visual

Torre de control para aeropuertos de largo alcance, con altura mayor a los 10.40 mts. de altura visual.

Este tipo de edificio esta formado de cabina y subcabina, albergando en estos locales el equipo que requiere para su operación en el aeropuerto.

En la cabina se alojan los siguientes elementos:

Consola de control

Consola de ayudas visuales

Consola de teléfonos

Pistola de luces

Área de descanso

Mesa de trabajo

Cocineta

En la subcabina se albergan los siguientes elementos:

Radios

Grabadoras

Mesa de trabajo

Sanitarios y Regaderas

Baterias

Equipo de apoyo

ZONA DE COMBUSTIBLE

Es un área ubicada dentro del aeropuerto en un lugar bien comunicado, donde existen depósitos para almacenar los diferentes tipos de combustible que utilizan las aeronaves para su operación de vuelo.

Los depósitos para el combustible pueden estar enterrados o superficiales, relativamente alejados de las pistas de vuelo, ubicados a una distancia de la plataforma y zona terminal, tal que no pueden causar daño en caso de un incendio ocasional.

El suministro de combustible para su almacenaje y posteriormente despacho es abastecido por autotanques y/o hidrantes, desde un área fuera del entorno del aeropuerto.

El abastecimiento de esta zona a las aeronaves puede ser por medio también de autotanques, tuberías o estaciones de bombeo.

CUERPO DE RESCATE Y EXTINCION DE INCENDIOS (CREI)

El cuerpo de rescate y extinción de incendios (CREI) es un elemento fundamental dentro de los servicios de apoyo a la operación de cualquier aeropuerto. Este cuerpo está constituido por personal altamente capacitado para sofocar o evitar posibles incendios en el interior del aeropuerto, así como realizar rescates de personas de una aeronave que ha sufrido algún percance.

El edificio del cuerpo de rescate y extinción de incendios está situado en el interior del aeropuerto, de tal manera que el desplazamiento de su personal sea lo más rápido posible en todo el interior del aeropuerto.

MANTENIMIENTO Y CONSTRUCCION DEL AEROPUERTO

En todo aeropuerto debe existir una zona destinada para instalaciones de actividades referentes al mantenimiento y construcción. En este lugar es donde se encuentran los elementos que intervendrán en el mantenimiento y construcción del aeropuerto cuando sea necesario, con la finalidad de proporcionar apoyo a las operaciones que tengan lugar.

OFICINAS CON ACTIVIDADES DE APOYO A LA OPERACION

Las oficinas con actividades de apoyo a la operación son lugares que desempeñan la misión de asistir a la operación del aeropuerto.

ZONA DE SERVICIOS A PLATAFORMA

La zona de servicios es el lugar donde se estacionan las aeronaves, las abastecen de combustible, les efectúan un mantenimiento y revisión ligera, cargan y descargan pasajeros y mercancía.

ESTACIONAMIENTOS

Son lugares que se localizan en las inmediaciones del aeropuerto, pero que no están fuera de él, estas áreas horizontales y verticales destinadas al aparcamiento de vehículos de los empleados del aeropuerto, de las autoridades aeroportuarias, visitantes, usuarios, alquiler de autos, transportación, etc.

Oficial

El estacionamiento oficial es la zona en donde se aparcan los vehículos que emplean las autoridades del aeropuerto y que los emplean como medio de transporte, estos estacionamientos se localizan por lo general cerca del edificio terminal o anexo.

Renta de Autos

Es el lugar donde están estacionados los automóviles que son alquilados por el visitante para poder desplazarse hacia la ciudad y que a hecho uso del aeropuerto. El estacionamiento de renta de autos se encuentra por lo general no muy retirado del edificio terminal.

Transportación

En este estacionamiento están estacionados los vehículos que se emplearán para trasladar del aeropuerto a un lugar determinado de la ciudad a los usuarios que vienen de otro aeropuerto y que vienen por cuestiones de trabajo o de paseo. Estos vehículos pueden ser para uso individual o colectivo, empleándose para ello automóviles, minibuses o autobuses, este estacionamiento debe estar lo más cerca posible del edificio terminal.

Empleados

El estacionamiento para empleados del aeropuerto es del tipo particular, su localización debe ser cerca de los edificios del aeropuerto.

CAPITULO 6

PLAN MAESTRO DE UN NUEVO AEROPUERTO

EL Plan Maestro es el que fija el lugar para cada elemento que constituye al aeropuerto, ubicándolos en la mejor situación posible, de tal forma que constituyan un conjunto armónico y eficiente para su funcionamiento; como es el caso de preveer el espacio suficiente para dar cabida al número de pistas de vuelo requeridas para el proyecto que se está analizando, tomando en cuenta futuras ampliaciones o el aumento de más pistas, según las demandas estimadas para años posteriores.

Consta de varios documentos generalmente, en donde uno de ellos está dibujado el plano general de todo el aeropuerto, en él figuran todos los elementos que lo constituyen, En otro está el plano detallado del área terminal y en los siguientes documentos están los planos específicos para los demás elementos, como el caso del edificio terminal que generalmente requiere de planos especiales. Además debe de existir otro documento donde estén todas las explicaciones convenientes de las tendencias de desarrollo y la forma en que se pretende controlar el crecimiento del aeropuerto según el plan.

Los proyectos correspondientes al plan maestro deben estar bien desarrollados y sus parámetros, son los que dan la pauta al proyectista para definir la magnitud de los elementos, como la sala de espera, la longitud del mostrador de boletaje para compañías aéreas, la longitud de la banda de equipaje, la superficie de un estacionamiento, el tamaño de los tanques de almacenamiento de combustible, etc.

En la planificación de un aeropuerto el planificador debe considerar dos factores importantes y estrechamente unidos entre sí:

El aeropuerto deberá de contar con instalaciones que atenderán en forma segura y eficiente la demanda de tráfico aéreo, para esto necesitará buenas comunicaciones por tierra y tendrá un sistema interno para atención de pasajeros, equipaje y transportes, contando con zonas de mantenimiento, control de tráfico aéreo y protección contra incendios, así como su propia administración y la de las líneas aéreas y concesionarios.

El servicio tendrá repercusiones directas sobre los alrededores del aeropuerto, como es el caso de la contaminación (ruido), y la modificación del entorno en el uso del suelo, al ubicarse industrias y apoyos externos como consecuencia del impacto económico en la región.

El establecimiento de una planificación completa para un nuevo aeropuerto, no es nada más el establecer el Plan Maestro, sino que también interviene el financiamiento ya sea para la adquisición del terreno donde se va a remplazar, la construcción de pistas de vuelo, calles de rodaje, edificios tanto administrativos como anexos, etc. Para eso es necesario establecer anteproyectos que permitan definir los costos de la obra, con la finalidad de establecer un programa en donde estén indicadas las diferentes etapas que llevará el nuevo aeropuerto, así como su inversión.

CARACTERISTICAS FISICAS

Al efectuar el proceso de planificación para un nuevo aeropuerto, el planificador encontrará por lo general causas que lo afecten, como es el caso de:

No existir estadísticas

Las estadísticas existentes no son representativas

Los parámetros de proyección con errores

Inversiones que no llegan a tiempo, según el programa

Cuando se va a construir un nuevo aeropuerto por no existir uno previamente, no existen datos estadísticos de su demanda. Por eso el planificador mediante el análisis de ciertos factores que dependerán de las razones por las cuales se pretende la construcción, tendrá que estudiar, tal vez el desarrollo de la zona en cuanto a su potencial industrial, agrícola, ganadero, etc., fijando demandas y sus tendencias, que a su vez permitirán posteriormente derivar los parámetros del proyecto, para poder continuar. Para el caso de un desarrollo turístico, el planificador deberá hacer estudios de las posibles corrientes turísticas que puedan captarse, definiendo el número de visitantes como base para la demanda del nuevo aeropuerto, estableciendo su posible proyección, definiendo así los parámetros del proyecto.

