

29
2ej.



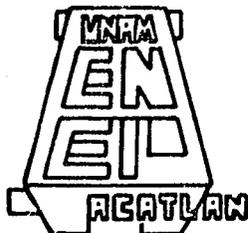
UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO

Escuela Nacional de Estudios Profesionales
"ACATLAN"



METODOLOGIA PARA LA EVALUACION
FINANCIERA DE UN AEROPUERTO.

T E S I S
QUE PARA OBTENER EL TITULO DE:
INGENIERO CIVIL
P R E S E N T A :
AMANDO VARILLER NAVA



Naucalpan Edo. de México

1986



Universidad Nacional
Autónoma de México



UNAM – Dirección General de Bibliotecas Tesis Digitales Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS © PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

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

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



UNIVERSIDAD NACIONAL
AVENIDA DE
MEXICO

ESCUELA NACIONAL DE ESTUDIOS PROFESIONALES ACATLAN
COORDINACION DEL PROGRAMA DE INGENIERIA

CI/117/1986.

SR. AMANDO VARILLER NAVA
Alumno de la carrera de Ingeniería
Civil.
P r e s e n t e.

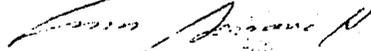
De acuerdo a su solicitud presentada con fecha 21 de octubre de 1985, me complace notificarle que esta Coordinación tuvo a bien asignarle el siguiente tema de tesis: "Metodología para la Evaluación Financiera de un Aeropuerto", el cual se desarrollará como sigue:

- Introducción.
- I.- Generalidades.
- II.- Estudio y Evaluación de la Demanda.
- III.- Ingresos Generados Debido a la Puesta en Operación del Aeropuerto.
- IV.- Egresos Generados por la Ejecución del Proyecto.
- V.- Análisis de Resultados.
- Conclusiones y Recomendaciones
- Anexos.
- Bibliografía.

Asimismo fue designado como Asesor de Tesis el señor --
Ing. Abel Angel López Martínez, profesor de esta Escuela.

Ruego a usted tomar nota que en cumplimiento de lo especificado en la Ley de Profesiones, deberá prestar servicio social durante un tiempo mínimo de seis meses como requisito básico para sustentar examen profesional, así como de la disposición de la Dirección General de Servicios Escolares en el sentido de que se imprima en lugar visible de los ejemplares de la tesis, el título del trabajo realizado. Esta comunicación deberá imprimirse en el interior de la tesis.

A t e n t a m e n t e,
"POR MI RAZA HABLARA EL ESPIRITU"
Acatlán, Edo. de México., 18 de julio de 1986.


ING. HERMENEGILDO ARCOS SERRANO
Coordinador del Programa de
Ingeniería.

I N D I C E

METODOLOGIA PARA LA EVALUACION FINANCIERA DE UN AEROPUERTO

INTRODUCCION

CAPITULO I. GENERALIDADES

- I.1 Características socio-económicas
- I.2 Características físicas
- I.3 Características técnicas
- I.4 Tipos de aeropuertos y sus características
- I.5 Clases de aeropuertos y sus características
- I.6 Beneficios que ocasiona la construcción de un aeropuerto

CAPITULO II. ESTUDIO Y EVALUACION DE LA DEMANDA

- II.1 Análisis estadístico del tránsito aéreo y su proyección
- II.2 Area de influencia y su definición
- II.3 Estudio de mercado
- II.4 Pronóstico de tránsito aéreo anual
- II.5 Análisis de operaciones y pasajeros horarios
- II.6 Rutas aéreas

CAPITULO III. INGRESOS GENERADOS DEBIDO A LA PUESTA EN OPERACION DEL AEROPUERTO

- III.1 Ingresos por servicios aeroportuarios
- III.2 Ingresos por servicios auxiliares
- III.3 Ingresos adicionales: DUA y venta de combustibles

CAPITULO IV. EGRESOS GENERADOS POR LA EJECUCION DEL PROYECTO

- IV.1 Egresos directos del proyecto
- IV.2 Egresos de operación del proyecto
- IV.3 Egresos adicionales

CAPITULO V. ANALISIS DE RESULTADOS

- V.1 Generación de empleos permanentes y eventuales
- V.2 Generación del PIB regional
- V.3 Evaluación de la tasa interna de retorno

CONCLUSIONES

ANEXOS

BIBLIOGRAFIA

INTRODUCCION:

OBJETIVO: Desarrollar una investigación, para conocer en términos generales, cual es la política a seguir tanto económica como financiera en la República Mexicana; que se toma en cuenta, para la ejecución de proyectos de infraestructura aeroportuaria específicamente.

Dado que en nuestro país no se cuenta aún con bibliografía especializada, que contemple y siga un orden en el que sin demasiado esfuerzo se pueda desarrollar la evaluación económica y financiera de proyectos que representan un alto costo de recursos naturales, humanos, materiales y financieros; por lo que decidí elaborar una guía en la que indique cuales son los principales parámetros, factores e indicadores que se deberán tomar en cuenta, para que con pleno conocimiento, se decida la elaboración y ejecución de estudios, anteproyectos y proyectos definitivos.

Se debe reconocer que con la información anterior no se está en condiciones de llevar a cabo una óptima elección, pero sí una de entre las mejores que se tienen en una gran variedad de alternativas.

Debido a que mi trabajo tiene relación con la mayor parte de los aspectos que conforman un análisis financiero, concluí en desarrollar este trabajo como tema de tesis, consiguiéndolo al recabar la información y darle un orden que satisfaga el objetivo inicialmente planteado.

El presente trabajo, es el resultado de una investigación realizada en la Dirección General de Aeropuertos; recopilando datos de manuscritos, manuales y apuntes con los que cuenta el personal de esta Dependencia, para la elaboración de sus estudios y proyectos de infraestructura aeroportuaria. La metodología desarrollada se condiciona a la Red Aeroportuaria Nacional, así, los resultados satisfacen los requerimientos y los recursos con que se cuenta; el orden que se sigue en el planteamiento del método es tal que, tanto la información como la base de datos que se tienen, sirven para desarrollar las siguientes etapas, ya que están interrelacionadas en

todo el desarrollo de la evaluación financiera.

En el primer capítulo "Generalidades", se hace mención de manera general de las características socio-económicas, físicas y técnicas que se deben tomar en cuenta para analizar la elaboración de un proyecto aeroportuario, para que cumpla con las especificaciones técnicas, financieras y sociales, que rigen a nivel nacional e internacional respectivamente.

Se describe también, los tipos de aeropuertos y sus principales características; las clases de aeropuertos y sus características y los beneficios y los problemas que ocasiona la construcción de un aeropuerto; en -- si, el capítulo consta de seis subtemas.

El capítulo II "Estudios y evaluación de la demanda", está integrado por seis subtemas en donde se desarrolla cada uno de ellos, ya que es la base para estimar las capacidades de las instalaciones y con ellos, proporcionar las áreas que cumplan satisfactoriamente su función con el mínimo de riesgo para el equipo de operación y de manera especial para los usuarios; es por éso que la inversión de infraestructura aeroportuaria es de las más elevadas.

En el primer subtema, se observa qué es un pasajero y su comportamiento estadístico, pasajeros y operaciones, de aviación comercial, de aviación general y se analiza su comportamiento en el tiempo, así como algunos métodos analíticos de cómo proyectar el crecimiento de la demanda de tránsito aéreo, comparar uno con otros y la relación que tiene con los demás temas.

El segundo subtema, determina el área de influencia y su definición, en función de la demanda de pasajeros, el tipo y la capacidad del avión a -- utilizar para el análisis y proporcionar un servicio eficiente al mediano plazo, ya que el cambio constante del equipo de vuelo, en caso de no ser

bien seleccionado, redundando en contra de los ingresos del operador del -- aeropuerto y de las líneas aéreas que deberán utilizar el equipo adecuadamente y en el tiempo establecido por autoridades aeronáuticas y los fabricantes del equipo de vuelo.

En el tercer subtema, se ve el procedimiento de análisis para las posibilidades que se tienen de explotar una ruta aérea (estudios de mercado) ya que está en función de la demanda del servicio; en algunos casos no necesariamente se debe atender la necesidad de los pasajeros, sino que debe - existir la alternativa de comunicar algunas zonas con valiosos recursos - naturales y el único medio con que se cuenta para tal fin es el aéreo, -- como es el caso de la Sierra de Tepic, Nay., zona de difícil acceso por - tierra, debido a su configuración topográfica, por lo que es más factible un medio de comunicación aérea que terrestre.

En los tres subtemas siguientes se desarrolla el procesamiento de la de-- manda (pronóstico) anual, en hora crítica y rutas aéreas convenientes.

En el capítulo III se analiza la integración de los "Ingresos generados - por la puesta en operación de un aeropuerto".

El primer subtema de éste capítulo, se contabilizan cuotas por concepto - de servicios aeroportuarios, entendiéndose éstos como los servicios neces- sarios para un buen aterrizaje o despegue, señales de tránsito aéreo, permanencia en plataforma, remolque, carga y descarga.

El segundo subtema, trata de los ingresos sobre los servicios auxiliares, proporcionados en el aeropuerto a pasajeros y a las propias aeronaves, -- dentro de los servicios se tiene: agua potable, pasillo telescópico, venta y suministro de combustibles, revisión de equipaje, aguas negras, bandas transportadores de equipaje, etc.

En el tercer subtema, se contabilizan ingresos por servicios proporcionados a pasajeros y aviones; algunos de éstos los recauda directamente la - Secretaría de Hacienda y Crédito Público, como es el caso del D.U.A. (Derecho y Uso del Aeropuerto). Las cuotas que por cada servicio cobran las Dependencias Oficiales encargadas de operar, administrar y conservar las instalaciones en buen estado, son publicadas en el Diario Oficial cada -- vez que éstas sufren alguna variación en sus tarifas.

El capítulo IV "Egresos generados por la ejecución del proyecto", contabiliza las erogaciones realizadas por la construcción del aeropuerto, operación del mismo, mantenimiento y ampliaciones de las instalaciones en sus distintas etapas.

En el primer subtema, de este capítulo se describe la forma de cuantificar de manera sencilla, cantidades de obras, costos de concursos o llamados también costos índices, aplicados por zona.

En el segundo subtema, se analizan los egresos por concepto de operación del aeropuerto, este rubro está íntimamente relacionado con la demanda, - atención de pasajeros y la venta directa de combustible en el aeropuerto.

El capítulo V "Análisis de resultados", es un resumen de los tres últimos capítulos, de acuerdo a los resultados obtenidos.

Dentro de este capítulo en el primer subtema, se procede a evaluar la tasa interna de retorno de manera simple, comparando egresos contra ingresos; buscando una tasa en la que el balance o los recursos netos del proyecto sean igual a cero, ya que en este caso particular, como se trata de proyectos financieros por el sector público, el objetivo es proporcionar un servicio de beneficio social y de ser posible, cuidar que el proyecto, de un panorama de recuperación de la inversión, quedando en segundo plano el lucro por la prestación del servicio.

En el segundo subtema, se estimará el número de empleos generados por la ejecución del proyecto, los empleos necesarios para la administración del aeropuerto, la operación del mismo, los empleos para los comercios creados en el lugar, y los empleos de líneas aéreas que en conjunto da un total de empleos eventuales y permanentes.

En el tercer subtema, se presenta una tabla resumen de los ingresos por pago de los empleos y las inversiones generadas por la ejecución del proyecto, llamado en este caso el Producto Interno Bruto Regional (PIBR).

En "Anexos", se presentan planos, tablas y gráficas, así como información adicional que se considera necesaria para consulta e interpretación de algunos conceptos.

Como "Conclusiones", se darán las recomendaciones y los parámetros que sirven para valorar los resultados y los lineamientos a seguir para la toma de decisión final, que redundará en el éxito del proyecto a ejecutar.

I. GENERALIDADES .

I.1 CARACTERISTICAS SOCIOECONOMICAS

Desde el punto de vista SOCIOECONOMICO, la construcción de un aeropuerto está en función de la demanda del servicio; siendo en primer lugar eficiente y seguro, por lo que es necesario hacer una evaluación de los recursos existentes en la zona y la relación que tiene con las demás entidades y ciudades más importantes con las que tiene vínculos socio-económicos.

Las condiciones que justifican la prestación de este servicio (transporte aéreo), son las siguientes:

- Que la zona tenga una perspectiva de desarrollo comercial, turístico o industrial.
- Que la región cuente con recursos naturales suficientes y atractivos para el desarrollo de la demanda, desde el punto de vista turístico y comercial.
- Por último, es cuando la zona se encuentra aislada o muy alejada de los principales centros de población y requiere de un servicio de transporte que permita acortar los tiempos de recorrido para mejorar la calidad del transporte y acelerar las transacciones comerciales, haciendo además el viaje más confortable y seguro.

Una vez que se tiene definida la causa que justifica la ejecución del proyecto, los beneficios empiezan a manifestarse, elevando la calidad de vida de las personas y con ello, de la región en general, ya que la inversión del proyecto estimula la actividad de otros servicios, tales como transporte terrestre, hospedaje, alimentación y comercio en general, que vienen a complementar el desarrollo socioeconómico regional y nacional.

I.2 CARACTERISTICAS FISICAS

En la construcción de los aeropuertos implica la responsabilidad para determinar tanto la creación como la ampliación de los mismos, por lo que es necesario contar con un método que permita sobre todo comparar, ya sea varios sitios y alternativas, o bien criterios entre si, de modo que definan prioridades en función de las características físicas, para que cada sitio considerado en el estudio, se deba definir por sus datos cualitativos o cuantitativos, según sea el caso, para estudiar las ventajas y desventajas del proyecto.

Sin exceder los límites del nivel de análisis, que conviene a un estudio preliminar de factibilidad, se trabaja esencialmente con: los datos que condicionan la existencia misma de un aeropuerto, en el sitio proyectado, los cuales constituyen criterios imperativos de la factibilidad y los datos que contribuyen en forma importante en los costos de construcción.

Estas características se refieren a los datos físicos del sitio, que se clasifican del modo siguiente:

METEOROLOGICOS

- Se debe conocer el régimen de los vientos, que condiciona la orientación de las pistas y el coeficiente de utilización (cabecera de pista más utilizada) de las mismas.
- Tomar en cuenta las condiciones de visibilidad, ya que influirá en la buena operación del equipo e instalación de ayudas a la navegación.
- Por otra parte la pluviometría servirá para dimensionar el sistema de drenaje y con ello prevenir la inundación de las instalaciones, que tanto las afecta.

TOPOGRAFIA

En estos casos, la topografía condiciona la implantación del aeropuerto y principalmente, la orientación de las pistas; también es un concepto representativo de los procedimientos de aproximación y de salida; así como el respeto de las superficies de protección; asimismo influye en el volumen de las obras de infraestructura y por consiguiente sobre su duración y costo.

Desde el punto de vista geológico y geotécnico, condiciona la resistencia del suelo a los esfuerzos mecánicos y por tanto, el dimensionamiento de las obras, sobre todo pistas, calles de rodaje, plataformas y su costo. Constituye una condición imperativa del funcionamiento satisfactorio de un aeropuerto, el hecho de su adecuada inserción en el medio. Para poder estudiarla, es necesario recopilar cierto número de datos, información y documentos, principalmente respecto a: El estudio del espacio aéreo y la circulación aérea, en el cual se debe conocer, además de los planos topográficos ya citados, la posición y altura de los obstáculos físicos y artificiales, que puedan existir en las cercanías del aeropuerto (por ejemplo construcciones); naturaleza e implantación de obstáculos radioeléctricos que podrían entorpecer las comunicaciones aeronáuticas; y el estudio de zonas de ruido, en el que es necesario recopilar datos indispensables relativos a la localización actual y previsible de poblaciones y su densidad.

I.3 CARACTERISTICAS TECNICAS

En primer lugar, la pregunta es ¿qué es un proyecto?. Dentro de las categorías programáticas consideradas para la preparación de los presupuestos por programas, se considera el proyecto como "Un conjunto de obras realizadas dentro de un programa o subprograma de inversión, ejecutados para la formación de bienes de capital, constituido por la unidad productiva capaz de funcionar en forma independiente, como puede ser una escuela, una carretera o un aeropuerto". Para los objetivos del presente trabajo, se puede considerar al proyecto, como el "establecimiento de una nueva --

empresa, con la introducción, como algo nuevo, de una mezcla existente de productos y/o servicios". Por lo tanto, los proyectos pueden abarcar una gama muy amplia de acciones, desde la inclusión de una sola pieza de maquinaria, hasta la instalación de un sistema de servicios, como lo es el proyecto de un aeropuerto.

En esta etapa, los supervisores de la entidad responsable del proyecto deben verificar el cumplimiento de las especificaciones de operación y de producción contratadas con los proveedores y los constructores. Antes de iniciar las operaciones del proyecto, para lo cual se requiere revisar y probar las instalaciones y los equipos, entrenar al personal que se encargará de la operación y coordinar el abastecimiento de los insumos para las primeras corridas o jornadas de producción.

Dentro de las características técnicas, un proyecto aeroportuario debe contar con las siguientes instalaciones:

- Pistas
- Calles de rodaje
- Zonas libres de operaciones
- Edificios terminales
- Estacionamiento para vehículos
- Vialidad externa e interna
- Torre de control
- Cuerpo de Rescate y Extinción de Incendios
- Areas concesionables
- Zona de hangares
- Bodegas para carga
- Señalamiento con pintura y luminoso
- Ayudas visuales
- Almacenamiento de aguas y combustibles
- Talleres y plantas generadoras de electricidad
- Cercado perimetral
- Drenaje y
- Obras complementarias

Las instalaciones antes mencionadas deben cumplir con las especificaciones establecidas por las autoridades competentes y organismos encargados de vigilar que se cumpla con los requisitos mínimos aplicables, para garantizar la seguridad y eficiencia que debe cumplir cada elemento que integra el sistema aeroportuario. Se anexa plano general de un aeropuerto integrado por la mayor parte de las áreas que componen un aeropuerto completo. (consultar anexo plano No. 1).