Cuando las estadísticas no son representativas para un nuevo aeropuerto, el planificador debe establecer estudios especiales para definir como podría desarrollarse la demanda si se estableciera un buen servicio, a consecuencia de que las estadísticas actuales, no son representativas de lo que podría ocurrir en el futuro.

Al planificar el nuevo aeropuerto y durante sus etapas de construcción, este puede llegar a quedar fuera de una posible solución conveniente, ya que estos lapsos lo obligan a ir desarrollándose con obras provisionales a consecuencia de que los parámetros del proyecto tienen errores, debido a los cambios de tendencias en las horas críticas o de que los programas de inversión retrasan su desarrollo durante las etapas de construcción y operación, obligando al planificador a efectuar nuevos estudios de la demanda.

NECESIDADES DE INSTALACION DE ELEMENTOS

El Plan Maestro de un nuevo aeropuerto, establece las diferentes etapas de su construcción, así como de las inversiones que se efectuarán durante su desarrollo, pero para poder establecerlo, es necesario que se lleve a cabo el estudio de factibilidad del proyecto, donde el planificador lo llevará a cabo en tres fases:

FASE I. DEMANDA DE TRANSPORTE AEREO.- Se definen todos los parámetros de la demanda del transporte aéreo (pasajeros, operaciones, carga) en todas sus formas (anual, hora crítica) con respecto al área de influencia del nuevo aeropuerto a construir.

FASE II. OFERTA DE INFRAESTRUCTURA.- Con los elementos definidos en la fase anterior se describirá la evolución de la infraestructura en el tiempo, con su respectivo calendario de inversiones.

FASE III FACTIBILIDAD.- Se estudiará el impacto regional, nacional y según todos los puntos de vista transportistas, posibles usuarios, etc.), tratando de juzgar a dichos puntos en función de criterios simples que permitirán posteriormente una comparación fácil de un estudio con respecto a otro.

CAPACIDAD ACTUAL

El establecimiento de la demanda de un aeropuerto como es el caso para uno nuevo, está en relación con la capacidad de infraestructura establecida. En algunos casos esta capacidad, depende del "Nivel de servicio" o calidad de servicio, que es el grado de confort que se dará al usuario que utilizará el nuevo aeropuerto.

La capacidad actual del nuevo aeropuerto, deberá tener en cuenta y estar referida a los siguientes elementos:

El volumen de la demanda esperada y el período durante el cual se pretende satisfacerla.

El nivel de calidad de servicios que se pretende ofrecer al usuario

El equilibrio entre las capacidades propias de cada uno de los sistemas y subsistemas del aeropuerto.

DEMANDA FUTURA

Una vez analizados los datos de la demanda actual esperada se establecerán proyecciones a futuro, con base en las tasas de crecimiento definidas por la estadística. Algunos de los factores que pueden rectificar tendencias son: El desarrollo de la región a la cual servirá el aeropuerto, el desarrollo demográfico, el desarrollo turístico, etc.

El número de pasajeros anuales estimados que se moverán en el nuevo aeropuerto, es la base de partida para las proyecciones, por ser el factor que permite la proyección a futuro con más facilidad, acercándose a la realidad. Otros factores pero de menor importancia son las operaciones anuales, el movimiento de carga esperado, etc. Cuando se proyecta el número anual de operaciones, es necesario fijar primeramente la relación de ocupación de las aeronaves (número de pasajeros promedio), tomar en cuenta las tendencias y cambios del equipo de vuelo, para posteriormente proyectar esta ocupación al futuro. Con esta ocupación y los pasajeros anuales, se determinará el número de operaciones año por año.

DEMANDA-CAPACIDAD

Definidos los datos físicos básicos, es posible entonces dimensionar cada elemento del nuevo aeropuerto, utilizando métodos sencillos que permitan un enfoque de las inversiones compatibles con el nivel de un estudio de factibilidad. Cada elemento constitutivo del nuevo aeropuerto es agrupado luego en el Plan Maestro a largo plazo, el que define la organización de dichos elementos entre sí. En esta parte del Plan Maestro, se efectúa un balance del estado actual o del propuesto en el cual se van a realizar todas las obras e instalaciones que son necesarias para el nuevo aeropuerto, dentro del programa elegido. Esta operación es delicada, ya que consiste en determinar el nivel de saturación de las obras o de las instalaciones, con la finalidad de poder establecer los programas de inversión del nuevo aeropuerto en forma realista.

DESARROLLO DEL AEROPUERTO

Para llevar a cabo el desarrollo de un nuevo aeropuerto, es necesario que el planificador efectue estudios especiales donde defina el desarrollo de la demanda durante las etapas de corto, mediano y largo plazo, todo esto reflejado en el Plan Maestro del nuevo aeropuerto. Estos estudios se basarán en la adaptabilidad y flexibilidad que ayudará a evitar el sobredimensionamiento de las instalaciones, al mismo tiempo que permitirá su adecuado y ordenado desarrollo incluso si se presentan volúmenes de actividades por encima de las previsiones originales. Desde luego estos estudios llevan implícitos, la necesidad de vigilar con regularidad los pronósticos para adecuar las soluciones a los cambios que se lleven durante la construcción.

Las estadísticas y sus proyecciones se emplearán para obtener los parámetros del proyecto y sus tendencias, cifras que permitirán definir la magnitud de los diferentes elementos del nuevo aeropuerto, mediante concentraciones máximas frecuentes, tales como posiciones simultáneas de las aeronaves estacionadas en la plataforma y su tipo, número máximo de pasajeros horarios nacionales de salida y llegada, número máximo de vehículos en estacionamientos, etc. La proyección de estos parámetros, definen la magnitud de cada elemento del aeropuerto en cualquier momento futuro y con esto se fijan las etapas de desarrollo del conjunto de elementos que forman el nuevo aeropuerto. Este conjunto de elementos, una vez definida su magnitud y etapas de desarrollo permitirán establecer el Plan Maestro del nuevo aeropuerto, siendo este, el plan que regulará el crecimiento del nuevo aeropuerto.

ZONA AERONAUTICA

Los elementos que integran la zona aeronáutica son aquellos elementos que están íntimamente relacionados con la operación de las aeronaves, como la clave de referencia del aeropuerto, anchura y separación de pistas de vuelo, distancias mínimas de separación de calles de rodaje, márgenes de separación en las plataformas de estacionamiento, dimensiones y pendientes de las superficies limitadoras de obstáculos de pistas de vuelo, etc. En el desarrollo de la zona aeronáutica del nuevo aeropuerto es necesario basarse en normas establecidas tanto a nivel internacional (OACI), como nacional, según la demanda actual y futura establecidas durante las etapas de planificación del plan maestro, hasta su culminación.

ZONA TERMINAL

En el desarrollo de la zona terminal del nuevo aeropuerto que está constituido por el conjunto plataforma-edificio-terminal-estacionamiento, es necesario que exista un análisis detallado de cada elemento en forma separada, para poder conjuntar las soluciones y llegar a una sola. El desarrollo que deberá tener la plataforma de estacionamiento para aeronaves esta en función de las operaciones que efectuarán dichas naves en esa zona, tomando en cuenta las demandas y tendencias que se tengan presentes durante el desarrollo del Plan Maestro del nuevo aeropuerto.

El edificio terminal deberá al desarrollo ser flexible, con la finalidad de poder atender la demanda actual y futura con los índices de nivel de servicio adecuados.

El estacionamiento vehicular en cualquiera de sus tipos y clasificaciones, estará íntimamente relacionado con el edificio terminal, debiendo ser capaz de alojar los diversos tipos de vehículos, según las demandas pronosticadas en el Plan Maestro.

ESTRATEGIAS GENERALES

La planificación de un nuevo aeropuerto se logra a través de un grupo interdisciplinario de profesionales, tales como ingenieros, arquitectos, economistas, sociólogos, urbanistas, ecólogos, etc., quienes en base a la demanda de actividad aérea pronosticada, definen el futuro desarrollo del nuevo aeropuerto y su entorno.

Las estrategias generales de un nuevo aeropuerto, son las de existir flexibilidad y adaptabilidad durante el desarrollo de construcción en las diferentes etapas, de todos los elementos que constituirán al nuevo aeropuerto según los programas de inversión.

PLAN DE DESARROLLO

El plan de desarrollo del nuevo aeropuerto es un programa propuesto, acompañado del presupuesto de inversiones de la obra, basado en la demanda pronosticada, tanto actual como futura a corto, mediano y largo plazo. Normalmente se hacen a 5, 10 y 20 años. Las cantidades presupuestadas están basadas en la configuración por etapas que se establecieron en el Plan Maestro.

DESARROLLO MAXIMO

El Plan Maestro de un nuevo aeropuerto está constituido por una serie de planos en los que se representan la infraestructura aeroportuaria para el nuevo aeropuerto. Las instalaciones que se proyectan se representan en sus diferentes niveles de desarrollo, los dibujos dan por anticipado la magnitud del desarrollo correspondiente en cada fase, detallando previamente la situación dentro del desarrollo total, incluyendo las dimensiones y distancias necesarias. Los planos de configuración representan la disposición de pistas de vuelo, calles de rodaje, plataformas, el emplazamiento y tamaño de las instalaciones, las áreas de aproximación a las pistas de vuelo, etc.

PROGRAMA Y VOLUMENES DE OBRA

Con el fin de establecer el monto de las investigaciones para la construcción de un nuevo aeropuerto, es necesario tener presente las diferentes etapas de desarrollo del aeropuerto de acuerdo a las previsiones de la demanda y no olvidarse de los costos unitarios para los diferentes elementos de la infraestructura aeroportuaria.

Para poder determinar el monto de las inversiones es necesario multiplicar cada una de las áreas o unidades del aeropuerto, por su respectivo costo unitario, de tal forma que al sumarse se obtenga el monto total de la inversión para la etapa considerada.

Los estudios de calendario de inversiones descansan sobre las previsiones del tráfico aéreo, si estos son utilizados con prudencia, presentarán siempre mucho interés permitiendo al proyectista adquirir la intuición y orientación propia para visualizar los problemas que se irán presentando durante el desarrollo del nuevo aeropuerto en sus diferentes etapas de planeación.

CAPITULO 7

PLAN MAESTRO DE UN AEROPUERTO EXISTENTE

Para evitar que el crecimiento del aeropuerto existente, se de en forma anárquica y su infraestructura aeroportuaria, se desarrolle con deficiencias e interferencias ocasionando gastos innecesarios, es necesario establecer un Plan Maestro, con los siguientes objetivos:

- Planificar en forma oportuna y cuidadosa la ampliación de las instalaciones.
- Garantizar mejores y adecuados servicios que satisfagan la demanda de los usuarios
- Restringir el crecimiento urbano cuidando las áreas de aproximaciones y despegues con el fin de tener un espacio aéreo libre de obstáculos.
- Y finalmente proveer reservas de terrenos para futuras ampliaciones.

El planificador deberá realizar un inventario de todas las instalaciones existentes, con la finalidad de tener completo conocimiento de su naturaleza y tamaño correspondientes.

INSTALACIONES EXISTENTES

El plan maestro de un aeropuerto es un concepto que explica el desarrollo total del aeropuerto. La palabra desarrollo, incluye el área completa del aeropuerto, tanto para usos aeronáuticos como, abarcando el área adyacente al mismo.

Para el establecimiento del Plan Maestro de un aeropuerto que está operando, es necesario que el planificador efectue un estudio, cuyos objetivos fundamentales sean el de poder determinar el mercado potencial actual y futuro de dicho aeropuerto, para la realización de un proyecto adecuado a la demanda estimada y a la evaluación económica del mismo, que satisfaga en general a dicha demanda.

Con la finalidad de poder estimar el posible mercado potencial del aeropuerto en estudio, y poder evaluar la demanda probable del mismo, se realizarán encuestas y entrevistas a las agencias de viajes, compañías aéreas, dependencias de turismo y agencias transportadoras, que estén instaladas en el aeropuerto.

Al analizar los resultados del estudio del mercado del aeropuerto en su proyecto y el pronóstico de la demanda probable para los próximos años, se llegan a las siguientes conclusiones:

Analizar se existe un mercado potencial que permita la rentabilidad del servicio aéreo a la zona. Así mismo, estimar que en un futuro inmediato no existirán factores que generen un aumento continuo de la demanda del servicio de transportación aérea a la zona.

La demanda anual de pasajeros se traducirá en poder contar, con instalaciones aeroportuarias capaces de recibir operaciones de aviación comercial por día, considerando aeronaves de capacidad mayor.

Tomando en cuenta lo mencionado en los renglones anteriores, el planificador deberá tener la habilidad de desarrollar e implantar proyectos del área terminal del aeropuerto y de los servicios que en el se prestan. Estos proyectos deberán diseñarse para manejar el aumento de la demanda y mejorar el nivel de servicio del aeropuerto.

GENERALIDADES

Corresponde al estudio de mercado la determinación de los diferentes elementos constitutivos del aeropuerto y de su situación relativa con arreglo a las previsiones de tráfico, consideraciones dimensionales, meteorológicas, de situación respecto a centros urbanos, principalmente. El requerimiento que el planificador debe de tomar en cuenta para el establecimiento del Plan Maestro, es el siguiente:

Analizar el tamaño y plazo de la nueva instalación con respecto a la demanda prevista.

Con la autorización de la ampliación de las instalaciones existentes, se evalúan los emplazamientos disponibles incluyendo un estudio que comprenderá las necesidades del espacio aéreo, impacto en el entorno, desarrollo, accesos, disponibilidad de servicios, costo y disponibilidad del terreno, costo de desarrollo del emplazamiento e implicaciones políticas.

Una vez seleccionada el área de ampliación de una instalación existente, la propuesta es presentada con precisión respecto a los siguientes puntos:

PLANO DE CONFIGURACION DEL AEROPUERTO.- El que indica la configuración, emplazamiento y tamaño de todas las instalaciones físicas.

PLANO DE USO DEL TERRENO.- Detallan el uso del terreno dentro de los límites de propiedad del aeropuerto y muestra las áreas exteriores afectadas.

PLANOS DEL AREA TERMINAL.- Muestran el tamaño y emplazamiento de los diferentes edificios y áreas de actividad dentro del complejo del área terminal.

PLANOS DE ACCESO AL AEROPUERTO.- Muestran los diferentes sistemas de acceso de la infraestructura de transporte de la región.

Posteriormente se establecen los datos necesarios e importantes para el aspecto financiero, tales como:

Programas de Desarrollo Propuesto.- Indican las fases de desarrollo, a corto, mediano y largo plazo y tiempos de coincidencias con las demandas estimadas.

Estimación del Desarrollo de los Costos.- Son propuestas de acuerdo con la estrategia de desarrollo programadas.

Análisis de las Posibilidades Económicas.- Examinan si la generación de ingresos previstos, cubrirán los costos.

Análisis de las Posibilidades de Financiación.- Investigación de financiamiento por parte de alguna autoridad patrocinadora.

Zona Aeronáutica

Como resultado de los análisis que el planificador llevó a cabo en lo referente a la demanda, está el poder determinar dentro de la zona aeronáutica, el tipo de instalación necesaria, su tamaño y las fases de construcción, todo esto apoyándose en normas tanto internacionales (OACI), como nacionales. Las instalaciones necesarias y sus elementos que deberá considerar son los siguientes:

Pistas de Vuelo.- Longitud, anchura, zonas libres de obstáculos, pendientes de aproximación, orientación, provisión de pistas de vuelo para vientos transversales, pendientes, capacidad, etapas de construcción, repercusión en el costo por demora de las aeronaves y costo-eficacia.

Calles de rodaje.- Anchura, disposición, distancias, diseño y situación de las calles de salida, pendientes, efecto sobre la capacidad de pista, etapas de construcción y costo-eficacia.