I.4 TIPOS DE AEROPUERTOS Y SUS CARACTERISTICAS

La República Mexicana, por su configuración orográfica, cuenta con una gran gama de zonas distintas unas de otras, por las condiciones físicas que se manifiestan en cada lugar. Entre las más relevantes tenemos zonas montañosas, valles, selvas, desiertos, litorales, fronteras, etc. Por lo que se ha clasificado a cada aeropuerto, de acuerdo a la zona en donde se encuentra enclavado, en cuatro tipos: El tipo uno, corresponde a los aeropuertos turísticos. Por lo general se encuentra cerca o en los litorales, debido a que en estos lugares se cuenta con una gran variedad de recursos naturales, para la afluencia turística; aunque existen, en algunas zonas diferentes de los litorales, aeropuertos de este tipo, como es el caso del estado de Chiapas, Oaxaca y otros.

Los aeropuertos del tipo dos, son aquellos que se denominan comerciales, quedando dentro de este tipo, algunos de los que integran la Red Aeroportuaria Nacional. Se pueden identificar por el gran desarrollo industrial provocado en la zona por la explotación de los diversos recursos naturales, sin descartar el gran movimiento o intercambio comercial de una zona con otras, por el crecimiento de su población, como es el caso de México, Monterrey, Guadalajara y otros.

Los aeropuertos del tipo tres, son los llamados fronterizos, que en nuestro país los encontramos al norte colindando con los Estados Unidos y al sureste con Guatemala y Belice. Estos aeropuertos son el punto de enlace de un país y otro, con los que se genera un intercambio comercial a nivel internacional.

Por último, tenemos los aeropuertos del tipo cuatro, son los llamados --- regionales, éstos se pueden identificar por su movimiento a cortas distancias, por lo general en un radio de 100 millas náuticas, por especificación, y su operación en el espacio aéreo inferior. Se anexa mapa de la red aeroportuaria con la ubicación de algunos aeropuertos existentes y su correspondiente identificación. (consultar en anexos plano No. 2).

I.5 CLASES DE AEROPUERTOS Y SUS CARACTERISTICAS

En nuestro país, por la complejidad con que se manifiesta la demanda del servicio aéreo, es difícil clasificar correctamente un aeropuerto; aunque dentro de esta relación, solo contamos con dos: nacionales e internacionales.

Un aeropuerto nacional, es aquel que proporciona servicio a cualquier parte del país, pero sin tener una sola operación al extranjero, aún cuando sea utilizado por pasajeros internacionales como es el caso México-Morelia, etc. (Morelia es un aeropuerto nacional).

El aeropuerto internacional, es aquel que tiene operaciones o vuelos de un país a otro, como es el caso los Angeles-México, además de operaciones dentro del mismo país, dando como resultado que este último sea de una mayor capacidad y complejidad al mismo tiempo.

I.6 BENEFICIOS Y PROBLEMAS QUE OCASIONA LA CONSTRUCCION DE UN AEROPUERTO

Durante la preparación de un proyecto, implícitamente, se va realizando una evaluación del mismo. Sin embargo, se requiere determinar el nivel de utilidad o rentabilidad de los proyectos considerándose esta utilidad, en un sentido amplio, ya que también en los proyectos públicos, se requiere cuantificar los beneficios que traerá su realización.

Los beneficios que aporta el funcionamiento de un aeropuerto son varios, por ejemplo: la generación de empleos, mayor comercialización de la zona, comunicación rápida, etc.

Los problemas que se presentan son varios, pueden ser: la contaminación ambiental, riesgos cuando se desarrollan zonas urbanas cerca del aeropuerto, inflación por la ejecución del proyecto, etc. Como se puede observar, con la construcción de un aeropuerto, son más los beneficios que los problemas que surgen con la realización del mismo, por lo que en los últimos diez años, se han construido un gran número de ellos, contando en la actualidad con más de 53 aeropuertos funcionando, a cargo de la federación, unos 10 en proceso de construcción y otros en etapas de ampliación y modernización.

II. ESTUDIO Y EVALUACION DE LA DEMANDA

La finalidad del estudio, resulta igual que la planeación de cualquier otro tipo de obras o servicios. Se refiere, esencialmente, fijar metas para permitir su desarrollo ordenado, de acuerdo a las tendencias de la demanda y posteriormente, tomando en cuenta tales propósitos, poder controlar el crecimiento en una forma prevista, hasta donde sea posible, según sea el desarrollo de la demanda. Por lo que es necesario, que las personas encargadas de efectuar estos estudios, tengan conocimientos especiales sobre su rama específica, a fin de que puedan establecer criterios de desarrollo adecuados.

II.1 ANALISIS ESTADISTICO DEL TRANSITO AEREO Y SU PROYECCION

Un proceso común, es analizar los antecedentes de demanda; normalmente, los mejores son los datos estadísticos.

En el caso de los Aeropuertos, estas estadísticas se refieren a pasajeros movidos, operaciones anuales (número de aterrizajes y despegues), carga movida en toneladas y algunos otros datos adicionales.

El estudio de estas características, debe incluir el establecimiento de las tasas de crecimiento anual, así como otras relaciones que posteriormente se mencionan con detalle. Una vez analizados los datos, se establecen proyecciones al futuro, con base al comportamiento definido por las estadísticas. Es necesario tomar en cuenta cierta información adicional, para determinar si se puede continuar utilizando los mismos incrementos, o deben ser modificados.

Algunos de los factores que pueden modificar las tendencias son: el desarrollo económico de la región, a la cual sirve el Aeropuerto; el crecimiento demográfico, etc. En el caso de Aeropuertos, las tendencias del movimiento aeronáutico del país y las mundiales, sirven como punto de comparación, además serán afectados en muchos casos por el desarrollo turístico.

El número de pasajeros anuales que se mueven en un Aeropuerto, es la base de partida para las proyecciones, por ser el factor que permite ser previsto al futuro con más facilidad y acercarse más a la realidad, otros datos tales como las operaciones anuales, el movimiento de carga, etc., se ven sujetos a un mayor número de factores que los afectan, como los cambios del equipo de vuelo, desarrollos industriales que modifiquen el movimiento de carga y otros. Se puede decir que las estadísticas y su comportamiento, sirven para obtener lo que se llama "Parametros de Proyecto", y sus tendencias, cifras que permiten definir la magnitud de los diferentes elementos del proyecto, mediante concentraciones máximas frecuentes, tales como posiciones simultáneas de aviones estacionados en plataforma y su tipo, número máximo horario de pasajeros nacionales de salida y llegada, pasajeros internacionales, vehículos en estacionamiento, etc.

Al decir concentraciones máximas frecuentes, se quiere indicar que se trata de valores máximos horarios, que se presentan alrededor de 100 a 150 veces por año. Se descartan aquellos que son mayores y que se presentan con menor frecuencia y solamente producen congestionamientos controlables y admisibles en los aeropuertos.

Se requiere así mismo, la proyección de estos parámetros, de tal manera que se puedan definir la magnitud de cada elemento del aeropuerto en cualquier momento futuro y con ésto, fijar las etapas de desarrollo del conjunto de elementos que forman el aeropuerto.

Este conjunto de elementos, una vez definida su magnitud y etapas de desarrollo, permitirá establecer un programa de inversiones por etapas, en función de la demanda, por ejemplo debe preverse, el espacio suficiente para dar cabida al número de pistas requeridas al presente, o bien adicionales futuros, y tomar en cuenta además las prolongaciones que pueden necesitar por el advenimiento de nuevos aviones. Debe preverse asimismo, el lugar para la construcción de edificios además de las instalaciones de servicio público y zonas para crecimiento. Hay que considerar también, todos los elementos con los que debe contar un aeropuerto y ubicarlos en la mejor situación, de manera que constituyan un conjunto armónico y efi-

ciente para su funcionamiento.

A continuación se mencionan las causas más frecuentes que afectan un proceso de análisis estadístico:

- Existen casos en que no hay estadísticas. Esto ocurre, por ejemplo, -- cuando se trata de construir un aeropuerto nuevo, en donde no existía uno previamente.

En éstos casos, es necesario establecer el desarrollo que tendrá el aeropuerto, mediante el análisis de otros factores que dependen de las razones por las cuales se pretende la construcción. Habrá que estudiar tal vez el desarrollo de la zona por cuanto a su potencial industrial, agrícola, ganadero, etc., fijar demandas y sus tendencias, que a su vez permitirán posteriormente derivar los parámetros de proyecto y continuar con el proceso.

- Otros casos en los cuales las estadísticas no son representativas de lo que puede ocurrir en el futuro, son los siguientes: En algunas ciudades, el servicio aéreo se presenta en forma muy precaria e inconveniente, de manera que no fomenta la demanda de transporte aéreo, por lo que hay que hacer estudios especiales para definir cómo podría desarrollarse la demanda si se tuviera un buen servicio.

En todos aquellos casos en que no hay estadísticas o que no son válidas -- las existentes, las proyecciones tienen un mayor riesgo de quedar fuera de la realidad, aún en los casos en que existe una historia amplia, las proyecciones no dejan de ser en cierta forma más que un simple tanteo más o menos técnico, que siempre va a quedar fuera de la realidad, pero que -- será más aproximado a ésta, en la medida que los antecedentes sean más -- completos. De cualquier manera, es evidente que son los únicos datos que puedan obtener y que hay que basarse en ellos.

Por otro lado, la demanda del transporte aéreo, supone que se precisó previamente, la clientela, o sea, lo que se llama área de influencia del ---

aeropuerto. Esta área cubre el conjunto de las localidades cercanas al aeropuerto, cuyos habitantes tomarían el avión en el mismo lugar.

A esta población, se le aplica cierto número de modelos de previsión de tránsito, de los cuales el más importante, es el de la previsión del número anual de pasajeros nacionales comerciales y se basa en las relaciones telefónicas entre las localidades del área de influencia y el resto del país.

Este modelo fue diseñado por la Dirección General de Aeropuertos, para el estudio del Programa Aeroportuario Regional y se ha ido perfeccionando -- continuamente. Por supuesto, hay casos en que éste no puede ser aplicado, principalmente cuando no se dispone de datos telefónicos, por lo tanto, fue necesario puntualizar otros procedimientos más generales, basados en datos socio-económicos del área de influencia (población, hoteles, ingresos, etc.), por consiguiente, las previsiones de tránsito se basarán -- esencialmente en:

- Pasajeros anuales comerciales nacionales.
- Pasajeros anuales comerciales internacionales.
- Operaciones anuales comerciales nacionales.
- Operaciones anuales comerciales internacionales.
- Operaciones anuales de aviación general.

Para obtener los datos anteriores, se utilizan dos tipos de métodos, según se trate, ya sea de un aeropuerto importante (más de 300,000 pasajeros/año) o uno de menor importancia. En efecto, en el primer caso es posible, en general, utilizar coeficiente de hora crítica, los que tendrán validez si se trabaja con grandes cantidades. En el segundo caso, es necesario definir la hora crítica mediante un enfoque analítico de su composición (tercer nivel, pequeños aviones). Además se deberá tener en cuenta el hecho de que las previsiones son suficientemente detalladas (por ruta aérea) o por el contrario, globales; en este último caso, es imposible analizar en forma precisa la composición de la hora crítica.

II.2 AREA DE INFLUENCIA Y SU DEFINICION

Los usuarios de un aeropuerto se ubican, necesariamente, dentro de cierta zona geográfica situada alrededor de él.

Se llama área de influencia del aeropuerto, a la zona que abarca la mayor parte de dichos usuarios.

En algunos aeropuertos Mexicanos, se efectuaron análisis estadísticos del lugar de origen (residencia), o bien del lugar de destino de los pasajeros, los cuales revelaron que la distribución geográfica implica límites precisos cuando se expresan en tiempos de recorrido, generalmente en auto móvil, hasta (o desde) el aeropuerto. Dicho fenómeno, que confirma lo -- comprobado en otros países, queda claramente ilustrado por la curva acumu lada (promedio de 14 aeropuertos Mexicanos), que representa el tránsito - aéreo clasificado en función del tiempo de recorrido de los pasajeros, ob tenido mediante encuestas (ver figura No. 1 y 2), de ello se deduce que: el 95% del tránsito del aeropuerto proviene de la población situada a menos de 40 min. de recorrido.

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

Esto significa que la distancia al aeropuerto, no constituye ningún impe dimento para la utilización del transporte aéreo, hasta 40 min. de reco rrido (un viajero situado a 35 min. de recorrido utilizará el transporte aéreo tanto como otro situado a 10 min. solamente).

En la práctica, se da generalmente el caso en que el aeropuerto está cer ca de una ciudad importante y en que toda la población de la ciudad se en cuentra dentro de los límites de 40 min. de recorrido. La demanda com -- prendida dentro de sus límites, genera entonces cierto tránsito, el cual bastará con aumentar un 5% para considerar la clientela marginal más ale jada.

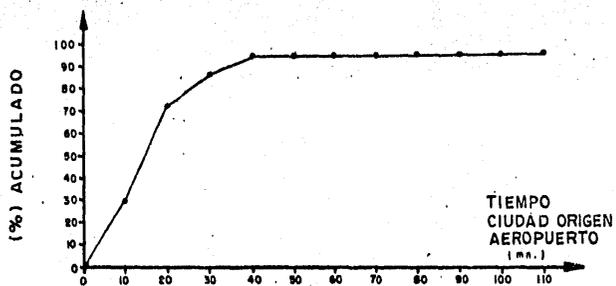


Fig 1. Flujo de usuarios en función del tiempo

Sin embargo, se observa que si un número excesivo de usuarios se encuentran situado entre 40 y 60 min. de recorrido al aeropuerto, se debe tener en cuenta su participación en el tránsito, para ello, su volúmen es afectado por un coeficiente reductor que se evaluó en 0.2 (o sea, una influencia reducida a 20%).

En definitiva, puede considerarse que el tránsito aéreo de un aeropuerto, es generado por la actividad socio-económica de una población, situada en un área de influencia delimitada por dos fronteras, que corresponden respectivamente a tiempos de recorrido de 40 y 60 min. (ver figura No. 2), - siendo ponderado el efecto de generación, aplicando los coeficientes reductores siguientes:

- 1., para la zona situada a menos de 40 min. (Zona I)
- 0.2., para la zona comprendida entre 40 y 60 min. (Zona 2)
- 0., para las zonas situadas más allá de 60 min.

Los resultados obtenidos con base en esos datos, se incrementarán luego - en 5%, para tomar en cuenta la influencia de las actividades difusas, situadas más allá del límite de los 60 min.

En términos generales, el área de influencia permite delimitar, en volúmen, todos los valores que servirán de base para estimar el tránsito - - aéreo previsible y su evolución en el futuro (o sea, las variables de generación o correlación a utilizar en los distintos modelos matemáticos de pronósticos del tránsito aéreo).

II.3 ESTUDIO DE MERCADO

Objetivos:

Los objetivos fundamentales del estudio, son determinar el mercado potencial actual y futuro de un proyecto, para la realización de un aeropuerto adecuado a la demanda estimada y a la evaluación económica de las obras, que satisfaga en general el servicio. Las características de este estu--

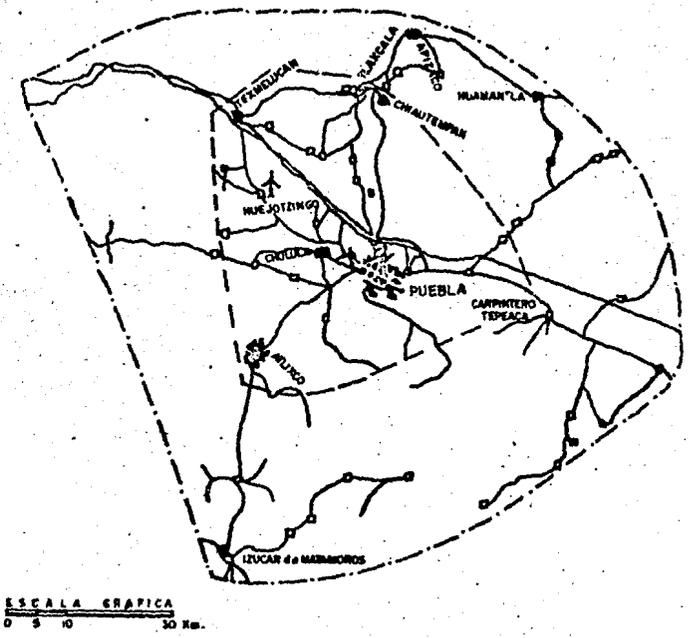


Fig 2. Area de influencia de un aeropuerto

dio se dividen en:

PRIMERA FASE, consiste en el análisis del mercado actual y la estimación del posible comportamiento en el horizonte de planeación.

La SEGUNDA FASE, consiste en la elaboración del plan del aeropuerto, con base en la demanda esperada.

La TERCERA FASE y última, es el estudio financiero y la evaluación económica del proyecto desarrollado, con base en los resultados realizados en las dos fases anteriores.

Las actividades desarrolladas para la elaboración del estudio de mercado y proyecciones de la demanda del aeropuerto, consisten básicamente en los siguientes trabajos:

Encuestas:

El realizar encuestas en las ciudades comprendidas en el área de influencia del aeropuerto, y que tienen como objetivo esencial: actualizar los datos del tránsito (origen-destino), eliminar las incertidumbres relativas a las posibilidades de correspondencia y a los orígenes o destinos -- reales de los viajeros y analizar las naturalezas de los tránsitos.

La realización de las encuestas, por la diversidad de las ciudades comprendidas en el área de influencia, constituyen una variedad completa para el análisis de los diferentes tránsitos.

El programa de encuestas será elaborado, de modo que todos los vuelos --- sean encuestados una o dos veces, en cada aeropuerto.

II.4 PRONOSTICO DE TRANSITO AEREO ANUAL

El procedimiento para determinar la tendencia del tránsito aéreo, consiste en situar los datos correspondientes en papel milimétrico normal. La

función del movimiento que quiere preverse (variable dependiente), se mide sobre el eje vertical, y el tiempo, (variable independiente), se refiere al eje horizontal. Una vez situado cada uno de los puntos de la serie cronológica de datos, se traza a mano, una línea que una los puntos fijados. Dicha curva, da una idea preliminar del tipo de la evolución (ver - figura No. 3).

Así, si aparece una tendencia, cuando el ritmo de crecimiento tenga un -- comportamiento en valor absoluto o porcentual y cuando el porcentaje de - crecimiento haya disminuido gradualmente a través de los años, o aún cuando exista una indicación más acusada de saturación, basándose en estas representaciones, se podrá elegir el tipo de curva que sea más representativa y con ello, trazar una proyección de la tendencia.

El modelo matemático que se debe de aplicar cuando se analice la proyección, está sujeto a las siguientes consideraciones: cuando la tendencia parezca indicar que la variable dependiente aumenta o disminuye, según -- una constante a través del tiempo, la curva que se ajusta a los datos es una línea recta. La línea recta expresada matemáticamente es $Y = a + bx$, en la que "Y" es la variable objeto de la previsión, x el tiempo, y a y b las constantes que constituyen la curva de tendencia más sencilla, aunque muchas veces no representa la tendencia de la evolución del tráfico aéreo

Cuando la tendencia parezca indicar que la variable dependiente varía según un porcentaje constante, a medida que cambia la variable independiente (tiempo), la curva correspondiente será una curva exponencial. La - ecuación de la curva referida viene dada por $Y = ab^x$ en donde Y es la variable que debe preverse, x el tiempo y a y b las constantes que resultan del procesamiento de los datos estadísticos. Una característica interesante de la función de este tipo, es que, cuando se saca el logaritmo de las variables, se obtiene una función lineal. $\text{Log. } Y = \text{Log. } a + (\text{log. } b) x$.

A veces, resulta más fácil trazar las variables en papel de cuadrícula logarítmica, cuando se espera llegar a una tendencia exponencial, ya que la

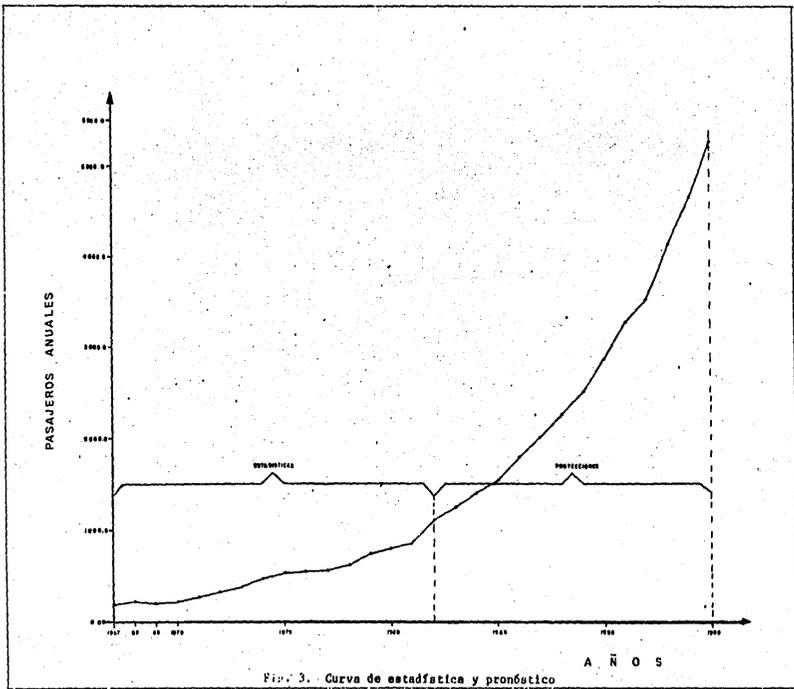


Fig. 3. Curva de estadística y pronóstico

curva vendrá expresada por una línea recta en el dibujo y, por lo tanto - es más fácil distinguir.

El método más utilizado actualmente para determinar la línea de mejor --- adaptación, se conoce con el nombre de "Método de los mínimos cuadrados", que fue ideado por el matemático francés Adien Legendre. La ley del mode lo, postula, que la línea que mejor se adapta a los datos de la muestra, es aquella en que la suma de los cuadrados de las desviaciones verticales (distancias) de los puntos a la línea, es mínima. El motivo de elegir el número de la suma de los cuadrados de las desviaciones, y no simplemente la suma de éstas, se debe a que algunos de los cambios son positivos - - (caen por encima de la línea) y otras negativas (quedan por debajo de la línea), con lo que aún y cuando se tratara de variaciones grandes, la suma sería cero, a no ser que se eleven al cuadrado.

Ejemplo: ver el procedimiento aplicado en las siguientes hojas.

EJEMPLO DE APLICACION PARA EL METODO DE MINIMOS CUADRADOS

CUADRO DE DATOS ESTADISTICOS Y SU PROCESAMIENTO

X	Y	% de Y	X ²	LOG. Y	X (LOG.Y)
1	191.4		1	2.28	2.28
2	223.9	16	4	2.35	4.70
3	203.1	-10	9	2.30	6.90
4	220.5	8	16	2.34	9.36
5	263.6	19	25	2.42	12.10
6	313.1	18	36	2.50	15.00
7	374.1	19	49	2.57	17.99
8	475.2	27	64	2.68	21.44
9	524.9	10	81	2.72	24.48
10	531.7	1	100	2.73	27.30

11	553.7	4	121	2.74	30.14
12	618.2	12	144	2.79	33.48
13	736.7	19	169	2.87	37.31
14	801.2	9	196	2.90	40.60
15	851.7	6	225	2.93	43.95
<hr/>					
*120	*6884.0	*158.0	*1240	*39.12	*327.03
<hr/>					

* Sumas por columnas, para determinar el valor de las variables que inter vienen en el sistema de ecuación o en las determinantes.

De donde se tiene:

$N = 15$ (Es el número de años del análisis).

$Na' + \sum Xb' = \sum \text{Log. } Y$ Sustituyendo a las variables:

$Xa' + \sum X^2b' = \sum X \text{Log. } Y$

$15 a' + 120 b' = 39.12$

$120 a' + 1240 b' = 327.03$

Resolviendo este sistema de ecuaciones simultáneas por cualquier método, se determina el valor de a y b, para ser sustituidos en cualquier modelo.

Otra forma de calcular a y b es usando determinantes:

$$A_{bs} = \begin{vmatrix} N & \sum X \\ \sum X & \sum X^2 \end{vmatrix} = \begin{vmatrix} 15 & 120 \\ 120 & 1240 \end{vmatrix} = 18\,600 - 14\,400 = 4\,200$$

$$A_{a'} = \begin{vmatrix} \sum \text{Log. } Y & \sum X \\ \sum X \text{Log. } Y & \sum X^2 \end{vmatrix} = \begin{vmatrix} 39.12 & 120 \\ 327.03 & 1240 \end{vmatrix} = 48\,508.80 - 39\,243.60 = 9\,265.20$$

$$Ab' = \begin{vmatrix} N & \Sigma \text{Log. } Y \\ \Sigma X & \Sigma X \text{ Log. } Y \end{vmatrix} = \begin{vmatrix} 15 & 39.12 \\ 120 & 327.03 \end{vmatrix} = \begin{matrix} = 4,905.45 - 4,694.40 \\ = 211.05 \end{matrix}$$

Para determinar los valores de (a y b) hacemos uso de las siguientes relaciones y sustituyendo datos se tiene:

$$a' = \frac{Aa'}{As} = \frac{9,265.20}{4,200}$$

$$b' = \frac{Ab'}{As} = \frac{211.05}{4,200} = 0.05$$

$$a' = 2.21$$

$$b' = b(\text{Log. } E) \text{ despejando } b \text{ y donde } E = 2.7183$$

$$\text{Antilog } a' = 162.18 = a$$

$$b = \frac{b'}{0.434} = 0.12$$

Teniendo los valores de a y b, ya podemos proyectar nuestra demanda, utilizando cualquiera de los modelos con los que contamos o el que más se adapte a los datos estadísticos entre los cuales tenemos: línea recta, curva potencial, exponencial o logarítmica.

VALORES ESPERADOS

AÑO	x	bx	E ^{bx}	Y=a (E ^{bx})
1982	16	1.92	6.82	1,106.07
1983	17	2.04	7.69	1,247.16
1984	18	2.16	8.67	1,406.10
1985	19	2.28	9.78	1,586.12
1986	20	2.40	11.02	1,787.22
1987	21	2.52	12.43	2,015.89
1988	22	2.64	14.01	2,272.14
1989	23	2.76	15.80	2,562.44
1990	24	2.88	17.81	2,888.43

1991	25	3.00	20.08	3,256.57
1992	26	3.12	22.64	3,671.76
1993	27	3.24	25.53	4,140.45
1994	28	3.36	28.79	4,669.16
1995	29	3.48	32.46	5,264.36

En este caso, se aplica a un modelo exponencial, con los datos proyectados hasta el año de 1995, que se encuentran en la columna (una gráfica -- que refleja estos valores es la que se encuentra en la figura No. 3).

Aplicando el método a una muestra estadística de pasajeros en "x" aero -- puerto y, proyectando éstos datos hasta el año 2000, nos queda de la siguiente manera: (ver tabla No. 1 tendencia a partir de 1986).

Para ésto, como primer paso, se debe saber cuantos años abarca el registro estadístico, llamando a este número N y a cada año que integra el registro X; por lo que N puede ser 15, 20 ó 30 y X varía de uno a 15, 20 ó 30 años según el caso.

Se tiene también la variable "Y", que sin embargo el cálculo de valores de a y b que mejor satisfacen la norma de los mínimos cuadrados, deja sin contestar la cuestión de saber con que precisión da la curva correspondiente que representa los datos. Esta "bondad de adaptación", suele medirse y expresarse mediante un índice, llamado: coeficiente de correlación, "r", o por el cuadrado de dicha cantidad r^2 , llamado coeficiente de determinación. En los formatos de cada modelo que se anexan más adelante, se da la ecuación para determinar r^2 y verificar su validez de selección.

Cuando los datos se adaptan mal, el coeficiente de correlación se acercará a 0. Cuando se adapta bien, el coeficiente se acercará a 1 ó -1.

Por otro lado, de utilizarse una curva de tendencia exponencial, el valor de r es 0.99. En este caso, es preferible la curva exponencial.

El método de los mínimos cuadrados es fácil de aplicar, cuando se cree -- que la línea recta o una curva exponencial son las que mejor se adaptan - a una serie cronológica de datos de tráfico.

Hay otras curvas de tendencia, tales como:

$Y = ax^b$, curva potencial

$Y = ae^{bx}$, curva exponencial

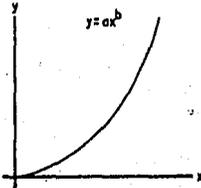
$Y = a + b (\ln x)$ curva logarítmica

Tabla No. 1
PRONOSTICO DE PASAJEROS ANUALES
(Bahías de Huatulco, Oax.)

AÑO	NACIONAL	INTERNACIONAL	REGIONAL	TOTAL COMERCIAL COMBINADO.
1986	40,900	22,000	2,500	65,400
1987	82,650	49,600	5,275	137,525
1988	124,400	77,200	8,050	209,650
1989	166,150	104,800	10,825	281,775
1990	207,900	132,400	13,600	353,900
1991	261,320	178,460	17,580	457,360
1992	314,740	224,520	21,560	560,820
1993	368,160	270,580	25,540	664,280
1994	421,580	316,640	29,520	767,740
1995	475,000	362,700	33,500	871,200
1996	533,080	405,640	37,540	976,260
1997	591,160	448,580	41,580	1'081,320
1998	649,240	491,520	45,620	1'186,380
1999	707,320	534,460	49,600	1'291,440
2000	765,400	577,400	53,700	1'564,740

Consultar modelos matemáticos en la página siguiente, para observar el -- comportamiento gráfico de cada una de estas curvas, en las que el signifi

CURVA DE AJUSTE POTENCIAL

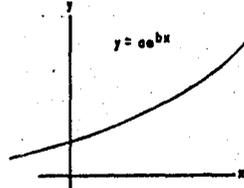


$$b = \frac{\sum (\ln x_i)(\ln y_i) - \frac{(\sum \ln x_i)(\sum \ln y_i)}{n}}{\sum (\ln x_i)^2 - \frac{(\sum \ln x_i)^2}{n}}$$

$$a = \exp \left[\frac{\sum \ln y_i}{n} - b \frac{\sum \ln x_i}{n} \right]$$

$$r^2 = \frac{\left[\sum (\ln x_i)(\ln y_i) - \frac{(\sum \ln x_i)(\sum \ln y_i)}{n} \right]^2}{\left[\sum (\ln x_i)^2 - \frac{(\sum \ln x_i)^2}{n} \right] \left[\sum (\ln y_i)^2 - \frac{(\sum \ln y_i)^2}{n} \right]}$$

CURVA DE AJUSTE EXPONENCIAL

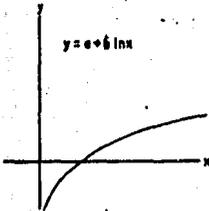


$$b = \frac{\sum x_i \ln y_i - \frac{1}{n} (\sum x_i)(\sum \ln y_i)}{\sum x_i^2 - \frac{1}{n} (\sum x_i)^2}$$

$$a = \exp \left[\frac{\sum \ln y_i}{n} - b \frac{\sum x_i}{n} \right]$$

$$r^2 = \frac{\left[\sum x_i \ln y_i - \frac{1}{n} \sum x_i \sum \ln y_i \right]^2}{\left[\sum x_i^2 - \frac{(\sum x_i)^2}{n} \right] \left[\sum (\ln y_i)^2 - \frac{(\sum \ln y_i)^2}{n} \right]}$$

CURVA DE AJUSTE LOGARITMICA

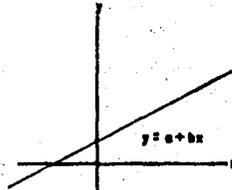


$$b = \frac{\sum y_i \ln x_i - \frac{1}{n} \sum \ln x_i \sum y_i}{\sum (\ln x_i)^2 - \frac{1}{n} (\sum \ln x_i)^2}$$

$$a = \frac{1}{n} (\sum y_i - b \sum \ln x_i)$$

$$r^2 = \frac{\left[\sum y_i \ln x_i - \frac{1}{n} \sum \ln x_i \sum y_i \right]^2}{\left[\sum (\ln x_i)^2 - \frac{1}{n} (\sum \ln x_i)^2 \right] \left[\sum y_i^2 - \frac{(\sum y_i)^2}{n} \right]}$$

REGRESION LINEAL



$$b = \frac{\sum x_i y_i - \frac{\sum x_i \sum y_i}{n}}{\sum x_i^2 - \frac{(\sum x_i)^2}{n}}$$

$$a = \left[\frac{\sum y_i}{n} - b \frac{\sum x_i}{n} \right]$$

$$r^2 = \frac{\left[\sum x_i y_i - \frac{\sum x_i \sum y_i}{n} \right]^2}{\left[\sum x_i^2 - \frac{(\sum x_i)^2}{n} \right] \left[\sum y_i^2 - \frac{(\sum y_i)^2}{n} \right]}$$

cado de las variables es:

Y = es la variable de previsión de pasajeros anuales.

x = es la variable tiempo (en años).

a y b = son constantes de las curvas, que dependen de la base de datos estadísticos.

Cuando en la previsión se consideran tasas de crecimiento constantes, se utiliza la siguiente curva:

$$V_F = V_p (1 + i)^n$$

En la que:

V_F Significa valor futuro de pasajeros anuales.

V_p Significa valor presente de pasajeros anuales.

i Tasa media anual de crecimiento (obtenida estadísticamente).

n Tiempo (número de años).

Esta última curva, que también es exponencial, permite al proyectista ir variando la tasa de crecimiento, de manera de abatir la curva cuando el horizonte de previsión es mayor de 10 años; o bien, fijar un rango alto en la etapa inicial, y uno mínimo, en la etapa final y calcular las intermedias mediante interpolación, siendo ésta la tasa variable.

DETERMINACION DE LA TENDENCIA

Antes de continuar la discusión de los métodos para conocer la tendencia, se analiza un ejemplo concreto, aplicando la teoría antes mencionada y veremos cual es la manera más sencilla de determinar la tendencia partiendo de una serie estadística dada. Ejemplo en páginas anteriores.

Consideremos una serie cronológica de pasajeros anuales comerciales (que viajan por Mexicana y Aeroméxico, etc.), movidos en el Aeropuerto, para ejemplificar los años 1967 a 1984, representados numéricamente en el cuadro de mínimos cuadrados y gráficamente en la figura No. 3.

Para saber que curva es la que mejor se adapta a los datos estadísticos de pasajeros comerciales, se utiliza el método de ajuste exponencial y, mediante máquinas calculadoras programables, las cuales traen teclas especiales en donde se meten los datos estadísticos de pasajeros anuales y el tiempo (años); la calculadora se encarga de extraer matemáticamente la curva más idónea. Para el caso del ejemplo anterior, $r = 0.99$ (ver figura No. 3) y los resultados se indican en el cuadro de mínimos cuadrados (datos calculados analíticamente).

Las previsiones de pasajeros anuales, es el cálculo aproximado que se hace y que es difícil ajustar; en los datos de la muestra estadística (cuadro de mínimos cuadrados), aparecen siempre errores o desviaciones, comparados con los calculados analíticamente con cualquier modelo antes mencionado.