Señalización y Balizamiento.- Luces de aproximación, luces de pista de vuelo, luces de calle de rodaje, señalización de pistas de vuelo y calles de rodaje, área de aterrizaje de helicópteros y obstáculos.

Zona Terminal

Con el conocimiento de la predicción de la demanda esperada y con diferentes hipótesis sobre el desarrollo escalonado, más allá de los niveles de infraestructura existentes, el planificador, ensayará una serie de opciones de desarrollo en un análisis de la demanda capacidad en la zona terminal, estableciendo una estimación de las dimensiones de los diferentes elementos que la integran, como son:

Distancias, pendientes, posiciones de los accesos, distancias entre posiciones de estacionamiento, necesidades de espacio y concepto del diseño del edificio terminal.

Zona de Apoyo

El análisis que efectuó el analista referente a la demanda capacidad, debe ser reflejado también en la zona de apoyo, a consecuencia de que este análisis debe ser amplio y debe de cubrir los servicios de apoyo a la navegación, como son:

Edificios para los equipos de servicio, instalaciones de carga, edificios para los equipos de salvamento y contra incendio.

DEMANDA

El análisis de la capacidad de un aeropuerto se lleva a cabo con dos fines:

Primero, medir de forma objetiva la capacidad de las distintas partes que componen un aerodromo atendiendo a los flujos de pasajeros y aeronaves previstos.

Y segundo, evaluar las demoras que cabe esperar en el aeropuerto según los diferentes niveles de demanda.

Este análisis de la capacidad permite al planificador del aeropuerto determinar el número de pistas de vuelo necesarias, para contemplar las posibles configuraciones y para comparar las diferentes soluciones.

La demanda de un aeropuerto es la magnitud y fluctuación de las operaciones para recibir aeronaves en un determinado tiempo: conforme la demanda se acerque a la capacidad del aeropuerto, la demora de las aeronaves crecerá bruscamente.

ACTUAL

La capacidad de una pista de vuelos es generalmente, el elemento del control de la capacidad del aeropuerto. Existe una gran cantidad de factores que influyen como:

El control de tráfico aéreo.

Las características de la demanda

Las condiciones del entorno en la proximidad del aeropuerto

La disposición y configuración del área terminal

Con el conocimiento del número de movimientos actuales se puede estimar la magnitud de los ingresos que puede proporcionar la instalación, con los niveles de demanda se determinará el tamaño de la instalación requerida, asegurando el equilibrio entre la capacidad y la demanda.

FUTURA

Es preciso desarrollar predicciones a corto, mediano y largo plazo de la demanda aeronáutica para poder concebir una buena planificación que conduzca al desarrollo último del emplazamiento del aeropuerto.

Este análisis de las predicciones de operación del aeropuerto en sus diferentes etapas, debe ser amplio y deberá de cubrir las áreas de operación con detalle suficiente para permitir una estimación de las dimensiones de las instalaciones, conforme a:

Predicción de las operaciones de aeronaves frente a la capacidad del espacio aéreo.

Predicción de las operaciones del aeronave frente a las instalaciones de control de tráfico aéreo

Predicción de las operaciones de aeronaves frente a la capacidad de aeropuerto

Predicción de movimiento de pasajeros frente a la capacidad del edificio terminal

Predicción del volumen de carga aérea frente a la capacidad del edificio de carga

Predicción del tráfico de los accesos frente a la capacidad de los itinerarios de acceso.

CONCENTRACIONES HORARIAS

El Plan maestro debe estar basado en hipótesis y predicciones fundadas sobre una base de datos amplia y confiable. La recolección de los datos es una parte importante del tiempo consumido en el proceso de redacción de un plan maestro, con independencia del método usado se llega a un análisis de la demanda capacidad del aeropuerto en estudio, apoyado en los siguientes datos:

Pasajeros

Movimiento anual de los pasajeros en los últimos diez años

Movimiento mensual de pasajeros en los últimos cinco años

Movimiento horario de pasajeros de diez días críticos en los últimos cinco años

Aeronaves

Movimiento anual de aeronaves en los últimos diez años

Movimiento anual de aeronaves en los últimos cinco años

Previsones de las líneas aéreas para el crecimiento regional de pasajeros tanto nacional como internacional

Flotas actuales y futuras en los próximos quince años

Maniobra de las operaciones, militares y crecimiento previsto de la aviación militar si el aeropuerto ha de compartir sus instalaciones

Maniobra de operación de las líneas aéreas

MAGNITUD DE LOS ELEMENTOS

Las necesidades de pista de vuelo, rodaje, plataforma de estacionamiento, edificio terminal, caminos y aparcamientos, etc., se originan a partir de un análisis de demanda y capacidad, de la geometría del aeropuerto, y de normas nacionales e internacionales que regulan el proyecto de los elementos del aeropuerto.

Con base a la información del número, longitud y configuración de las pistas de vuelo, configuración de las calles de rodaje, el número de posiciones de estacionamiento de aeronaves, el tamaño de los edificios terminales para pasajeros, almacenes e instalaciones y servicios para la aviación comercial, el planificador puede obtener la magnitud de los elementos en cuanto a forma y dimensiones totales de la modificación y ampliación del aeropuerto en estudio.

ZONA AERONAUTICA

Las dimensiones necesarias de un aeropuerto dependen, principalmente de los siguientes factores:

Características de las funciones a realizar y tamaño de las aeronaves que se espera vayan a utilizar el aeropuerto.

Características de las funciones a realizar y tamaño de las aeronaves que se espera vayan a utilizar el aeropuerto

Previsión del volumen de tráfico

Condiciones meteorológicas

Altitud del emplazamiento

El volumen y carácter del tráfico aeronáutico tiene gran influencia sobre el número de pistas de vuelo necesarias, la configuración de las calles de rodaje y las dimensiones de las plataformas de estacionamiento. Las condiciones meteorológicas que más pueden afectar el dimensionamiento del aeropuerto son el viento y la temperatura. La temperatura influye sobre la longitud de la pista de vuelo, ya que cuanto mayores son las temperaturas, mayores longitudes alcanzan las pistas de vuelo. La dirección del viento influye sobre el número de pistas de vuelo y su configuración.

ZONA TERMINAL

El planificador en su desarrollo de elementos para la zona de un aeropuerto debe de prever áreas donde las aeronaves se estacionen, abastezcan de combustible, cargen y descarguen pasajeros, les den mantenimiento y revisión ligera, etc. En su desarrollo debe de estar contemplada la configuración de la zona terminal (lícal, vehicular, satélite, de muelle). Con los espacios necesarios para la seguridad y protección de los pasajeros; tipo y dimensiones de los equipos de servicio de la maniobrabilidad, posicionado y prácticas operacionales de uso de las aeronaves; movimientos característicos de las aeronaves que ha de albergar (radios de giro), si entra y sale del área de estacionamiento por sus propios medios, el ángulo con el que aparece respecto al edificio terminal; y las características físicas de la aeronave (dimensiones, puntos de servicio).

ZONA DE APOYO

La magnitud de los elementos de la zona de apoyo están en función de la demanda planeada en los periodos de corto, mediano y largo plazo en las diferentes etapas que el planificador ha planteado, donde el dimensionamiento de la torre de control, edificios anexos, cuerpo de rescate y extinción de incendios, etc. Se irán desarrollando conforme al Plan Maestro.

CAPACIDAD ACTUAL

El planificador puede comparar la capacidad con la demanda existente y la prevista para el futuro y así poder averiguar si se necesitan introducir mejoras para incrementar esa capacidad.

Comparar la capacidad de los campos de vuelo según diferentes configuraciones ayuda a determinar cuales son las más eficientes.

La capacidad de un aeropuerto es el número máximo de operaciones de aeronaves que una pista de vuelo puede aceptar durante un intervalo de tiempo específico cuando existe una demanda continua de servicio. La demanda continua de servicio significa que siempre existen aeronaves preparadas para despegar o para aterrizar (capacidad total, capacidad de saturación o tasa de rendimiento total).

DEMANDA-CAPACIDAD

La capacidad significa la posibilidad física de un aeropuerto y sus partes componentes. Es una medida de la oferta y es independiente de la magnitud y fluctuación de la demanda y de la capacidad de la cantidad de demora de las aeronaves. La capacidad de una pista depende del tamaño de las aeronaves, velocidad maniobrabilidad, capacidad de frenado, así como de las técnicas de pilotaje.

DESARROLLO DEL AEROPUERTO

El desarrollo de un aeropuerto en sus diferentes etapas debe ser adecuado a la forma y superficie del terreno disponible. Debe tener pistas de vuelo en número suficiente para satisfacer la demanda del tráfico aéreo, y estas deben quedar suficientemente separadas para garantizar la seguridad de las operaciones del tráfico aéreo. Las pistas deberán estar orientadas para aprovechar los vientos dominantes y deberán alejarse de los obstáculos a la navegación aérea. El esquema del aeropuerto deberá ofrecer áreas de estacionamiento suficientes para las aeronaves y aparcamiento para los automóviles, así como espacio para el manejo de la carga y del equipaje, almacenes, mantenimiento de aeronaves y servicios. La configuración dentro de su desarrollo debe permitir el movimiento seguro y rápido de las aeronaves y de los vehículos de transporte de superficie.

ZONA AERONAUTICA

Para poder analizar cada uno de los elementos que integran el aeropuerto y planificar su desarrollo, el planificador debe conocer las características de cada elemento, como es el caso dentro de la zona aeronáutica en donde la pista de vuelo que se esté analizando, referente a su

capacidad, la cual está en función del tipo de aeronave que opera, de la mezcla de salidas que se tengan (calles de rodaje), así como la disposición de esta, la cual está ubicada tomando en consideración los vientos dominantes, por ser estos los que afectan los aterrizajes y despegues.

Para analizar este elemento es necesario conocer el pronóstico o demanda de operaciones horarias actual y futura, los cuales indican los tipos de aeronaves que operarán y la combinación de estas.

ZONA TERMINAL

En el desarrollo de la zona terminal que comprenden el sistema plataforma-edificio-estacionamiento, el área total de cada elemento, será en base al análisis de la demanda-capacidad, tomando en cuenta la población de aeronaves y tipo, características de operación y características constructivas de la plataforma. El tipo de aeropuerto determinará el edificio (nacional, internacional, fronterizo), número de pasajeros horarios, indicador de visitantes y maletas por pasajero, su programa arquitectónico y el análisis de áreas por elemento, el estacionamiento para vehículos que deberá de contar con suficientes lugares para vehículos de las diferentes personas que harán uso de el, así como el uso que se le dará.

SOLUCION CONJUNTA

El objetivo completo de la planificación de un aeropuerto es el de dar solución en forma completa al desarrollo que tendrá el aeropuerto en sus diferentes etapas conforme a la demanda esperada dentro de un horizonte establecido. Este objetivo reside en suministrar las directrices para satisfacer la demanda aeronáutica, las que deberán ser compatibles con el medio ambiente. Más específicamente se define como una guía para:

Desarrollar las instalaciones y servicios de un aeropuerto que sufrirá una sobre demanda.

Desarrollo de los terrenos del aeropuerto y del entorno del mismo.

Determinar los efectos ambientales de la construcción de la ampliación y remodelación del aeropuerto y su actividad.

Establecer las necesidades de accesos.

Establecer la factibilidad económica y financiera de las actividades que se proponen.

Establecer un orden de prioridades y fases de desarrollo para todos los puntos que estarán en la planificación.

PLAN DE DESARROLLO

La planificación de un aeropuerto existente se basa en multitud de procedimientos y criterios para evaluar las necesidades, muchas de las cuales son intuitivas, ordenando prioridades y alternativas para justificar la seleccionada.

El plan maestro de un aeropuerto existente se basa en multitud de procedimientos y criterios para evaluar las necesidades, muchas de las cuales son intuitivas, ordenando prioridades y alternativas para justificar la seleccionada.

El plan maestro de un aeropuerto existente debe confeccionarse en base a unas previsiones, de esa previsiones y con la demanda, se establecerán las diferentes instalaciones y servicios del aeropuerto. Las previsiones necesarias se harán a corto, mediano y largo plazo o también, a cinco, diez, quince o veinte años, respectivamente. Según se incremente el plazo, disminuirá la precisión de la predicción.

DESARROLLO MAXIMO

Es importante señalar que el máximo horizonte de desarrollo de los elementos que constituyen a un aeropuerto, es cuando el volumen de la demanda esperada y el período pronosticado son alcanzados. Es cuando el aeropuerto llega a su nivel de servicio deseado, y se establece un equilibrio entre las capacidades propias de cada uno de los sistemas y subsistemas del aeropuerto.

DESARROLLO POR ETAPAS

El planificador debe de desarrollar predicciones a corto, mediano y largo plazo de la demanda aeronáutica para poder concebir una buena planificación que conduzca al desarrollo último de la ampliación o remodelación del aeropuerto en estudio.

PROGRAMA Y VOLUMENES DE OBRA

El planificador al establecer el calendario de inversiones para las diferentes etapas de desarrollo de la remodelación o ampliación de un aeropuerto existente, este calendario deberá ser lo más flexible posible, con la finalidad de permitir realizar a cada instante los acondicionamientos originados en función de las estrictas necesidades del presente y del futuro próximo.

Si el planificador en los estudios y calendario de inversiones, los utiliza con prudencia, estos presentarán mucho interés y le permitirán adquirir la intuición y la orientación propia para tratar los problemas de desarrollo del aeropuerto existente.

Con el fin de establecer el monto de las inversiones para la ampliación del aeropuerto es necesario, tener la oferta realista en la que se establecen las diferentes obras a realizar en el horizonte de planificación de acuerdo a las previsiones de la demanda considerando los costos unitarios para los diferentes elementos del aeropuerto (infraestructura aeroportuaria).

CAPITULO 8

EVALUACION ECONOMICA Y FINANCIERA

Para que un proyecto de infraestructura aeroportuaria sea ejecutado físicamente, deberá de haber sido aprobado por diferentes mecanismos necesarios. Cada proyecto es diferente, tanto por sus características físicas y técnicas como por su complejidad y objetividad.

La evaluación del proyecto se entiende como el proceso en el cual se definen y determinan las principales características físicas, económicas, financieras y sociales, con las cuales se puede tomar la decisión de aceptar o rechazar la realización del proyecto en estudio ya sea para la construcción o ampliación de un aeropuerto.

La evaluación abarca aspectos principales del proyecto aeroportuario, siendo estos los siguientes:

Técnicos

Financieros

Económicos

Institucionales

TECNICO

El planificador deberá de asegurar que los proyectos de infraestructura aeroportuaria estén correctamente planificados, en lo referente a su diseño técnico el que debe ser el apropiado y que se ajuste a normas establecidas por organizaciones nacionales e internacionales.

La evaluación técnica examinará las opciones del tipo técnico consideradas, las soluciones propuestas y los resultados esperados, o sea esta evaluación se ocupa de cuestiones de dimensión, diseño y ubicación de las instalaciones, así como de la tecnología que se va a emplear, incluyendo los tipos y clases de equipos que se utilizarán durante la construcción, procedimientos constructivos y el grado en que se amoldarán a las condiciones locales.

Se establecerá el criterio a seguir para la prestación de servicios, del realismo de los calendarios de ejecución y de la probabilidad de alcanzar los niveles de producción esperados.

Se efectuará el examen de las estimaciones de costos y de los datos técnicos a fin de poder determinar si son reales, dentro de un margen de error aceptable, y si los factores de ajuste por excesos de cantidades de obra y alza de precios durante la ejecución de la obra, son los requeridos.

En esta evaluación también se definirán los procedimientos y normas propuestas para las adquisiciones, a fin de asegurar que se cumplan los requisitos y especificaciones, así como lo relativo a la obtención de servicios de ingeniería, arquitectura u otros de índole profesional.