De acuerdo con los datos de la muestra del Aeropuerto en estudio, la ecuación que más se ajusta es la exponencial:

$$Y = 0.18812E^{0.11845 X}$$

Los valores previstos para los años de 1967 a 1982 se indican en el cuadro de mínimos cuadrados y al compararlos con los valores reales estadísticos correspondientes a los mismos años, se observan las diferencias, las cuales dan un error promedio de 12.6% que es aceptable y con un coeficiente de determinación de $r^2 = 0.98$

Las ideas anteriores, pueden servir de ayuda en el importante problema de la predicción en las series de tiempo. Sin embargo, se debe tener en cuenta, que un tratamiento matemático de los datos, no resuelve por sí solo todos los problemas.

Conjuntamente con el sentido común, experiencia, habilidad y buen juicio del investigador, tales análisis matemáticos pueden sin embargo, ser de valor para la predicción a largo y corto plazo.

En la teoría estadística, existen métodos de ajuste analítico, que se basan en dos clases de supuestos iniciales; en primer lugar, la curva que se considera como el mejor ajuste de la serie es: "a priori", de cierto tiempo analítico específico y, en segundo lugar, puede haber criterios diferentes para evaluar "el mejor ajuste de la curva" a la gráfica de la serie dada; sin embargo, se establecen ambos supuestos; la curva requerida se determina en forma única y el encontrar esta fórmula analítica, es sólo cuestión de cálculo.

En general, el investigador debe decidir que clase de curva debe ajustarse a los datos y calcular las constantes involucradas en la ecuación de la curva seleccionada, que ha de ajustarse a los datos.

Generalmente, no siempre se obtiene al primer tanteo los ajustes de curvas de previsión de pasajeros, sino que se hacen varias alternativas hasta obtener valores que realmente se ajustan al desarrollo del proyecto.

II.5 ANALISIS DE OPERACIONES

Aquí se analiza la influencia de las operaciones (aterrizajes y despegues), para dimensionar las capacidades de las instalaciones, en función de los pasajeros anuales y horarios, y las operaciones anuales horarias, y a su vez, se ve como éstas determinan los costos por cada zona, que al integrarse, definen el monto total del proyecto.

Operaciones anuales.

Para proyectar el número de operaciones, es necesario fijar primeramente, la relación de ocupación (80% y 60% de la capacidad del avión crítico) de los aviones, es decir el número de pasajeros promedio por avión, tomar en cuenta las tendencias y cambios del equipo de vuelo y, posteriormente, es

timar la demanda al futuro. Después, con ésta actividad y los viajeros - anuales, determinar el número de despegues año por año.

El número de operaciones anuales se determina con:

$$\text{No. op. anuales} = \frac{(\text{No. pasajeros anuales})}{(\text{No. de plazas del avión crítico})} \quad (0.8)$$

CALCULO DE OPERACIONES HORARIAS

La Dirección General de Aeropuertos, a través de la Oficina de Estadística y Aforos, elaboró un modelo para obtener las operaciones horarias comerciales (líneas aéreas), en función de los vuelos anuales comerciales - que se presentarán en diferentes aeropuertos mexicanos y las relacionó -- con los viajes horarios comerciales aforados en esos mismos centros, obteniendo la siguiente curva que se comporta de acuerdo con la ecuación potencial: $Y = 0.0142 X^{0.65}$

En donde X = operaciones comerciales anuales
 Y = operaciones horarias comerciales

Otra forma de determinar las operaciones horarias, es con la siguientes - relaciones.

MODELOS MATEMATICOS PARA CALCULO DE PARAMETROS

PRONOSTICO DE OPERACIONES HORARIAS COMERCIALES

$$1.- T = 0.001928 (M)^{0.835}$$

T = Operaciones horarias comerciales

M = Operaciones anuales comerciales

FUENTE: ESTUDIO AICM DE SOGELERG DE LA D.G.A.

$$2.- Y = 0.0142 (X)^{0.65}$$

Y = Operaciones horarias comerciales

X = Operaciones anuales comerciales

FUENTE: D.G.A. RESULTADO DE LOS AFOROS REALIZADOS EN DIFERENTES AEROPUERTOS DE LA RED NACIONAL.

3.- GRAFICA FAA

Se anexa gráfica de la FAA, la cual nos da un coeficiente, en función de los pasajeros anuales comerciales.

Para obtener las operaciones horarias, se multiplica el coeficiente por el número de operaciones anuales comerciales.

Como resultado final, se toma la media de los tres valores anteriores.

PRONOSTICO DE OPERACIONES HORARIAS DE AVIACION GENERAL

Se utilizan los siguientes coeficientes:

<u>COEFICIENTE</u>	<u>FUENTE</u>
0.0007	ESTUDIO DE FACTIBILIDAD FASE I DE SOGELERG
0.0004	AFORO REALIZADO EN EL AICM POR LA D.G.A. EN JUNIO DE 1977

Existen otras formas para obtener operaciones horarias comerciales; por ejemplo, el método analítico, que aplica cuando el aeropuerto corresponde a un área existente y el tránsito respecto al año estudiado es inferior a

300,000 pax./año; para ésto, es necesario conocer el tipo de avión y las frecuencias del servicio, para cada año de estudio.

$$\text{OPCMHC}(i) = \left[\frac{F(i)}{15} + \frac{N(i)}{2} \right] 2$$

Donde: OPCMHC(i) = Operaciones comerciales horarias

$$\frac{F(i)}{15} \times 2$$

F = Se refiere a las operaciones horarias de aviones grandes en el año (i).

Aquí, se admite que las operaciones se distribuyen uniformemente entre -- las horas de apertura del aeropuerto (generalmente 15 horas) y, que una -- frecuencia, la constituyen 2 operaciones.

$$\frac{N(i)}{2} \times 2$$

N = Se refiere a las operaciones de tercer nivel, cuyo tránsito corresponde de a una clientela local, de tal modo que las salidas se concentran -- por la mañana y las llegadas por la tarde; ésto durante 2 horas.

Otra forma de cálculo, es en base a valores estadísticos entre la razón -- de tránsito en hora crítica, y tránsito anual en %.

En México, todavía no hay estadísticas de este tipo. Por tanto, se utiliza la relación establecida por la FAA (ver figura No. 4 y cuadro No. 2).

Esta gráfica, proporciona coeficientes que al aplicarlas a las operacio-- nes anuales, da operaciones comerciales en hora crítica.

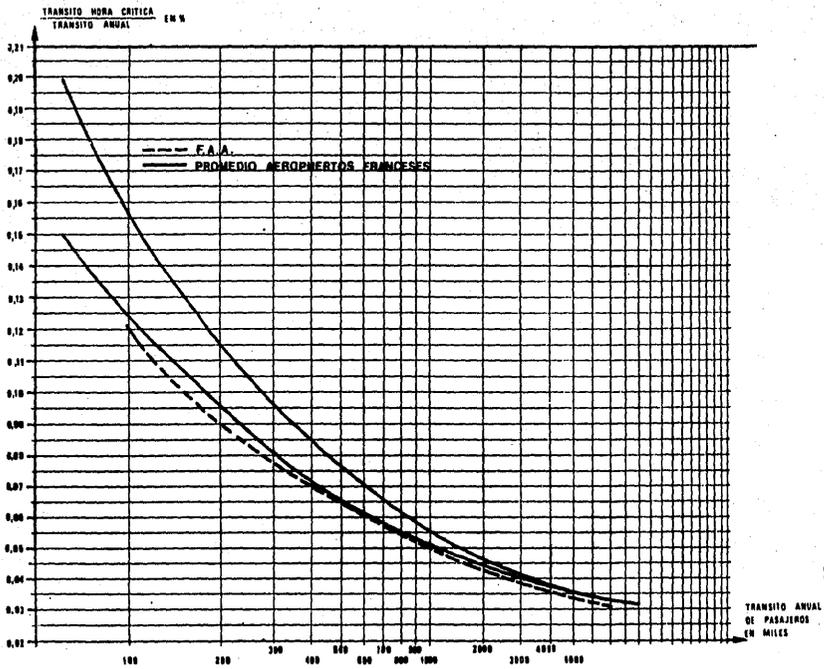


Fig. 4. Curva para el cálculo de operaciones horarias

Tabla No. 2
 PRONOSTICO DE OPERACIONES ANUALES
 (Bahías de Huatulco, Oax)

AÑO	NACIONAL	INTERNACIONAL	REGIONAL	TOTAL COM. COMBINADO	AVIACION GENERAL	TOTAL COMBINADO
1986	630	259	1,460	2,349	894	3,243
1987	678	536	1,600	2,814	1,453	4,267
1988	993	813	1,740	3,546	2,012	5,558
1989	1,672	1,090	1,880	4,642	2,571	7,213
1990	2,665	1,365	2,010	6,040	3,131	9,171
1991	3,132	1,723	2,221	7,076	3,478	10,554
1992	3,599	2,081	2,423	8,103	3,825	11,928
1993	4,066	2,439	2,625	9,130	4,172	13,302
1994	4,533	2,797	2,827	10,157	4,519	14,676
1995	5,000	3,154	3,028	11,182	4,865	16,047
1996	5,472	3,447	3,331	12,250	5,404	17,654
1997	5,944	3,740	3,634	13,318	5,943	19,261
1998	6,416	4,033	3,937	14,386	6,483	20,869
1999	6,888	4,326	4,240	15,454	7,021	22,475
2000	7,359	4,619	4,543	16,521	7,559	24,080

OPERACIONES HORARIAS DE AVIACION GENERAL

Se calculan en base a un coeficiente global de hora crítica, con respecto al tránsito anual, deducido de análisis estadísticos relativos a la actividad de la aviación general en aeropuertos mexicanos.

Las estadísticas demostraron que:

El mes crítico corresponde al 10% del tránsito anual; que el día crítico corresponde al 5% del tránsito mensual y que la hora crítica corresponde al 14% del tránsito diario.

Y ésto lleva a un coeficiente de $0.10 \times 0.05 \times 0.14 = 0.0007$, en el AICM (Aeropuerto Internacional de la Ciudad de México), en base a aforos, se obtiene un coeficiente de 0.0004.

OPERACIONES HORARIAS TOTALES (COMERCIALES + AV. GENERAL).

Se obtiene en base a la ecuación potencial: $Y = 0.0128(X)^{0.7014}$

Donde: X = Operaciones anuales totales
(comerciales + av. general)

Y = Operaciones horarias totales
(comerciales + av. general)

Obtenida de valores registrados en diferentes aeropuertos de la República Mexicana.

Existen otras formas; una de ellas es en base a estadísticas francesas:

$OPTHC(i) = 0.0185 (OPTOT(i))^{0.65}$, siempre y cuando se cumpla la siguiente relación:

$$\frac{OPAG(i)}{OPTOT(i)} \leq 50\%$$

En donde:

OPTHC = Operaciones en hora crítica de la aviación total.

OPAG = Operaciones anuales de aviación general

OPTOT = Operaciones anuales totales (comercial + general)

(i) = Varía de 1 a n (en función del número de años del proyecto)

Otra forma, es en base a la siguiente fórmula:

$$OPTHT(i) = 0.0148 (OPTOT(i))^{0.65}$$

Siempre que se cumpla la siguiente relación

$$\frac{OPAG (i)}{OPTOT (i)} > 50\%$$

II.1 PASAJEROS HORARIOS COMERCIALES

Se calculan en base al modelo:

$$Y = 0.16 X^{0.606}$$

X = Pasajeros anuales comerciales

Y = Pasajeros horarios

Obtenido de aforos realizados en aeropuertos mexicanos.

Otra forma, es en base a los coeficientes de ocupación (generalmente se considera el 80%), que aplicado a las operaciones horarias y tipo de aviación, da como resultado los pasajeros horarios comerciales. También se pueden calcular los pasajeros horarios, en base a los coeficientes de hora crítica, calculados de la gráfica (coeficientes de la figura No. 4 - por el No. de pasajeros nos da pasajeros en hora crítica) vista anteriormente, para calcular operaciones horarias.

PASAJEROS HORARIOS DE AVIACION GENERAL

Una forma de cálculo, es en base al número de pasajeros por avión de aviación general, que a continuación se indica:

Para aeropuertos turísticos:

$$PAG (i) = 3.38 \frac{T^{8.24}}{79}$$

este resultado, como máximo, puede tomar el siguiente valor: 5.07

En donde:

PAG = Es el número de pasajeros de aviación general por avión.

Para otros aeropuertos, es decir para los no turísticos:

$$PAG (i) = 2.57 \frac{T^{8.24}}{79}$$

Con un máximo de 5.17

Donde T = Año (i) - 1900

El valor así obtenido, se multiplica por las operaciones horarias de aviación general y se tienen los pasajeros horarios.

Como referencia, en los aforos realizados en el AICM (Aeropuerto Internacional de la Ciudad de México), se obtuvo un coeficiente de 0.00051, que al multiplicarlo por los pasajeros anuales de aviación general, da pasajeros horarios.

PASAJEROS HORARIOS TOTALES (COMERCIALES + AV. GENERAL) O COMBINADOS.

Se calcula en base al modelo: $Y = 0.16(X)^{0.606}$

En donde:

X = Pasajeros anuales totales (comerciales + av. general)

Y = Pasajeros horarios totales (comerciales + av. general)

POSICIONES SIMULTANEAS DE AVIONES EN PLATAFORMA DE OPERACIONES COMERCIALES.

Hay tres procedimientos de cálculo:

1.1

En base a datos estadísticos y posiciones simultáneas aforadas en diferentes aeropuertos mexicanos, la Oficina de Estadística y Aforos, ha obtenido una serie de rendimientos, por medio de los cuales se obtiene el número

ro de posiciones simultáneas en plataforma. A continuación se indican dichos rendimientos.

PASAJEROS ANUALES	RENDIMIENTO (Pax. anual/posición)
100,000	40,000 a 50,000
100,000 a 200,000	65,000 a 75,000
200,000 a 500,000	110,000 a 150,000
500,000 a 1'000,000	165,000 a 200,000
1'000,000 a 3'000,000	230,000 a 250,000
3'000,000 a 5'000,000	260,000 a 300,000
5'000,000 a 8'000,000	300,000 a 350,000

Por ejemplo, si se tiene un aeropuerto que mueve 150,000 pasajeros anuales, se tendrá un número de posiciones simultáneas igual a $\frac{150,000}{65,000} = 2.3$ es decir, 2 posiciones simultáneas.

Existen otros rendimientos según cada país, por ejemplo, en Francia se -- utilizan los siguientes rendimientos.

PASAJEROS	RENDIMIENTO
200,000	40 a 60,000
200,000 - 700,000	100 a 150,000
700,000 - 1.5 millones	150 a 250,000

1.2

Otra forma para determinar número de posiciones simultáneas, es siguiendo el método de la FAA (Federal Aviation Agency), el cual proporciona una -- gráfica que está en función de un índice de pasajeros. (ver figura No. 5)

Se ha observado que la relación entre el número de pasajeros y el número de lugares de estacionamiento, indica una tendencia relativamente constan

te en los aeropuertos, razón por la cual es posible establecer un índice de pasajeros, relacionándolo con una base de 100,000, es decir, que si se tienen 750,000 pasajeros anuales, el índice será de 7.5; valor con el cual se entra a la figura No. 5 y se tienen 5 lugares. Para los aeropuertos mexicanos, al índice anterior se le aplica un factor de 0.5 y da $7.5 \times 0.5 = 3.75$, valor con el cual se entra en la gráfica y se tienen 4 lugares.

1.3

En Francia, por ejemplo, se utiliza un método a partir del número de operaciones horarias, suponiendo un tiempo medio de escala 0.75 de hora y una proporción de llegadas del 65% del total. Bastará multiplicar las operaciones horarias por el tiempo de escala y por la proporción de llegadas, para así tener el número de posiciones en plataforma, en vuelos internacionales, se consideran escalas de una hora y 65% de llegadas.

Se recomienda considerar el promedio de los tres valores calculados, para así tener finalmente el número de posiciones simultáneas de aviación comercial.

VIALIDAD EN CAMINO DE ACCESO

El desarrollo del transporte aéreo, está condicionado por la factibilidad de acceso a los aeropuertos e inversamente, los equipos aeronáuticos, sólo se utilizan plenamente en la medida en que las condiciones de acceso a los aeropuertos no se dañen.

Existen diferentes formas de acceso, según sea la importancia del aeropuerto, en el AICM existen dos tipos de acceso; el carretero y el "Metro"

Existen dos métodos para determinar tránsitos carreteros:

Uno en base a fórmulas, el cual requiere como información, haber realizado aforos sobre tránsitos y conocer los pasajeros en hora pico de aviación comercial + av. general. La fórmula a utilizar para el cálculo

NUMERO DE LUGARES DE ESTACIONAMIENTO NECESARIOS

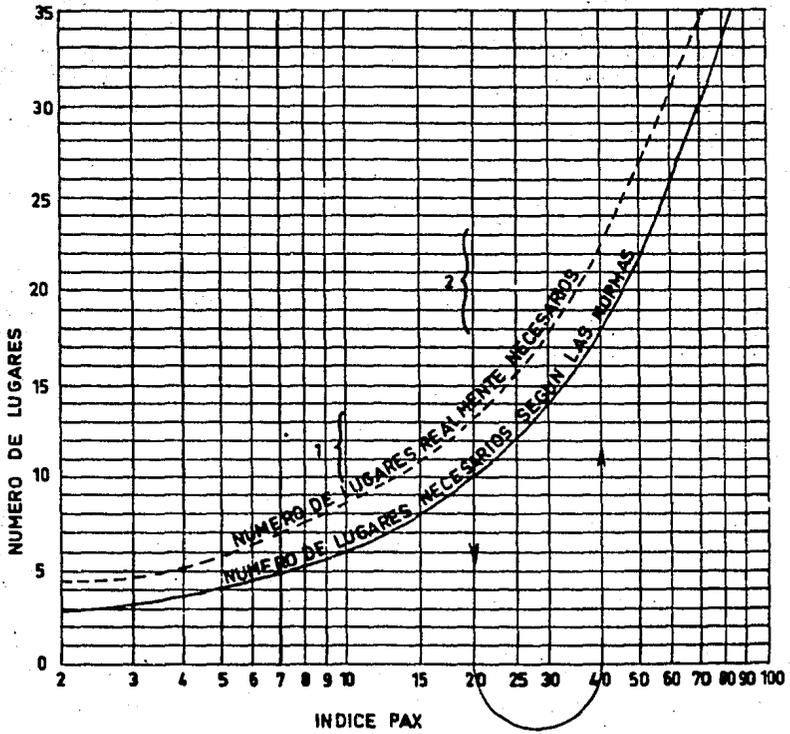


FIG 5. Curva para el cálculo de posiciones simultáneas

de la capacidad del camino de acceso está en función de la correlación -- que tengan las variables que intervienen en el análisis (pasajeros, horarios, tipos de automóviles, tipo de aeropuerto, etc.), mediante el procesamiento de los datos aforados podemos obtener una ecuación lineal, exponencial, logarítmica o potencial.