La evaluación técnica se ocupa además de estimar los costos de operación de instalaciones y servicios del proyecto aeroportuario y la disponibilidad de materias primas u otros insumos necesarios. Analizará también el posible impacto del proyecto aeroportuario en el medio humano y físico. a fin de asegurarse de que cualquier efecto adverso quede controlado o sea reducido al mínimo.

INSTITUCIONAL

El aspecto institucional indica que la transferencia de recursos financieros y la construcción de instalaciones físicas, por valiosas que sean, son menos importantes a la larga con la creación de una "institución" local o sólida y viable.

En la evaluación institucional se plantean multitud de preguntas tales como si la entidad está organizada adecuadamente, y si su administración es apropiada para la tarea que debe cumplir, si se aprovecha de manera efectiva la capacidad y la iniciativa local y si se necesitan modificaciones

TECNICO

El planificador deberá de asegurar que los proyectos de infraestructura aeroportuaria estén correctamente planificados, en lo referente a su diseño técnico el que debe ser el apropiado y que se ajuste a normas establecidas por organizaciones nacionales e internacionales.

La evaluación técnica examinará las opciones del tipo técnico consideradas, las soluciones propuestas y los resultados esperados, o sea esta evaluación se ocupa de cuestiones de dimensión, diseño y ubicación de las instalaciones, así como de la tecnología que se va a emplear, incluyendo los tipos y clases de equipos que se utilizarán durante la construcción, procedimientos constructivos y el grado en que se amoldarán a las condiciones locales.

Se establecerá el criterio a seguir para la prestación de servicios, del realismo de los calendarios de ejecución y de la probabilidad de alcanzar los niveles de producción esperados.

Se efectuará el examen de las estimaciones de costos y de los datos técnicos a fin de poder determinar si son reales, dentro de un margen de error aceptable, y si los factores de ajuste por excesos de cantidades de obra y alza de precios durante la ejecución de la obra, son los requeridos.

En esta evaluación también se definirán los procedimientos y normas propuestas para las adquisiciones, a fin de asegurar que se cumplan los requisitos y especificaciones, así como lo relativo a la obtención de servicios de ingeniería, arquitectura u otros de índole profesional.

La evaluación técnica se ocupa además de estimar los costos de operación de instalaciones y servicios del proyecto aeroportuario y la disponibilidad de materias primas u otros insumos necesarios. Analizará también el posible impacto del proyecto aeroportuario en el medio humano y físico, a fin de asegurarse de que cualquier efecto adverso quede controlado o sea reducido al mínimo.

INSTITUCIONAL

El aspecto institucional indica que la transferencia de recursos financieros y la construcción de instalaciones físicas, por valiosas que sean, son menos importantes a la larga con la creación de una "institución" local o sólida y viable.

En la evaluación institucional se plantean multitud de preguntas tales como si la entidad está organizada adecuadamente, y si su administración es apropiada para la tarea que debe cumplir, si se aprovecha de manera efectiva la capacidad y la iniciativa local y si se necesitan modificaciones

institucionales o políticas fuera de la entidad, para lograr los objetivos del proyecto de infraestructura aeroportuaria a desarrollar.

De todos los aspectos de un proyecto de infraestructura aeroportuaria, el desarrollo institucional es quizá el más difícil de abordar, en parte porque su éxito depende en gran medida de que se comprenda el medio cultural. En este sentido se viene a reconocer la necesidad de un replanteamiento continuo de las disposiciones institucionales y de estar abierto a ideas nuevas y dispuesto a adoptar enfoques a largo plazo que puedan a la vez abarcar varios proyectos aeroportuarios. Algunos de los planteamientos se encuentran asentados en los planes y programas de desarrollo del tipo municipal, estatal y nacional

ECONOMICO

El proyecto aeroportuario tiene repercusiones tanto en la región en la que se va a realizar, como a nivel nacional. La evaluación abarca, en la medida de lo posible, estas repercusiones ya sea en forma directa o indirecta, estén o no estén dentro de los lineamientos generales de políticas económicas a nivel nacional, regional o estatal.

Integrar un apartado de las repercusiones del proyecto de infraestructura aeroportuario en cierta región, es de gran interés significativo para una nación, debido a que los gastos que se realizarán en dicha región a causa del proyecto a construir, generarán, a su vez, ingresos para otras entidades económicas, que reciprocamente, también generaran gastos. Con esta situación se generará una demanda potencial no satisfecha, o sea, será necesario elevar la producción, con lo que esto será un incentivo para otros proyectos de inversión aeroportuaria. Este encadenamiento de repercusiones contribuirá al crecimiento de la economía regional en donde está o estará el emplazamiento del aeropuerto y en consecuencia también al crecimiento de la economía nacional del país, lo que conducirá al mejoramiento del nivel de vida de la población.

Los proyectos de infraestructura aeroportuaria son de gran importancia para una región y su país esto si la técnica lo permite, dichos proyectos deberán ser sometidos a un análisis detallado de sus costos y beneficios para la nación. Este análisis en ocasiones requerirá la solución de problemas difíciles, como es el caso de poder determinar las consecuencias físicas del proyecto aeroportuario y el modo de valorarlas en términos de los objetivos de desarrollo del país.

Un problema que es muy común en estos casos es cuando se desea expresar todos los costos y beneficios en términos monetarios, con el fin de hacer congruente la comparación con las cifras obtenidas mediante la evaluación financiera. En otras ocasiones se presentan algunos elementos que por su género, no resulto lógica o posible su transformación a unidades monetarias, por esta

razón la evaluación de estos conceptos, deben realizarse desde un punto de vista cualitativo y no cuantitativo; por ejemplo, esta la repercusión inflacionaria que se presentará en la región a consecuencia de los gastos que realizarán por el personal que laborará en forma eventual durante la construcción de la obra.

Para la evaluación de los efectos que el proyecto aeroportuario estará generando en la región del emplazamiento del aeropuerto, será necesario establecer una cuenta a la que se le denominará "Producto Interno Bruto Regional" (PIB). Donde en ella se contabilizarán como conceptos positivos o beneficios todas las inversiones realizadas, más los salarios percibidos por el personal directo de la obra, así como los indirectos de dicha obra, y los conceptos negativos o costos que serán las importaciones de materiales que de otras regiones se realicen a consecuencia del proyecto.

Los costos y beneficios contabilizados en la cuenta denominada "Producto Interno Bruto Regional", se dividen de la siguiente manera:

DIRECTOS. Son todos aquellos que obtienen o realizan las distintas organizaciones que participan tanto en la construcción como en la administración del proyecto aeroportuario.

INDIRECTOS. Son aquellos que se generan como consecuencia de los directos dentro de una cadena continua de nuevas ofertas y demandas de servicios y necesidades.

En conclusión, del análisis de la evaluación económica se observa que no es posible expresar la factibilidad de un proyecto aeroportuario a través de un resultado único; por el contrario, es necesario suministrar a cada alternativa en estudio, un determinado número de indicadores de factibilidad con el propósito de estimar los efectos de la realización de cada alternativa sobre la actividad de los participantes interesados en el proyecto a ejecutar. Estos indicadores son de naturaleza e importancia variadas, según el efecto particular que abarquen y desde el punto de vista desde donde se observan. A continuación se especifican los diferentes tipos de indicadores para este caso:

INDICADORES CUANTITATIVOS.- Son los efectos susceptibles de ser estimados con precisión.

DE INDOLE FINANCIERA.- Relativos al funcionamiento del propio proyecto.

DE INDOLE SOCIO-ECONOMICA.- Expresan el punto de vista de la colectividad regional y de los usuarios del proyecto.

INDICADORES CUALITATIVOS.- Son llamados así, debido a que no pueden ser cuantitativos.

Posibles transferencias de actividad (punto de vista de los transportistas aéreos y terrestres) o de gastos (punto de vista de los usuarios).

Participación del proyecto aeroportuario en el logro de los objetivos de la planificación regional y nacional.

La evaluación del proyecto de infraestructura aeroportuaria de un aeropuerto culminará con la determinación de estos indicadores, con los cuales las autoridades encargadas de tomar las decisiones, en función de las prioridades y opciones presupuestarias que la incumbe definir, en el marco de la política general de desarrollo, ya sea para elegir de entre varias alternativas posibles respecto a un proyecto aeroportuario determinado, o bien para seleccionar los proyectos aeroportuarios por financiar en forma prioritaria.

FINANCIERO

La evaluación financiera se define, como el estudio del comportamiento de un proyecto desde el punto de vista de autosatisfacción de sus necesidades, o sea, es el estudio de todos los ingresos y egresos, asociados a cada proyecto aeroportuario alternativo en que se incurriría si se realizará cada uno de ellos con objeto de juzgar sus repercusiones monetarias.

El objetivo del estudio financiero del proyecto es el de integrar un estado contable específico, determinando todos los ingresos y egresos del organismo que lo administrará.

En si, la síntesis de todo el proyecto de infraestructura aeroportuaria en lo que respecta a su aspecto contable, cuyo resultado aportará los indicadores de factibilidad, los cuales, servirán de base para ubicar a los proyectos aeroportuarios en orden de importancia con respecto a parámetros generales previamente establecidos.

El objetivo de este tipo de estudio es el de analizar el flujo de ingresos y egresos, cuyo requisito, es base para lograr una evaluación completa, identificando con claridad todos los elementos participantes en dicho flujo (toda fuente de ingresos, costos de inversión, costos de operación y desmantelamiento al final de la vida útil), y seleccionar los parámetros de control, que servirán de base para la aceptación o rechazo de un proyecto en específico.

El proceso de la evaluación financiera está dividido en las siguientes etapas:

Planteamiento de suficientes alternativas comparables entre sí.

Determinación del flujo de ingresos asociado a cada alternativa durante toda la vida útil.

Selección de uno o más criterios de decisión, que permitan elegir entre dos o más flujos de efectivo, el mejor.

Durante la ejecución del proyecto aeroportuario, es necesario que se vayan realizando evaluaciones en forma parcial, esto es a consecuencia de que los organismos que autorizan los fondos para su desarrollo, exigen conocer el nivel de utilidad o rentabilidad específica del proyecto. La figura 8.1 muestra el análisis, financiero para un proyecto aeroportuario.

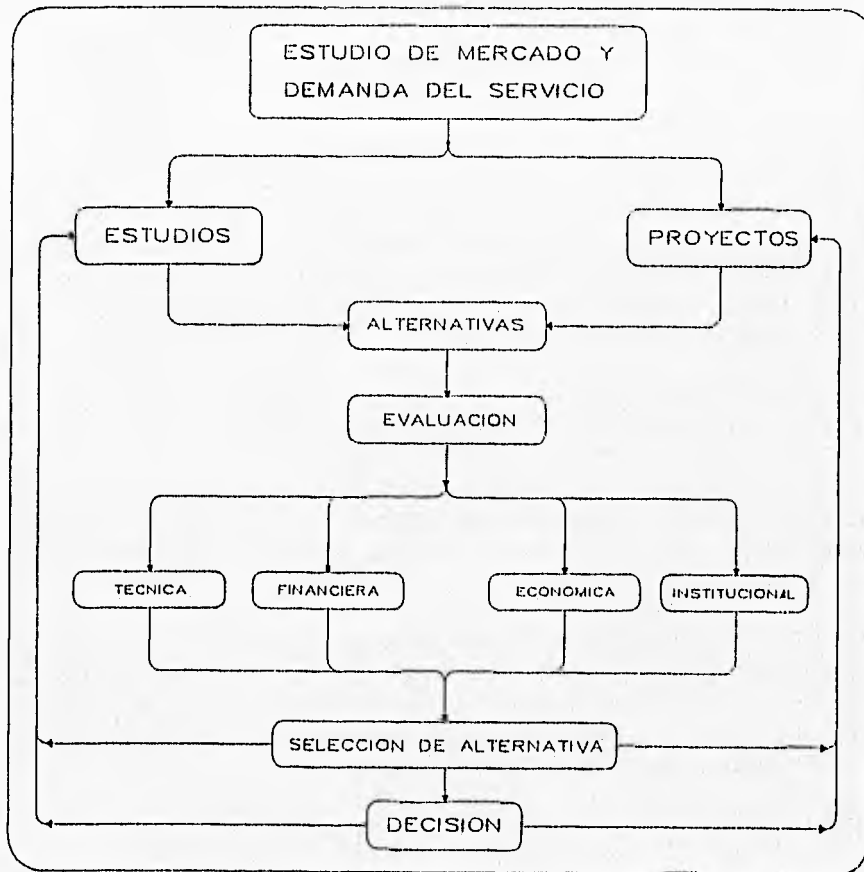


figura 8.1 Etapas de análisis de un proyecto aeroportuario

CONCLUSIONES

Esta investigación, se presenta como un manual de consulta, el cual puede ser ampliado en la actualidad y en un futuro próximo, por todas aquellas personas relacionadas con la planeación y diseño de aeropuertos, ya que al reunir toda esta serie de criterios, normas y recomendaciones, requeridos por la O.A.C.I., (Organización de Aviación Civil Internacional) y por las autoridades de Aeronáutica de México, al momento de planificar o diseñar un aeropuerto, guía y facilita el proceso del desarrollo de cualquier proyecto relacionado con emplazamientos aeroportuarios al mismo tiempo menciona todos y cada uno de los elementos integrantes, así como, los requisitos mínimos necesarios para cada elemento.

Para cumplir con el objetivo de esta investigación y este documento vaya desarrollando con información veraz y actual, al momento de diseñar o planear un aeropuerto seguramente surgirán nuevas necesidades o requerimientos, debido al avance tecnológico. Estos continuos cambios, obligaran a consultar constantemente las publicaciones emitidas por la OACI, y las autoridades de Aeronáutica de nuestro país, realizar observaciones constantes en las actividades de la aviación, tomar en cuenta los pros y contras de los emplazamientos existentes, y en base a las características particulares de cada uno, ir enriqueciendo este manual con el fin de contar con la información exacta para cada necesidad. De igual manera se recomienda la promoción de cursos relacionados con el Diseño y planeación de aeropuertos, asistencias a seminarios tanto nacionales como internacionales, lo cual nos permitirá tener una mayor visión de lo que se maneja en otros países y realizar nuevas aportaciones, todo esto con la finalidad de, lograr un diseño óptimo y funcional, que genere divisas a nuestro país.

REFERENCIAS

Organización de Aviación Civil Internacional, (OACI),
NORMAS Y METODOS RECOMENDADOS INTERNACIONALES,
Aerodromos Anexo 14, Al Convenio Sobre La Aviación Civil Internacional,
Séptima Edición, junio de 1976.

N. Ashford y P.H. Wright
AEROPUERTOS, INGENIERIA, TRANSPORTE, AVIONES, INFLUENCIA, TRAFICO,
ACCESO, HELICOPTEROS, TERMINALES, MERCANCIA,
Parainfo, S.A., 1987, Madrid.

U.S. Department of Transportation, Federal Aviation Administration,
THE APRON & TERMINAL BUILDING, PLANNING MANUAL,
Systems Research & Development Service. Washington, D.C. 20590, July 1975.

Secretaría de Comunicaciones y Transportes (SCT), Subsecretaría de Infraestructura, Dirección
General de Aeropuertos,
Universidad Nacional Autónoma de México, Facultad de Ingeniería, División de Educación
Continúa,
INGENIERIA DE AEROPUERTOS. MODULO: PLANIFICACION,
México, D.F. 1991.

Secretaría de Comunicaciones y Transportes (SCT), Subsecretaría de Infraestructura, Dirección
General de Aeropuertos,
Universidad Nacional Autónoma de México, Facultad de Ingeniería, División de Educación
Continúa,
INGENIERIA DE AEROPUERTOS. MODULO: PROYECTO,
México, D.F. 1991.