El otro, es utilizando coeficientes obtenidos en base a estadísticas mexicanas e internacionales. Este método requiere, como información para su aplicación, el conocer los pasajeros anuales totales (comercial + av. general). El método que más se utiliza para el cálculo de la capacidad es con la ecuación lineal ($Y = mX + b$) con la cual se calcula el tránsito en hora pico en función del movimiento de pasajeros anuales. Ejemplo: Para el Aeropuerto de Bahías de Huatulco en el año de 1990, se espera atender un total de 353,900 pasajeros totales anuales, haciendo una interpolación con los siguientes parámetros:

$$\frac{353,900}{X} = \frac{100,000}{148} = \frac{500,000}{437}$$

En donde los datos del numerador representan los pasajeros totales anuales y las cifras del denominador representan los vehículos en hora pico; aplicando fórmula y sustituyendo datos, tenemos:

$$m = \frac{Y_1 - Y_2}{X_1 - X_2} \qquad m = \frac{148 - 437}{100000 - 500000} = 0.0007225$$

Si sabemos que la ecuación lineal con punto y pendiente es $Y - Y_1 = m(X - X_1)$ y sustituimos cualquiera de los dos puntos anteriores tenemos: $Y = 0.0007225(X - 100000) + 148$, ahora resolviendo para $X = 353900$ pasajeros totales se tiene como resultado que

$$Y = 183.44 + 148;$$

$$Y = 331.47 \quad 332 \quad \text{automóviles en hora pico.}$$

Con este último resultado se consultan los parámetros que establece la Di

rección General de Carreteras Federales para el tránsito de vías en la Re
pública Mexicana.

Por lo tanto concluimos que es necesario una vía de dos carriles de 3.65m de ancho de corona por cada carril y con ello se satisface la demanda - - planteada.

Dado que la aplicación del método por fórmula, implica un conocimiento es
tadístico considerable, que no siempre posee el ingeniero al estudiar la factibilidad de un aeropuerto, el último método es a menudo más aplica- - ble.

POSICIONES SIMULTANEAS DE AVIACION GENERAL

El cálculo del número de posiciones, se realiza mediante la aplicación de la fórmula siguiente:

$$Ns = 0.35 \text{ no.} + \frac{\text{No.}}{800}$$

Ns = Número de posiciones simultáneas de aviación general

no = Número de operaciones horarias

No = Número de operaciones anuales

Fuente: Servicio técnico de Base Aérea (Francia)

NUMERO DE LUGARES PARA AUTOMOVILES DE PASAJEROS

COMERCIALES

La Oficina de Estadística y Aforos, ha realizado en diferentes aeropuer- - tos de la República, aforos en los estacionamientos de automóviles y los ha relacionado con los pasajeros horarios comerciales, obteniendo así un coeficiente promedio (0.534 lugares/pasajeros horarios), el cual al multi- - plicarlo por los pasajeros horarios, da como resultado el número de lugares de estacionamiento de vehículos.

Otra forma de obtener el número de lugares, es considerando el coeficiente de 1.5 a 2.0 lugares por pasajero en hora pico, éstos coeficientes, sólo se utilizan en países como Estados Unidos y algunos europeos; para México, son valores muy elevados.

AVIACION GENERAL

Se considera un factor de 800 lugares, por cada millón de pasajeros anuales.

EMPLEADOS

El número de empleados es variable, de acuerdo a cada país; en México, se consideran 80 empleados por cada 100,000 pasajeros anuales totales.

Y para obtener el número de lugares de estacionamiento, se considera un factor de 200 a 250 lugares, por cada 1000 empleados.

AREA DE ALMACENAMIENTO DE COMBUSTIBLES

Para estudiar esta área, es necesario conocer la capacidad de almacenamiento; ello implica conocer el tipo de avión crítico que va a operar en el aeropuerto y una vez definido éste, conocer la clase de aeropuerto.

Es conveniente indicar las diferentes clases de aeropuertos a considerar.

Clase 1

Incluye la aviación ligera, cuyo avión crítico es el monomotor y eventualmente el bimotor pequeño.

Clase 2

En esta clase, se contempla la aviación general y por lo tanto la aviación de negocios, siendo el avión crítico el pequeño bimotor del tipo Lear - Jet.

Clase 3

Aquí se incluye la aviación comercial, pero para líneas regulares de poco tránsito.

El avión crítico es el Beech 99 o el Corvette.

Clase 4

Se permite el tránsito comercial, pero de líneas regulares, cuyo tránsito justifica la utilización de aviones del tipo FOKKER - 27 ó HS - 748.

Clase 5

La función principal del aeropuerto es recibir el tránsito comercial de - líneas interiores regulares, con aviones del tipo DC-9, B-737 ó similares.

Clase 6

Aquí, el avión crítico es el B-727 ó el A-300

Clase 7

Aquí ya se contempla el tránsito internacional, es decir, para atender líneas de larga distancia, cuyo avión crítico el B-747, DC-10 o similar.

La capacidad del depósito puede ser determinada, en principio, multiplicando el consumo diario, por la duración del almacenamiento.

El consumo está en función de la intensidad del tránsito del aeropuerto y de su repartición según las diferentes categorías de aviones. A nivel de factibilidad, existen capacidades de almacenamiento, en función de la clase de aeropuerto:

CLASE DE AEROPUERTO	CAPACIDAD ALMACENAMIENTO
1	3 a 30 m ³
2	20 a 50 m ³
3	50 a 200 m ³
4	100 a 500 m ³
5	100 a 500 m ³

6	500 a 2000 m3
7	más de 5000 m3

Una vez conocida la capacidad, el área del almacenamiento de combustibles estará en función del tipo de depósito a utilizar.

AREA DE CARGA

En aeropuertos en los cuales el tránsito de carga es importante, se justifica la existencia de una zona de carga individualizada y completa, servida exclusivamente por aviones de carga.

Esta zona de carga comprende, en principio:

Una plataforma de estacionamiento de los aviones de carga, un edificio -- terminal de carga y la zona de estacionamiento para vehículos de carga, -- de empleados y sus accesos correspondientes.

Dado que en México, la carga se transporta prácticamente en las bodegas -- de los aviones de pasajeros, no deberán preverse plataformas especializadas para aviones de carga.

Lo que sí es conveniente tener en cuenta, es reservar el espacio necesario para agregar, en el futuro, lugares de estacionamiento para aviones -- de carga y esto sólo en aeropuertos importantes.

En lo que se refiere al edificio terminal de carga, si la importancia de ésta lo justifica, se deberá prever un hangar especializado para la carga, o bien, si la carga es reducida, tener un anexo contiguo al edificio de pasajeros.

Un coeficiente internacional que se considera para estimar el área destinada a la carga, es el de 0.10 m²/ton/añual que multiplicado por la carga anual, nos da el área requerida para esta zona.

En México, la navegación aérea se desarrolla en dos niveles, dentro del espacio aéreo y se clasifican en:

- Espacio aéreo superior y
- Espacio aéreo inferior.

En el primero, se llevan a cabo las operaciones del equipo de aviación comercial troncal (vuelos de más de 200 millas náuticas de recorrido) y en el segundo, quedan clasificados los viajes de aviones chicos o llamados - también aviación general o de tercer nivel (viajes de menos de 200 millas náuticas de recorrido).

La altura a la cual opera la aviación troncal o llamada también nivel de crucero, varía de los 25,000 a los 35,000 pies y la regional entre 15,000 y 25,000 pies. Las velocidades a las cuales se recorren las distintas rutas, varía de acuerdo al tipo y capacidad de cada aeronave; para ello, se generaliza, tomando en cada ruta un avión crítico.

Para elegir el avión crítico, se toma en cuenta el movimiento de pasajeros y su destino, con lo cual se atenderá la demanda en cada caso.

El análisis de rutas, está condicionado a las frecuencias de pasajeros, - llamadas también demanda potencial o de las relaciones comerciales, turísticas, agrícolas e industriales, del lugar donde se construirá el aeropuerto y la relación con los demás centros de población más importantes. - Como apoyo se dispone de la Tabla No. 3, de tipos de aviones y sus principales aspectos técnicos.

Una vez definidos los puntos que unen una ruta, para la realización de -- las operaciones, se trabaja sobre el plano de espacio aéreo de la red establecida, en la cual podemos obtener distancias promedio de un punto a - otro o para unir las localidades de origen y destino; aquí también se pueden conocer otras características y necesidades para el tráfico. Estos - datos nos servirán más adelante para el análisis, apoyándonos de la tabla

Tabla No. 3
Características técnicas de algunos aviones

M O D E L O S	PESO MAXIMO DESPEGUE LBS	CONSUMO DE COMBUSTIBLE LBS/HORA	VELOCIDAD V. NUDOS	PAX.
BAC-111-400	85,000	4,440	345	79
BOEING-747	710,000	25,156	500	490
BOEING-727-200	173,000	12,128	500	155
BOEING-727-100	160,000	8,700	500	116
BOEING-707A-400	312,000	16,000	500	189
DC-3A	25,203	542	183	24
DC-6B	97,218	2,205	240	74
DC-9-15	90,619	6,000	473	85
DC-9-32	108,000	6,500	473	115
DC-8-63	355,000	14,000	473	259
DC-10-10	555,000	17,400	480	257
DC-10-30	555,100	17,723	477	277
FH-227D	45,500	1,502	256	48
HS-DH-125	23,500	2,000	400	10
HS-748-2A	44,495	1,510	225	48
LEAR JET 24B	13,500	1,400	418	8
SUPER CONSTELLATINCE 1049 II	132,500	3,500	250	94

de tipos de aviones y sus características bien definidas, podemos hacer el cálculo de consumos de combustibles por cada operación, en cada ruta, ya que en última instancia, este concepto es el que vamos a tomar en cuenta, para integrarlo a ingresos por venta y suministro de combustible.

El análisis es sencillo y el procedimiento es el siguiente:

- Selección de rutas en el plano de espacio aéreo, que pueden ser una o más de acuerdo a la demanda.
 - Se determina la distancia en cada ruta que se analiza, "d" en millas náuticas.
 - Se debe conocer el tipo de avión que operará en la ruta (de la tabla de tipos de aviones), para atender la demanda del servicio.
 - Se debe conocer la velocidad de crucero (velocidad promedio en ruta), para el tipo de avión seleccionado.
 - Se debe conocer el consumo de combustible horario, del avión considerado.
 - Aplicando la fórmula de velocidad promedio ($V = \frac{d}{t}$), si conocemos la distancia y la velocidad promedio del avión en estudio.
- Sabemos el tiempo que tarda en hacer el recorrido ($t = \frac{d}{V}$).

- Conociendo el tiempo y el consumo horario del avión, podemos calcular la cantidad de combustible necesario por etapa.

$$(P) \text{ Cantidad comb.} = (\text{consumo horario}) (\text{tiempo})$$

El resultado anterior da en libras, ya que el consumo horario está dado en libras/hora; por lo que hay que considerar el peso-volumétrico del tipo de combustible, considerado con: $\emptyset = \frac{P}{V}$ en donde:

\emptyset = Peso volumétrico del combustible (0.827 kg/lt. para turbosina)

P = Peso del combustible consumido

V = Volúmen de combustible requerido; tendremos $V = \frac{P}{\emptyset}$, dato que nos servirá para determinar ingresos para cada año del proyecto, ya en operación.

III. INGRESOS GENERADOS DEBIDO A LA PUESTA EN OPERACION DEL AEROPUERTO

Dado que un aeropuerto, es una obra pública que influye en forma significativa, tanto en los hábitos de traslado a los usuarios como en los habitantes de las comunidades a las cuales va a dar servicio, y en particular debido a que en México es el Gobierno Federal el encargado de planear, -- construir, administrar y conservar este tipo de instalaciones, se requiere, para obtener la aprobación de un proyecto de ésta naturaleza, además de realizar un estudio de los aspectos de índole técnico y financiero -- (cuando se trata de un proyecto de la iniciativa privada), es necesario -- revisar las consecuencias que pueda tener el proyecto sobre el comportamiento socioeconómico de una región y del país en general.

En virtud de que en otros capítulos se hace referencia a los aspectos técnicos, en lo sucesivo haremos mención principalmente a los aspectos financieros y económicos, y en menor escala, a los aspectos institucionales.

Como se mencionó anteriormente, el objetivo de este apartado, es hacer un análisis de las condiciones financieras del proyecto, desde el punto de vista operador, debido a que en México participan diversas organizaciones en la planeación, construcción, administración y conservación de los aeropuertos. Al hablar de operador haremos referencia al conjunto de éstas -- organizaciones, como son: ASA (Aeropuertos y Servicios Auxiliares), DGA (Dirección General de Aeropuertos), DGAC (Dirección General de Aeronáutica Civil) y SENEAM (Servicios a la Navegación en el Espacio Aéreo Mexicano); por tanto, el primer paso será la determinación de los ingresos de -- un proyecto de esta naturaleza.

DESCRIPCION DE LOS CONCEPTOS MAS RELEVANTES QUE SIRVEN PARA INTEGRAR LOS INGRESOS

Para poder estimar los ingresos que se obtienen, debido a la operación de un aeropuerto, es necesario identificar todas las fuentes que lo inte -- gran, como son:

- III.1 INGRESOS POR SERVICIOS AEROPORTUARIOS
- III.2 INGRESOS POR SERVICIOS AUXILIARES. Integrado por: Pasillo telescópico, sala móvil o aerocar; suministro de agua potable y desecho de aguas negras; uso de bandas para equipaje; servicios a aeronaves que pagan a través del combustible; abastecimiento o succión de combustible.
- III.3 INGRESOS ADICIONALES OTROS SERVICIOS. Dentro de este ramo, se tienen: venta directa de combustibles, derecho y uso del aeropuerto, recuperación de terrenos (cuando el proyecto consiste en sustitución de instalaciones) revisión de pasajeros y su equipaje de mano y por concepto de renta de hangares.

Los procedimientos para cuantificar cada uno de los conceptos antes mencionados, se describen más adelante.

Como puede observarse, todos los ingresos son los que percibe el organismo descentralizado Aeropuertos y Servicios Auxiliares (ASA) y no se incluye los que obtiene la empresa Servicios a la Navegación en el Espacio - Aéreo Mexicano (SENEAM), ni los que obtiene ASA por concepto de arrendamientos para concesiones comerciales.

El primero de éstos no se contabiliza, debido a que los servicios que presta (SENEAM) son muy diversos y no se efectúan en un punto geográfico bien definido, por lo que no es factible asignarlos a un aeropuerto en particular; los segundos, en ocasiones no es posible cuantificarlos de manera confiable, debido principalmente a que en ocasiones, dentro de los proyectos, no se asignan áreas específicas para éste tipo de actividad, por lo que es necesario disponer de todos los conceptos de demanda esperados, durante todo el horizonte de estudio, como son:

AVIACION COMERCIAL

- Número de operaciones de aterrizaje anuales nacionales de aviación troncal, por cada ruta.

- Número de operaciones de aterrizaje anuales internacionales por cada ruta.
- Número de operaciones de aterrizaje anuales nacionales de aviación regional, por cada ruta.
- Número de pasajeros anuales de salida nacional, de aviación troncal.
- Número de pasajeros de aviación internacional.
- Número de pasajeros anuales de salida nacional, de aviación regional.

AVIACION GENERAL

- Número de operaciones anuales de aviación general.

AVIACION COMERCIAL Y GENERAL

- Es indispensable tomar en cuenta:
 - Tipo de aeronave utilizada en cada ruta, por cada tipo de aviación.
 - Consumo de combustible por etapa, para cada uno de los diferentes tipos de aeronaves.
 - Distancias promedio de las etapas de vuelo

Anexo cuadro de tarifas publicadas en el Diario Oficial (ver tablas de fecha 23 de abril de 1985, números 4, 5 y 6), que se integran en las siguientes páginas.

Las cuotas que se utilizan para el cálculo de los ingresos, son las que autoriza la Dirección General de Tarifas de la S. C. T., las cuales aparecen publicadas en el Diario Oficial de la Federación.

Es conveniente que algunas de estas tarifas se apliquen por tiempo, otras por evento y algunas por litro de combustible suministrado. En los casos en que el cobro concede un cierto tiempo libre de cargo, se considera que el lapso es suficiente para embarque y desembarque de pasajeros, carga y equipaje, por tanto las aerolíneas no incurrir en sobrecostos por demoras.

Tabla No. 4
Cuotas por Servicios Aeroportuarios.

*A C U E R D O

UNICO: Se aprueba al organismo público descentralizado Aeropuertos y Servicios Auxiliares, prestador de los servicios aeroportuarios la siguiente.

TARIFAS

I. SERVICIO DE ATERRIZAJES

RANGOS DE PESO	V U E L O S	
	NACIONALES	INTERNACIONALES
De 10,001 a 10,000 Kg.	\$ 2,574.00	\$ 7,821.00
De 20,001 a 40,000 Kg.	5,079.00	15,316.00
De 40,001 a 60,000 Kg.	8,094.00	24,441.00
De 60,001 a 100,000 Kg.	12,831.00	38,780.00
De 100,001 a 125,000 Kg.	20,475.00	61,919.00
De 125,001 a 150,000 Kg.	29,305.00	88,315.00
De 150,001 en adelante por cada 1,000 Kg. o fracción	294.00	887.00

II. SERVICIO DE PASILLO TELESCOPICO, SALAMOVIL Y/O AEROCAR

RANGOS DE PESO	V U E L O S			
	NACIONALES		INTERNACIONALES	
	1/	2/	1/	2/
De 15,001 a 40,000 Kg.	\$ 616.00	\$ 274.00	\$1,855.00	\$ 821.00
De 40,001 a 65,000 Kg.	783.00	342.00	2,361.00	1,045.00
De 65,001 a 95,000 Kg.	929.00	412.00	2,799.00	1,270.00
De 95,001 a 115,000 Kg.	1,224.00	538.00	3,698.00	1,630.00
De 115,001 a 150,000 Kg.	1,762.00	783.00	5,316.00	2,361.00
De 150,001 Kg. en adelante	2,456.00	1,077.00	7,395.00	3,260.00

1/ por los primeros 60 mins.
2/ por los siguientes 30 mins.,
adicionales o fracción mayor
de 5 mins.

* Cuotas vigentes a mayo de 1985.

Tabla No. 5

Cuotas por Servicios Auxiliares

III. SERVICIO DE ASISTENCIA EN TIERRA "SERVICIO DE RAMPA"

	CUOTAS REGULAR	POR HORA	SERVICIO NO REGULAR
Tractor para equipaje	\$ 4,720.00		\$ 5,697.00
Carrito de equipaje	977.00		1,057.00
Dollie para equipaje o carga	3,000.00		3,584.00
Plataforma para carga	1,630.00		1,956.00
Escalera de pasajeros (manual)	1,630.00		1,956.00
Escalera de pasajeros (motorizada)	4,067.00		4,888.00
Escalera de servicio	653.00		809.00
Aguas negras	5,697.00		6,844.00
Aguas potables	4,067.00		4,888.00
Loader mediano	15,643.00		18,733.00
Loader grande	17,599.00		21,183.00
Montacarga chica (menos de 10,000 Kg.)	7,821.00		9,451.00
Montacarga grande (más de 10,000 Kg.)	9,451.00		11,406.00
Banda conveyor	6,518.00		7,821.00
Planta	14,171.00		17,014.00
Arrancador	7,575.00		10,260.00
Push Back (avión mediano)	6,518.00		7,821.00
Push Back (avión grande)	12,709.00		15,316.00
Horquilla chica	1,956.00		2,349.00
Horquilla grande	2,361.00		2,832.00
Remolque (avión mediano)	12,709.00		15,316.00
Remolque (avión grande)	15,643.00		18,902.00
Supervisor de rampa	3,741.00		4,563.00
Operador o chofer	1,956.00		2,349.00
Controlador de equipaje	1,630.00		1,956.00
Trabajador general	1,630.00		1,956.00
Mecánico	3,741.00		4,563.00
Policia	1,708.00		2,034.00
Despachador	3,741.00		4,563.00
Documentador	3,741.00		4,563.00

Tabla No. 6

Cuotas por Servicios Adicionales

IV. SERVICIOS AEROPORTUARIOS QUE PAGAN A TRAVES
DEL COMBUSTIBLE

	V U E L O S	
	NACIONAL	INTERNACIONAL
Por litro de combustible servido	\$ 1.958	\$ 5.574

V. SERVICIO DE REVISION A PASAJEROS Y SU EQUIPAJE
DE MANO

	V U E L O S	
	NACIONAL	INTERNACIONAL
Por pasajero	\$ 44.00	\$ 49.00

VI. SERVICIO DE ABASTECIMIENTO O SUCCION DE
COMBUSTIBLE

	V U E L O S	
	NACIONAL	INTERNACIONAL
Por litro	\$ 3.451	\$ 3.963

PROCEDIMIENTO PARA EL CALCULO DE CADA RUBRO QUE INTEGRAN LOS INGRESOS

III.1 INGRESOS POR SERVICIOS AEROPORTUARIOS DE ATERRIZAJE.

Para determinar los ingresos por este concepto, se requiere conocer el número de operaciones anuales (aterrizajes), que se espera se lleven a cabo para cada tipo de aviación (comercial troncal, regional, internacional y general), año por año, hasta cubrir el periodo que abarca el horizonte de planeación; que pueden ser 10, 15 ó 20 años respectivamente.

Por otro lado, la cuota que se cobra por cada operación, está en función del peso total de la aeronave; es necesario saber si se trata de aviación nacional o internacional, ya que esto también influye para el cobro. - - Existe un cuadro de información general (tipos de aeronaves y sus principales características) una vez definido el tipo de avión (ver tabla No.3) en el capítulo II.3 en donde se puede saber el peso del equipo considerado; con este valor entrando a los rangos tabulados y las cuotas establecidas, podemos proceder al cálculo de ingresos por servicios aeroportuarios, esto se obtiene, multiplicando la tarifa definida entre dos por el número de operaciones en cada año, resultando así, el ingreso correspondiente y se realiza una sumatoria de las operaciones, para contar con un importe total.

Ejemplo: Si tomamos el avión para vuelos nacionales comerciales de aviación troncal (Boeing 727-200), de la tabla No. 3 en el capítulo II.3, se identifica el avión con el que se realizan los cálculos, así de la tabla No. 3, los distintos tipos de aeronaves ocupan los renglones y en las columnas se encuentran sus características generales. Así con esta referencia buscamos el equipo considerado y su respectivo peso máximo de despegue, para este caso se lee 173,000 libras, pasando las libras en kilogramos, ya sea dividiendo esta cantidad entre el factor 2.2 o su equivalencia, resultando $173,000/2.2 = 78.636$ Kg. con el resultado anterior se entra a la tabla de tarifas y con el rango de peso (tarifas del Diario Oficial de la Federación ver cuadro No. 4), quedando nuestro valor entre - - 60.001 Kg. y 100,000 Kg. la cuota que corresponde para vuelo nacional es

de \$12,831.00 por cada evento. Como en las estadísticas y proyecciones - se contabilizan, tanto aterrizajes como despegues, para que el resultado sea real, se divide la cuota entre 2; de ésta manera, se cobran únicamente la mitad de las operaciones; en este caso, los aterrizajes únicamente. Así, obtenemos un ingreso parcial, para ser integrado a la tabla de evaluación financiera.

III.2 INGRESOS POR SERVICIOS AUXILIARES

Para contabilizar este rubro, se considera el número de operaciones anuales, en cada tipo de aviación (aviación comercial troncal, aviación internacional y aviación comercial regional). Los servicios que se les proporciona son los siguientes: pasillo telescópico, sala móvil y/o aerocar; - suministro de agua potable, desechos de aguas negras; uso de bandas para equipaje (banda conveyor); servicios aeroportuarios que pagan a través de combustible y servicio de abastecimiento o succión de combustible; la forma de determinar la cuota para cada servicio de los antes mencionados es la siguiente:

a) La cuota por pasillo telescópico, sala móvil y/o aerocar, se determina en base al rango de peso del avión considerado, en nuestro caso el Boeing 727-200, que pesa 78,636 Kg.; con este dato de la tabla No. 4, que tiene el encabezado del mismo nombre que el pago mencionado, nos ubicamos en el rango de 65,001 kg. y 95,000 Kg., para este caso el costo que se toma es por los primeros 60 min. y nos da un precio de \$929.00 por cada operación de aterrizaje, por lo que es necesario, dividir el total de operaciones - de cada año entre 2 y multiplicarlo por la cantidad determinada.

b) La cuota por suministro de agua potable, se determina de la tabla que tiene el siguiente encabezado: SERVICIOS DE ASISTENCIA EN TIERRA (Servicios en rampa, tabla No. 5), aquí, se busca el concepto en la primera columna y en las dos siguientes tenemos la cantidad, ya sea para vuelos regulares y no regulares. Entendiéndose por regulares, aquellos que tienen su itinerario u hora bien definida de servicio.

Así, para nuestro caso, es un vuelo regular y la cuota que le corresponde es de \$4,067.00 por cada operación de aterrizaje, por lo que se debe dividir el total de operaciones de cada año entre 2 y multiplicarlo por la -- cantidad determinada.

c) El mismo proceso se realiza para los conceptos correspondientes a desechos de aguas negras y uso de bandas para equipaje correspondiéndoles -- \$5,697.00 y \$6,518.00 respectivamente, estas últimas cuotas, se determinan del mismo cuadro donde se obtuvo para el agua potable.

d) Cuota por servicios aeroportuarios que pagan a través de combustibles. Para cuantificar este ingreso, es necesario determinar la cantidad de combustible que requiere cada tipo de avión, para llevar a cabo su recorri-- do, ya que esta cuota se aplica por cada litro que se suministra y por ca da operación de despegue; además debe de tomarse en cuenta, si se trata -- de un vuelo nacional o internacional, ya que de acuerdo a ésto varía la -- cuota; para nuestro caso, se trata de un vuelo nacional y la cuota corres ponde a \$1.958 (tabla No.6) por cada litro servido (para calcular el con sumo de combustible revisar el Subtema II.3 Rutas Aéreas). Este mismo -- procedimiento se aplica al concepto SERVICIO DE ABASTECIMIENTO o SUCCION DE COMBUSTIBLES lo que varía es el precio ya que en este caso corresponde a \$3.451 por cada litro servicio para un vuelo nacional (comprobar cuota en tabla No. 6).

III.3 INGRESOS ADICIONALES OTROS SERVICIOS

Tenemos:

- A) Venta directa de combustibles a todas las aeronaves que operan en el -- aeropuerto.
- B) Derecho y Uso del Aeropuerto (DUA), cobro por cada pasajero de salida viaje sencillo (\$550.00 nacional y \$2,100.00 internacional), cuotas vi gentes a mayo de 1985.

C) Recuperación de terrenos (cuando el proyecto consiste en sustitución de instalaciones).

D) Revisión de equipaje de pasajeros.

Para determinar cada cuota de las mencionadas anteriormente y generar ingresos, se sigue el siguiente procedimiento de análisis:

A) INGRESOS POR VENTA DE COMBUSTIBLES

Para cuantificar los ingresos por venta de combustibles, es necesario determinar las distintas rutas aéreas de las cuales se obtendrán las distancias promedio de un punto a otro, llamados también de origen y destino; - así como también las frecuencias de los tipos de aviones que integran la red de transporte aéreo, por lo que en cada recorrido hay que tomar en -- cuenta al tipo de avión. En el capítulo II, (Rutas Aéreas) se tiene el - desarrollo para determinar la cantidad de combustible necesario para cada tipo de avión, dependiendo de los trayectos y del consumo horario de energético de cada aeronave.

Una vez que se conoce el consumo por etapa (cantidad de combustible), consultamos la tabla de precios de combustibles (consultar la siguiente tabla No. 7 de precios a junio de 1985), los precios que aparecen en la tabla son por cada litro; como se ve, tenemos varios tipos de hidrocarburos entre ellos la "turbosina", para consumo de aviones grandes o de turbina y el gasavión de dos tipos, para avionetas y aviones de motor o hélice.

En nuestro caso, para un Boeing 727-200 se consume turbosina, cuyo costo es de \$48.801 por lts. precios que cobra el Organismo Aeropuertos y Servicios Auxiliares (ASA); suponiendo un consumo por etapa de México-Zihuatanejo de 3,000 lts., el ingreso será: $(3,000 \text{ lts.}) \times (\$48.801) \times (\text{número de operaciones anuales en esta ruta}/2) = \text{ingreso por venta de combustible}$, para un año de la aviación comercial nacional troncal, únicamente. - Desarrollando el mismo procedimiento para cada tipo de aviación (internacional, nacional y aviación general*).

Tabla No. 7

TARIFAS DE COMBUSTIBLES Y LUBRICANTES
A PARTIR DEL 1º DE FEBRERO A MARZO DE 1985 (VIGENCIA)

NUM. DE PRODUCTO	PRECIO A. S. A.	IMPUESTO S/GASOLINAS	TOTAL VENTA COM.	CUOTA A. S. A.	CUOTA SENEAM	TOTAL DE VENTA
Turbosina-Vuelos regulares	48.801	15%	55.2345	1.35	5.00	61.5845
Turbosina-Vuelos no regulares	48.03	15%	55.2345	1.35	5.00	61.5845
Turbosina-Vuelos no regulares Internacionales (MAT. EXTRAN. CHARTER)	48.03	15%	55.2345	1.35	5.00	61.5845
Gasavión 100/130	66.1362	21.5099%	78.4100	1.35	5.00	84.7600
Gasavión 80/87	53.0027	17.1321%	60.2026	1.35	5.00	66.5526
Esso 100 y 200 A granel	206.00	15%				236.90
Esso 100 con ADA granel	308.00	15%				354.200
Esso 120 en lata	300.00	15%				345.00
Esso 100 con AD	308.00	15%				354.00
Esso 100 en lata	300.00	15%				345.00
Diesel	35.3005	15%				36.7770

* Para la aviación general (Vuelos particulares, oficiales y aviación privada), el consumo por etapa se consideran como un factor de 57.225, dato que se obtuvo de un estudio en toda la red aeroportuaria nacional mexicana. Y para obtener el ingreso anual por venta de combustible, se tiene:

$$\text{INGRESO} = (\text{CONSUMO POR ETAPA}) \times (\text{PRECIO DE COMBUSTIBLE/LITRO}) \times (\text{NUMERO DE OPERACIONES ANUALES DE AV. GENERAL ENTRE DOS}).$$

B) INGRESO POR DERECHO DE USO DEL AEROPUERTO

Para cuantificar este ingreso, es necesario conocer el movimiento anual de pasajeros, considerando pasajeros comerciales nacionales separados de los pasajeros internacionales, ya que para cada tipo de pasajero, varía la cuota establecida.

Los únicos pasajeros que no pagan ésta tarifa, son los que integran la aviación general.

La cuota que rige en este momento (6 de marzo de 1985) es \$550.00 y \$2,100.00 para pasajeros nacionales e internacionales, respectivamente. Los importes antes mencionados, corresponden a un viaje sencillo, consecuentemente para determinar los ingresos anuales por este concepto, se deberá multiplicar la cuota por el número de pasajeros anuales esperados entre dos; ésto se hace por separado para cada clase de pasajeros (nacionales e internacionales), que sumando los ingresos de los dos, nos da el importe total.

C) INGRESOS POR RECUPERACION DE TERRENOS

En el caso de que no sea posible realizar las ampliaciones necesarias, se debe localizar un nuevo sitio y abandonar las antiguas instalaciones, generando un ingreso positivo a la cuenta del Balance Financiero.

Lo anterior, se refiere a ingresos que genera la venta de terrenos, para el desarrollo de una actividad distinta a la aeronáutica; este caso se da cuando ya exista un aeropuerto en operación, pero debido a la saturación

de las instalaciones, es necesario ampliar parte o la totalidad de las -- instalaciones; y con ello, mantener la cantidad del servicio para usua- - rios y el equipo de operación.

D) INGRESOS POR REVISION DE PASAJEROS Y SU EQUIPAJE DE MANO

La cuota que por este concepto recauda el Organismo ASA, se determina en base a lo autorizado por la Dirección de Tarifas de la Secretaría de Comunicaciones y Transportes (SCT), publicado en el Diario Oficial de la Federación (viernes 22 de marzo de 1985), en donde podemos determinar un im-- porte de \$44.00 para pasajeros nacionales (aviación comercial troncal regional) y \$49.00 para los internacionales. Consultar tabla No. 6.

La forma de determinar los ingresos en estos rubros será: tener bien de-- finido el número de pasajeros anuales movidos en el aeropuerto en estu- - dio, clasificados de acuerdo a su tipo, por lo tanto: $\text{INGRESO} = \text{Número de pasajeros anuales} \times \text{cuota correspondiente, entre dos.}$

Para comprender bien el desarrollo del Capítulo III, en el anexo No. 3, - se presenta una Tabla General de Balance Financiero de un Aeropuerto, to-- mando en cuenta desde los resultados finales de datos estadísticos de: Pasajeros, Operaciones, Cuotas, Ingresos, Egresos, etc.

IV. EGRESOS GENERADOS POR LA EJECUCION DEL PROYECTO

IV.1 EGRESOS DIRECTOS DEL PROYECTO

Para determinar los egresos que se ejercen por la ejecución física del -- proyecto, se definen las capacidades de las instalaciones en base a la de manda esperada, para cada servicio que se presta en el aeropuerto, como - son: número y dimensión de las pistas, calles de rodaje, plataformas, -- edificios, estacionamientos, caminos de acceso, zona de combustibles y de más instalaciones. Para ello, es necesario conocer las concentraciones - horarias previamente calculadas en "Análisis de la Demanda", capítulo II.

Un aeropuerto está formado por un conjunto de elementos, que una vez definida su magnitud y etapas de desarrollo, permitirá establecer un programa de inversiones, de acuerdo a su crecimiento. Para llevar a cabo lo anterior, es necesario contar con el Plan Maestro, ya que éste fija, para cada elemento que integra el proyecto, el lugar y el espacio suficiente para dar cabida a las áreas requeridas y sus ampliaciones futuras; por lo que es posible que en las primeras etapas, no sea necesario contar con algunos elementos, como puede ser el caso de una terminal de carga; pero en el análisis de la demanda deberá precisarse si en el futuro será necesario construir una terminal de este tipo, en cuyo caso el Plan Maestro contará con el área para éstos fines y prever el costo correspondiente.