Secretaría de Comunicaciones y Transportes (SCT), Subsecretaría de Infraestructura, Dirección
General de Aeropuertos, SCT,
PROGRAMAS ARQUITECTONICOS DE EDIFICIOS TERMINALES, UNA METODOLOGIA,
México, 1988.

Ing. Fernando Rodarte Lazo,
CONSERVACION DE AEROPUERTOS, SISTEMA AERONAUTICO TERRESTRE,
Secretaría de Comunicaciones y Transportes (SCT), Subsecretaría de Infraestructura, Dirección
General de Aeropuertos, SCT, México 1986.

Aeropuertos y Servicios Auxiliares (ASA)
PLAN MAESTRO DEL AEROPUERTO INTERNACIONAL DE LA CIUDAD DE MEXICO
México, septiembre, 1982.

Ashford, Normand & Wright, Paul H.,
AIRPORT ENGINEERING,
United States of America, John Wiley & Sons, Inc., 1984.

Ashford, Normand, Statonn, Martin & Moore, Clifton.
AIRPORT OPERATIONS
United States of America, John Wiley & Sons, Inc., 1984.

Aeropuertos y Servicios Auxiliares
Grober Consultores, S.A. de C.V.
PLAN MAESTRO DEL AEROPUERTO INTERNACIONAL DE PUERTO VALLARTA, JAL.
México, D.F., 1991.

Aeropuertos y Servicios Auxiliares
Grober Consultores, S.A. de C.V.
PLAN MAESTRO DEL AEROPUERTO INTERNACIONAL DE MAZATLAN, SIN.
México, D.F., 1992.

Aeropuertos y Servicios Auxiliares
Subdirección de Construcción y Conservación
Grober Consultores, S. A. de C.V.
ESQUEMAS DEL PRONTUARIO TECNICO PARA EL PROYECTO DE AEROPUERTOS
México, D.F., 1993.

División de Educación Continua de la Facultad de Ingeniería
Universidad Nacional Autónoma de México
Arq. Roberto Ortiz González
APUNTES Y EXPERIENCIA OBTENIDOS PARA LA IMPARTICIÓN DE CURSOS
DE INGENIERIA DE AEROPUERTOS
Módulo Planeación y Proyectos
México, D.F., 1995

INDICE ALFABETICO

A

AERONAVES, DIMENSIONAMIENTO
AERONAVES, CLASIFICACION
AERONAUTICA, ZONA
AEROPUERTO
AEROPUERTO, CARACTERISTICAS FISICAS
AEROPUERTO, CONSTRUCCION
AEROPUERTO, DESARROLLO
AEROPUERTO, MANTENIMIENTO
ANALISIS DE FACTIBILIDAD
ANALISIS FINANCIERO Y ECONOMICO
APROXIMACION
APROXIMACION VISUAL
AYUDAS A LA NAVEGACION
AYUDAS VISUALES

C

CALLE DE RODAJE
CALLES DE RODAJE
CAPACIDAD ACTUAL
CIRCULACIONES, DISEÑO ESTRUCTURAL
CLASIFICACION DE AERONAVES
CONCENTRACIONES HORARIAS
CONCEPTO ARQUITECTONICO
CONFIGURACION
CONSTRUCCION DEL AEROPUERTO
COSTOS
CRITERIOS DE DISEÑO
CUERPO DE RESCATE Y EXTINCION DE INCENDIOS

D

DEMANDA ACTUAL
DEMANDA-CAPACIDAD
DEMANDA FUTURA
DESARROLLO DEL AEROPUERTO
DESARROLLO MAXIMO
DESARROLLO POR ETAPAS
DESARROLLO, PLAN
DESCENTRALIZADO, FLUJO

INDICE ALFABETICO

DIMENSIONAMIENTO DE AERONAVES
DISEÑO ESTRUCTURAL PARA CIRCULACIONES Y ESTACIONAMIENTO

E

EDIFICIO
ELEMENTOS, MAGNITUD
ESPACIO AEREO
ESTACIONAMIENTO
ESTACIONAMIENTO DE EMPLEADOS
ESTACIONAMIENTO HORIZONTAL
ESTACIONAMIENTO OFICIAL
ESTACIONAMIENTO VERTICAL
ESTACIONAMIENTO, DISEÑO ESTRUCTURAL
ESTACIONAMIENTO, RENTA DE AUTOS
ESTACIONAMIENTO, TRANSPORTACION
ESTRATEGIAS GENERALES
ESTRUCTURA ADMINISTRATIVA
ESTRUCTURA CENTRALIZADA
ESTRUCTURA CONDICIONAL
ESTRUCTURA GENERALIZADA
ETAPAS, DESARROLLO
EVALUACION ECONOMICA
EVALUACION FINANCIERA
EVALUACION INSTITUCIONAL
EVALUACION TECNICA

F

FACTIBILIDAD, ANALISIS
FLUJO CENTRALIZADO
FLUJO LLEGADA
FLUJO SALIDA
FLUJO DESCENTRALIZADO
FLUJO HORIZONTAL

INDICE ALFABETICO

G

GIROS, RADIOS

H

HORIZONTAL, FLUJO

I

INFRAESTRUCTURA AEROPORTUARIA
INSTALACION, ELEMENTOS
INSTALACIONES EXISTENTES
INSTRUMENTOS, OPERACION
INVERSION

L

LINEAL, ZONA TERMINAL

M

MAGNITUD DE LOS ELEMENTOS
MANTENIMIENTO DEL AEROPUERTO

INDICE ALFABETICO

METEOROLOGIA, CONDICIONES GENERALES
MUELLE, ZONA TERMINAL

N

NAVEGACION, AYUDAS
NORMAS MINIMAS
NORMAS PARA EL DESARROLLO DE LA ZONA AERONAUTICA

O

OBRA, PROGRAMA Y VOLUMENES
OBSTACULOS, SUPERFICIES LIMITADORAS
OFERTA DE INFRAESTRUCTURA AEROPORTUARIA
OFICINAS DE APOYO A LA OPERACION
OPERACION DE CORTO ALCANCE
OPERACION DE LARGO ALCANCE
OPERACION DE MEDIANO ALCANCE
OPERACION LIGERA
OPERACION POR INSTRUMENTOS
OPERACION REGIONAL
OPERACION VISUAL
OPERACION, OFICINAS
OPERACION, SERVICIOS DE APOYO

P

PAVIMENTOS
PISTAS
PISTAS DIAGONALES
PISTAS PARALELAS
PLAN DE DESARROLLO

INDICE ALFABETICO

PLATAFORMA
PLATAFORMA, ZONA DE SERVICIOS
PREDICCIONES DE LA DEMANDA
PROGRAMA DE OBRA

R

RADIOS DE GIRO
RED AEROPORTUARIA
RENTA DE AUTOS, ESTACIONAMIENTO
RÓDAJE
RADAJES, CALLES
ROSA DE VIENTOS CRUZADOS
ROSA DE VIENTOS DIRECTOS
RUTAS

R

SATELITE, ZONA TERMINAL
SEÑALAMIENTO HORIZONTAL
SEÑALAMIENTO VERTICAL
SEÑALAMIENTOS
SERVICIOS DE APOYO A LA OPERACION
SUPERFICIES LIMITADORAS DE OBSTACULOS

P

TEMPERATURA
TORRE DE CONTROL
TRANSPORTACION, ESTACIONAMIENTO
TRANSPORTE, AEREO, PREDICCIONES DE LA DEMANDA

INDICE ALFABETICO

V

VEHICULAR, ZONA TERMINAL
VIALIDAD
VIENTOS CRUZADOS, ROSA
VIENTOS DIRECTOS, ROSA
VOLUMENES DE OBRA

Z

ZONA AERONAUTICA
ZONA AERONAUTICA, NORMAS PARA EL DESARROLLO
ZONA DE APOYO
ZONA DE COMBUSTIBLES
ZONA DE SERVICIOS
ZONA TERMINAL