Después de examinar los aspectos funcionales de las instalaciones y las características de la superficie de un aeropuerto. Nos restaría analizar el proceso de capacidad de los distintos elementos constitutivos del sistema.

Hablar sobre el tema de Capacidad Aeroportuaria, es de especial interés, por lo amplio del término "capacidad" y por sus implicaciones y consecuencias en la planeación y ejecución de las instalaciones. Los diversos enfoques metodológicos para analizar este problema y su aplicación en los diversos sistemas y subsistemas del aeropuerto, contribuyen a que este tema adquiera especial interés para los diseñadores de aeropuertos.

Resulta importante señalar, que en planeación aeroportuaria, al igual que en la planeación de otros sistemas de infraestructura del transporte, se entiende por "capacidad", a la adecuación de los elementos para atender - en el tiempo, a las necesidades de servicio planteadas por el usuario.

De esta manera, no es posible hablar de "capacidad", sin manejar simultáneamente el concepto de la demanda.

Además, la "capacidad" depende del nivel de servicio (holgado, necesario, saturado y sobresaturado) o calidad del servicio, ésto es, del grado de comodidad que se debe proporcionar al equipo de operación y a los usua-

rios.

Por otra parte, al hablar de "capacidad" en planeación aeroportuaria, necesariamente debemos referirnos a la interdependencia de los diversos sistemas y subsistemas, considerando como los más relevantes de éstos al espacio aéreo, al sistema de pistas y rodajes, y al sistema de área terminal, incluyendo el camino de acceso.

Por lo tanto, cualquier análisis de "capacidad" de aeropuertos, siempre deberá tener en cuenta y estar referido a éstos tres elementos:

- El volúmen de la demanda esperada y el período durante el cual se pretende satisfacerla.
- El nivel de calidad del servicio que se ofrece al usuario.
- El equilibrio entre las capacidades propias de cada uno de los sistemas y subsistemas del aeropuerto.

Sobre el primer punto, no es posible dejar de enfatizar la importancia de contar con una metodología adecuada, que permita conocer con certeza los rangos, de la demanda esperada. Sin embargo, tradicionalmente los planeadores de aeropuertos han enfrentado, en este sentido, enormes dificultades; como se sabe, la predicción de la demanda requiere de mucho trabajo de suposición, por lo que, mientras más lejos sea el horizonte, mayor será el grado de incertidumbre.

Por estas razones, al evaluar la capacidad de un aeropuerto, el planeador deberá utilizar pronósticos a corto o mediano plazo, que le permitan tener la certeza de que sus consideraciones están solidamente apoyadas en elementos conocidos. Una vez determinados estos pronósticos, debe llevarse a cabo un ejercicio de análisis para determinar los factores básicos de dimensionamiento para 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 a las instalaciones del propio

aeropuerto. Así, el enfoque que permita desarrollar los sistemas del - - aeropuerto sobre una base de adaptabilidad y flexibilidad, podría ayudar a evitar el sobredimensionamiento de las instalaciones, al mismo tiempo - que permitiría su adecuado y ordenado desarrollo, incluso si se presentaran volúmenes de actividades por encima de las previstas originalmente; - desde luego, un enfoque de este tipo, lleva implícito la necesidad de vigilar y actualizar con regularidad los pronósticos, para adecuar las soluciones a los cambios que se presenten.

Esta situación adquiere especial relevancia en la actualidad, ante la tendencia que existe en el mundo para eliminar restricciones del tipo legislativa, a las empresas de aviación, para permitirles entrar en un mercado de libre competencia; este hecho, indiscutiblemente causará serios problemas en muchos de los aeropuertos Mexicanos, tanto por momentáneos picos - en el tráfico, como porque en general, las instalaciones estarán sujetas a cambios con una velocidad que no se conocían en el pasado.

Sobre este aspecto, es necesario señalar la enorme importancia que tendrá una adecuada colaboración y coordinación entre las empresas de aviación y las autoridades aeroportuarias, puesto que se ha visto, en innumerables - ocasiones, que el transporte aéreo se adapta con relativa facilidad y velocidad a los cambios en la demanda; en contraste con los aeropuertos que requieren plazos ciertamente prolongados para adecuar sus instalaciones. Además, esta colaboración adquiere especial relevancia, para evitar que - los aeropuertos lleven a cabo obras para atender flujos que después de un plazo desaparezcan, porque el mercado no fue suficientemente productivo; puesto que a diferencia de las empresas de aviación, que pueden con cierta facilidad resolver éstos cambios, mediante la modificación de sus rutas o las frecuencias, en cambio las instalaciones aeroportuarias una vez construidas permanecen, aún cuando dejen de usarse o se reduzca en forma importante su nivel de utilización.

Sobre el segundo punto, relacionado con el nivel de calidad del servicio, se debe plantear que si bien existen algunos elementos en el sistema aeroportuario que pueden operar de acuerdo con diversas normas, también exis-

te el riesgo de poner en peligro la seguridad del usuario, lo cual, a todas luces, es inaceptable.

Este segundo grupo de elementos se relaciona con las instalaciones en el área aeronáutica y para su diseño se deben adoptar, como mínimo, las normas establecidas por la Organización Aeronáutica Civil Internacional - - (OACI), independientemente de que en algunos casos las prácticas propias de los países puedan establecer normas más estrictas.

Sin embargo, esto no quiere decir que en su aplicación, estas normas no deban ser cuidadosamente analizadas, pues ello podría llevar a gastos innecesarios; por ejemplo si en un futuro se pretenden llevar a cabo operaciones nocturnas en categoría II (ver figura No. 6), sería inútil contar anticipadamente con las instalaciones correspondientes.

Como ejemplo relacionado con este caso, lo constituye el sistema de calles de rodaje, para unir una pista con el área terminal. El sistema de calles de rodaje, debe ser cuidadosamente analizado, en función del número de operaciones horarias que se esperan en el aeropuerto. Especial ca u i d a d o debe ponerse, para definir el tipo y número de eventos ocurridos, pa ra d e f i n i r un adecuado nivel de servicio. La economía del usuario debe tomarse en cuenta en este análisis, puesto que es factible aceptar que al g u n tipo de aviación tenga pequeñas demoras, si a cambio de ello puede ob t e n e r s e una importante reducción en los costos de construcción, operación y mantenimiento.

Oferta Realista

Esta parte del estudio, consiste, en hacer un balance del estado actual - (cuando se trata de una ampliación o modernización del aeropuerto), o del sitio propuesto, en el cual se van a realizar todas las obras e instalaciones que son necesarias para satisfacer el programa elegido. Esta operación es de importancia, ya que consiste en determinar el nivel de saturación de las obras o de las instalaciones ya existentes, sin embargo, es necesario conocer aproximadamente estos niveles de saturación para poder

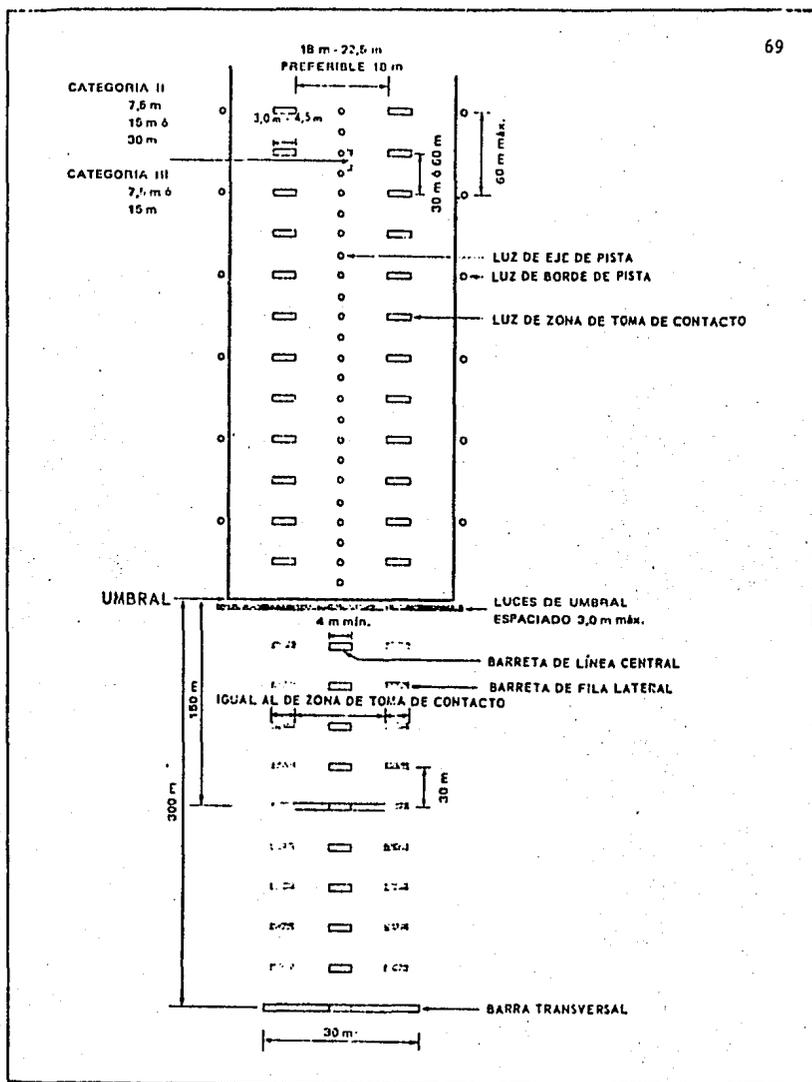


Figura 6. Sistema de luces de aproximación de categoría II

establecer los programas de inversiones de cada aeropuerto, de una manera realista.

La evaluación monetaria de los criterios cualitativos es mucho más difícil, por ejemplo en caso de saturación de los puntos de acceso al aeropuerto se debe estimar el aumento del costo que deberá pagar el usuario debido al crecimiento del largo recorrido. Estos costos no son de la misma naturaleza, por lo tanto, no pueden ser adjuntados a los costos de las inversiones. Por tal razón, será conveniente entonces, definir el orden de importancia de las diferentes inversiones, para solucionar la saturación de tal o cual instalación u obra aeroportuaria.

Con respecto al programa de inversiones, cabe mencionar que en muchas ocasiones anulan el desarrollo de los aeropuertos, por problemas de disponibilidad de fondos ocasionando retrasos en la ejecución de las etapas, obligando a efectuar nuevos estudios de planeación que tomen en cuenta estos retrasos.

Cuando éstas condiciones se presentan sucesivamente, los aeropuertos pueden llegar a quedar fuera de una posible solución conveniente, ya que estos lapsos obligan a ir desarrollando el aeropuerto con obras provisionales que resuelven a medias los problemas y que a la larga no permiten otra solución que abandonar aquella construcción y reemplazarla por una nueva, lo que determina el desperdicio de todas las inversiones efectuadas.

Para alcanzar las metas que se proponen para todas las necesidades de planificación de un aeropuerto, es necesario suministrar las instalaciones adecuadas para las etapas señaladas. Otro factor que es importante tomar en cuenta en la formulación de programas de obra, es que la construcción debe preceder a las necesidades, en consecuencia el Plan general del conjunto de elementos que forman el aeropuerto, definirá el trazo general óptimo y los principios fundamentales que permitirán explotar de la mejor forma las posibilidades ofrecidas por el nuevo sitio o por el sitio actual, será entonces el resultado del examen de todos los factores vincula

dos al transporte aéreo, los cuales durante todo el periodo de utilización del aeropuerto, servirán para orientar o para frenar su desarrollo y su operación.

El desarrollo de los aeropuertos es pues, tan solo uno de los numerosos problemas urgentes de un país, y no siempre tienen la prioridad de la administración local o la nacional.

Para integrar los recursos necesarios en la construcción de un aeropuerto, debemos de tomar en cuenta de qué elementos se trata, así, de acuerdo a la demanda esperada y aplicando las especificaciones y normas establecidas, se calcula el área necesaria para cada elemento, y conociendo el costo índice correspondiente, obtenemos costos de obra y por último el costo total del proyecto.

Ejemplo: Tomando los datos del aeropuerto de Bahías de Huatulco, Oax., queremos saber con que área se debe contar en el edificio terminal para atender a los pasajeros, eficientemente, en el año de 1990.

De la tabla No. 1 en el capítulo II para el año de 1990, se espera atender un total de 353,900 pasajeros comerciales, para saber la concentración máxima horaria, aplicamos la fórmula correspondiente al subtema Pasajeros Horarios Totales y se tiene $Y = 0.16x^{0.606}$ en donde $X =$ es el número de pasajeros totales anuales (353,900) $Y =$ es el número de pasajeros horarios que se presentarán; por lo tanto, tendremos: $Y = 0.16 (353,900)^{0.606} = 369$ pasajeros, en concentración máxima horaria estimada. Este valor es el que se toma en cuenta para determinar la capacidad del edificio de pasajeros y así, proporcionar el servicio hasta el año 1990. Con ayuda de parámetros de diseño para cada elemento y tomando en cuenta las siguientes especificaciones indicadas a continuación:

ESTIMACION DE AREAS EN EDIFICIO TERMINAL

PASAJEROS ANUALES (EN MILES)	AREA POR PASAJERO EN HORA CRITICA (M2/PAX. THC)	
	NACIONAL	INTERNACIONAL
Menos de 100	7	8
100 pax. 300	8	10
300 pax. 1000	9	11
1000 pax. 3000	10	12
3000 en adelante	12	14

Continuando con nuestro ejemplo, en este caso, se presentan 353,900 pasajeros anuales, comparando esta cantidad con los datos del cuadro anterior, se ve que cae en el rango del renglón número 3 y como se trata de un aeropuerto internacional (Huatulco, Oax.) el área que se proporciona por cada pasajero, es de 11 m²; para determinar el área total necesaria únicamente multiplicamos el área unitaria (11 m²/pax. THC) por el número de pasajeros en hora crítica 369 obteniendo: Área total $A_T = 11 \text{ m}^2/\text{pax. THC} (369 \text{ pax. THC}), AT = 4,059 \text{ m}^2.$, área que será necesario tener para atender la demanda hasta el año de 1990.

Finalmente, a lo que llegaremos es a obtener el costo del edificio terminal; este costo se calcula con los costos índices o históricos que la Dirección General de Aeropuertos utiliza para la evaluación de sus proyectos. De los anexos (ver anexo No. 4) tenemos un mapa de la República Mexicana con el Título de "Zonificación por costos de Obra" y en éste, ubicamos el aeropuerto de Bahías de Huatulco, Oax., encontrándose en la zona número 3 y de la tabla No. 8 de "Costos de Obra de Infraestructura Aeroportuaria" en la columna 3 y el elemento de "Edificio Terminal" tenemos un costo por m². de \$158,500.00 pesos a mayo de 1985. Si ya tenemos el área total del edificio terminal y su costo por metro cuadrado estamos en condiciones de conocer el costo del edificio terminal; por tanto, tendremos: $\text{COSTO TOTAL} = \text{AREA} \times \text{COSTO UNITARIO}$, y sustituyendo valores $\text{COSTO TOTAL} = (4059 \text{ m}^2) (158,500.00 \text{ \$/m}^2) = 643.352 \text{ millones de pesos}$, esta inversión por lo general no se realiza en un año, sino que se va desarrollando de acuerdo a un programa previamente establecido por etapas y de aquí en adelante lo único que se hace es ir actualizando el costo con los

índices de incremento económico publicados por el Banco de México en su revista intitulada "Índices de Precios", que se edita mensualmente, en donde tenemos datos reales que nos sirven para procesar una correlación y dar una predicción del comportamiento futuro de los costos.

Para los demás elementos, el procedimiento es el mismo. A continuación se anexan cuadros de Parámetros de Diseño para el resto de las Áreas que integran un aeropuerto aplicando el mismo criterio.

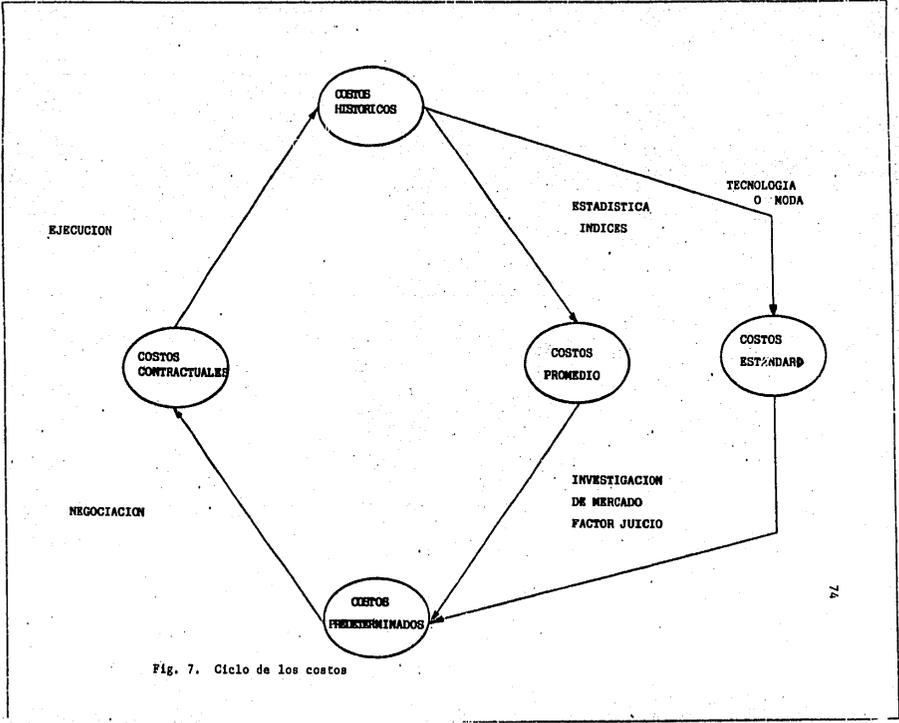


Fig. 7. Ciclo de los costos

GRAFICA DE NIVELES DE COSTOS

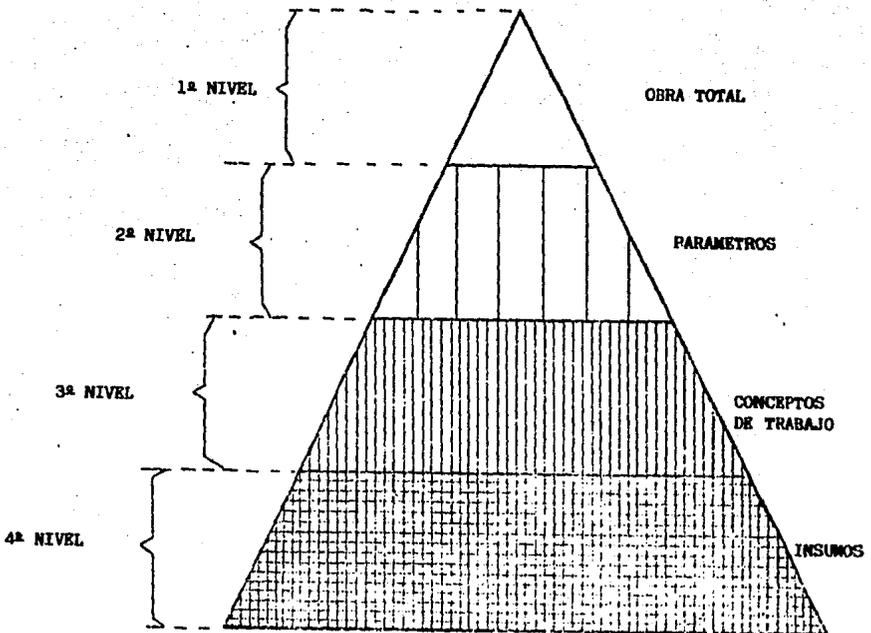


Fig. 8. Configuración de los niveles de los costos

Tabla No. 8

COSTOS DE OBRA POR TIPO DE ZONA ECONOMICA (\$/m2)

ELEMENTO	1	2	3	4	5
Pistas	13,000.00	11,300.00	9,200.00	9,500.00	10,600.00
Calles de rodaje	10,500.00	8,300.00	8,200.00	7,200.00	6,800.00
Plataformas	8,600.00	7,700.00	7,500.00	6,300.00	6,700.00
Estacionamiento y acceso	7,900.00	6,700.00	5,300.00	5,300.00	5,900.00
Banquetas y andadores	4,300.00	2,900.00	2,900.00	3,300.00	2,000.00
Jardines	8,300.00	5,600.00	4,600.00	4,400.00	6,400.00
Oficinas	164,300.00	161,300.00	168,500.00	188,200.00	155,400.00
Concesiones	161,700.00	159,700.00	161,700.00	214,100.00	165,900.00
Areas Públicas	148,800.00	134,900.00	153,600.00	140,800.00	137,500.00
Sanitarios	227,000.00	179,500.00	203,700.00	231,400.00	223,100.00
Area de servicios	108,800.00	105,000.00	105,200.00	110,400.00	100,100.00
Area de equipo	50,500.00	46,600.00	61,600.00	86,600.00	55,100.00
Torre de control	2,32 M c/mh				
Area de reclamo	152,200.00	138,200.00	156,100.00	149,700.00	142,300.00
Area de documentación	152,700.00	142,400.00	162,800.00	162,700.00	145,900.00
Area de última espera	156,500.00	139,300.00	158,700.00	149,700.00	145,900.00
Area de circulación	146,900.00	133,500.00	151,100.00	139,200.00	135,700.00
Area de servicios	151,700.00	144,700.00	163,700.00	180,700.00	149,800.00
CREI	108,200.00	104,200.00	109,200.00	121,100.00	102,200.00
Casa de máquinas	50,600.00	46,600.00	61,600.00	86,600.00	55,700.00
Edificio anexo	156,800.00	144,100.00	163,700.00	161,500.00	148,600.00
Vialidad de servicio	1,500.00	1,400.00	1,600.00	1,600.00	1,400.00
Edificio de mantenimiento	156,800.00	144,100.00	163,700.00	166,700.00	148,600.00
Edificio terminal	152,000.00	140,000.00	158,500.00	156,400.00	143,900.00
Ayudas visuales	394,000.00	por cada gabinete			
VOR (Instalación)	6.67 M				
Cono de vientos	2.30 M				
Hangares (11.5x10 m c/u)	5,200.00	4,800.00	5,400.00	5,400.00	5,000.00
Inst. ext. edificios	67.60 M				
Cerco perimetral	1,900.00	1,800.00	2,000.00	2,000.00	1,800.00
Sistema Papi	8.80 M				

CREI con cisterna	74.00 M	67.80 M	77.10 M	76.10 M	70.00 M
Señalamiento Hor. y Vert.	7.40 M	6.80 M	7.60 M	7.50 M	7.00 M
Cisterna General	21,900.00	20,100.00	22,800.00	22,500.00	20,700.00
Camino CREI	1,760.00	1,630.00	1,840.00	1,810.00	1,780.00
Camino perimetral	340.00	300.00	360.00	350.00	330.00
Iluminación (pista, rodaje, plataforma).	108.15 M	94.10 M	76.80 M	80.00 M	87.60 M
Suministro e inst. AVASIS	18.50 M				
Area de combustible	19,900.00	21,700.00	21,500.00	22,700.00	19,000.00

CANTIDADES A PESOS DE MAYO DE 1985

FACTOR DE ACTUALIZACION
MAR. - MAYO 1985 1.0567

DIMENSIONES PROMEDIO REQUERIDAS DE PISTA (1)

NIVEL DE DEMANDA PAX/AÑO	AVION CRITICO	*DIMENSION DE PISTA (M)
10,000-10,000	BEECH 99 (3er. nivel)	1400 x 30
100,000-300,000	FOKKER 27 (3er. nivel)	1800 x 30
300,000-1'000,000	BOEING 737 (2do. nivel)	2200 x 45
1'000,000-3'000,000	BOEING 727 (2do. nivel)	2600 x 45
3'000,000-en adelante	BOEING 747 (1er. nivel)	3600 x 60

* En diseño, hay que modificar estas dimensiones promedio, por altitud y temperatura del lugar.

(1) Datos recopilados del Esquema Director de la D.G.A.

DISEÑO DE SALIDAS Y CALLES DE RODAJE

PARA AEROPUERTO CON AVIACION DE 1º y 1º NIVEL

OPERACIONES EN HORA CRITICA	NUMERO DE SALIDAS REQUERIDAS	NUMERO DE CALLES DE RODAJE NECESARIAS
0 - 9	1	
10	2	
11	3	1
15	4	1
25	5	1
27	O T R A	P I S T A

PARA AEROPUERTO CON AVIACION DE 3er. NIVEL

OPERACIONES EN	NUMERO DE SALIDAS	CALLES DE RODAJE
0 - 8	1	
11	2	
12	3	1
15	4	1
24	5	1
28	O T R A	P I S T A

Parámetros de diseño para la estimación de áreas en plataformas para la aviación comercial y general en el siguiente cuadro.

Estos requerimientos de área en plataforma, son por avión crítico, por lo que para aviación comercial se tiene:

D E M A N D A	AVION CRITICO	AREA EN PLATAFORMA
10,000 - 100,000	1 - B - 99	1000 m2
100,000 - 300,000	3 - F - 27	2,600 m2
300,000 - 1'000,000	1 - B - 737	2,600 m2
1'000,000 - 3'000,000	2 - B - 727	4,300 m2
3'000,000 6 mas	1 - B - 747	6,750 m2

Para la aviación general, por especificación, debido al tipo de equipo de operación que predomina, se ha establecido dar la siguiente capacidad:

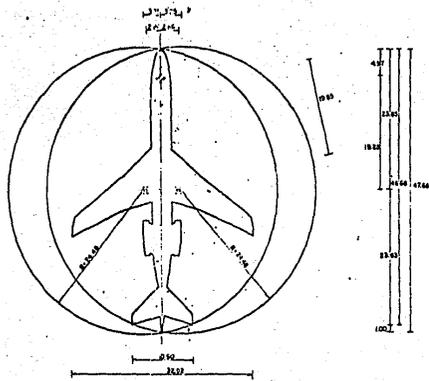
AVION CRITICO	AREA M2
Bimotor	400

La definición del nivel de operación (1º, 2º y 3º nivel) está relacionada con el tipo de avión que opera en el aeropuerto y así, llegamos a la siguiente clasificación:

NIVEL DE OPERACION	AVION CRITICO
1er. nivel	BOEING - 747 o similar
2do. nivel	BOEING - 737 BOEING - 727
3er. nivel	BEECH - 99 FOKKER - 27

En las siguientes figuras, podemos observar algunos de los aviones más conocidos, que operan en la red aeroportuaria nacional e internacional.

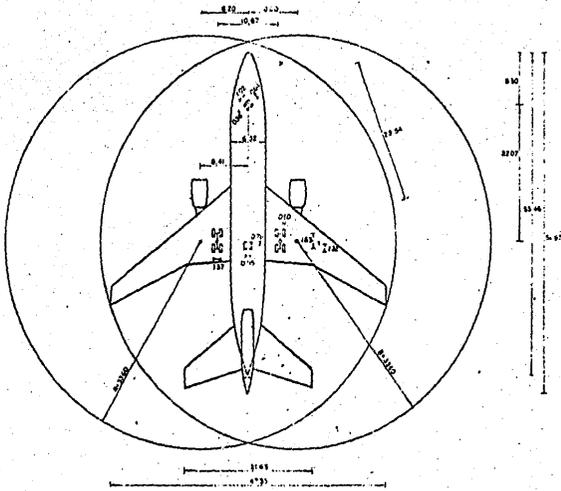
D-727-200



ESCALA 1:25
ACOTACIONES EN METROS

OFICINA DE PROYECTOS
AERONAUTICOS

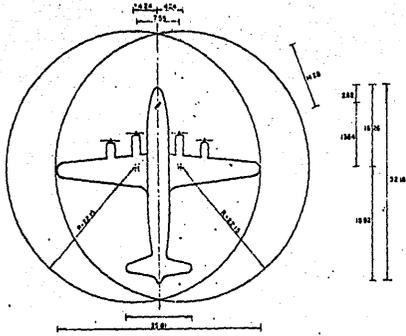
DC-10-30



ESCALA 1:250
ACOTACIONES EN METROS

OFICINA DE PROYECTOS
AERONAUTICOS

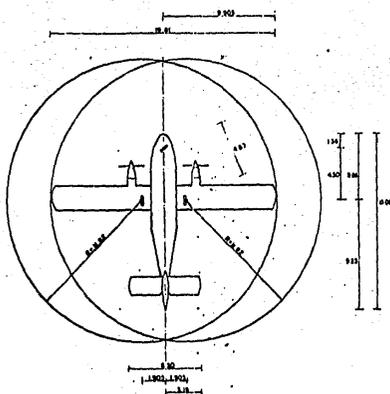
DC-6-B



ESCALA 1:250
COTACIONES EN METROS

OFICINA DE PROYECTOS
AERONAUTICOS

TWIN OTTER D3C-C



ESCALA 1:125
COTACIONES EN METROS

OFICINA DE PROYECTOS
AERONAUTICOS

Una vez calculadas todas las áreas requeridas para un cierto periodo, se tiene la siguiente tabla resumen llamada: "Programa de Inversiones por Etapas", como ejemplo tomamos el aeropuerto de Bahías de Huatulco, Oax., que se encuentra en proceso de construcción. (ver tabla No. 9 "Programa de Inversiones en el Aeropuerto de Bahías de Huatulco, Oax.").

Nota: Para consultar costos unitarios de obra, se anexa a la tabla anterior la relación de elementos y sus correspondientes precios estandar de cada una de las zonas en que está dividido el país. (ver tabla No. 8).

Para entender un poco más acerca de los costos manejados aquí, a continuación se hace una breve descripción de su origen, lo cual nos da más seguridad y confianza en su uso.

1. CICLO DE LOS COSTOS

Los costos de construcción presentan por lo general un cierto comportamiento de tipo cíclico y repetitivo al que se refiere como "El Ciclo de los Costos". Este concepto del Ciclo de los Costos, está en la actualidad escasamente difundido, debido al desconocimiento de técnicas adecuadas para el manejo de los costos y a la confusión existente en la terminología.

1.1 Gráfica del Ciclo de los Costos. (ver figura No. 7)

El contenido de este tema va enfocado principalmente al sector civil, aunque en un momento dado, los principios esbozados pueden ser aplicables a otros sectores, previa adecuación de términos, congruentes con la especialidad de que se trate.

Como se puede ver en la gráfica, se han considerado cinco tipos de costos, los cuales son:

COSTOS HISTORICOS
 COSTOS PROMEDIO
 COSTOS ESTANDARD

Tabla No. 9

PROGRAMA DE INVERSIONES EN EL AEROPUERTO DE HUATULCO, OAX.

ELEMENTOS COMPONENTES DEL AEROPUERTO	UNIDAD	PRECIO UNITARIO	P R I M E R A		E T A P A	
			INICIO CONSTRUC. PUESTA EN OPERAC. CAPACIDAD	1984 1986 1990	INICIO CONSTRUC. PUESTA EN OPERAC. CAPACIDAD	1986 1988 1990
			CANTIDAD DE OBRA	COSTO \bar{M}	CANTIDAD	COSTO \bar{M}
ZONA AERONAUTICA						
Pista 07-25	m2	12,362	121.500	1,502		
Rodaje B	m2	4,351	10,350	45		
Rodaje C	m2	4,351	10,350	45		
Rodaje paralelo D	m2	4,351				
AVIACION COMERCIAL						
Plataforma	m2	11,855	18,700	222		
Edificio Terminal	m2	126,600			3,943	500
Estacionamiento	m2	4,200	4,875	20.5		
AVIACION GENERAL						
Rodaje	m2	3,251			1,500	4.9
Plataforma	m2	3,811			4,428	16.9
Estacionamiento	m2	4,200			400	1.7
Hangares					2,160	

INSTALACIONES DE APOYO

Zona de combustible	m2	17,200	2,667	45.9	
Torre de control	m alto	1,85 M	25	46.3	
CREI	m2	99,800	1,050	104.8	
Edificio anexo	m2	130,800	90	117.7	
Edificio mantenimiento	m2	49,200	360	17.7	

AYUDAS VISUALES

Cono de vientos	lote	2,4 M	2	4.8	
PAPI	lote	6,07 M	2	12.10	
Iluminación pista rodajes y plataforma	lote	70 M	1	70.00	

RADIO AYUDAS

VOR-DME	lote	4.8 M	1	4.8	
IIS					
VIALIDAD DE ACCESO	m2	7,173	5,850	42.0	
VIALIDAD DE SERVICIO	m2	1,443	10,530	15.2	
CAMINO PERIMETRAL	m2	807			28.000
T O T A L				2,315.8	22.6
					546.4

COSTOS PREDETERMINADOS
COSTOS CONTRACTUALES

El ciclo puede iniciarse con cualquiera de los cinco diferentes tipos de costos, pero tomando en consideración la secuencia lógica de actividades del proceso constructivo; es común que se considere como el punto de partida a los llamados:

COSTOS HISTORICOS, que son el resultado en unidades monetarias del proceso o actividad en cuestión. De los costos históricos y por medio de los reportes de construcción se pueden conocer: costo total del proyecto, -- costos directos e indirectos, porcentaje de utilidad y mano de obra, costos totales de parámetro, costos promedio de materiales, rendimientos, -- etc. Son estos los datos con que todo analista de costos debe disponer, obtenidos ya sea por experiencia propia o ajena y que resulten idóneos para que permitan hacer pronósticos futuros de costos con la precisión requerida. Para utilizar la experiencia obtenida en el pasado, y para aplicarla al presente y al futuro, se requiere de la utilización de los índices de costos, herramienta que permita cambiar de fecha y lugar a los costos y que, con la ayuda de la estadística, se pueden calcular, tanto los promedios, como sus desviaciones. A través de los índices, se podrá obtener los COSTOS PROMEDIO, que no son otra cosa que los costos históricos -- llevados a valor presente.

Una vez que a los costos promedio actualizados se les aplica un valor de juicio (factor de corrección), se obtienen los COSTOS PREDETERMINADOS, -- que vienen a ser el cálculo anticipado, que el analista juzga, serán los valores más aproximados en el proceso constructivo.

El factor de juicio es un indicador que, aplicado a los costos ocurridos, trata de adaptarlos a una realidad posterior, y se calcula tomando en cuenta diversos puntos, que a criterio del analista, pueden servir de referencia entre el proyecto que se va costear y el que se ha tomado como modelo.

Continuando con el trámite de la negociación correspondiente a la obra de que se trata, los costos predeterminados sufren cambios llegando a ser -- los costos contractuales.

COSTOS CONTRACTUALES. Son aquellos costos, mediante los cuales, el propietario y constructor convienen en celebrar el correspondiente contrato, y es en ese momento donde el control de costos implica la vigilancia en los mismos. Prosiguiendo con la ejecución del proceso constructivo y a la terminación de este, se llega a los costos reales, que para futuros -- procesos serán los costos históricos, asegurando así la continuidad del ciclo de los costos.

1.2. Conclusiones

- A.- Se proporciona una directriz a seguir, al enmarcar dentro de un ciclo a los costos del proceso constructivo.
- B.- Se señala la forma para pasar de un tipo de costo a otro.
- C.- Se hace sentir la necesidad de llevar registros de costos con datos -- lo más completo y ordenado posible.

Ahora bien, con los costos obtenidos durante el ciclo descrito y de acuerdo con la información disponible que del proyecto se tenga, el analista -- podrá aplicar la metodología de los "Niveles de Costos", que a continuación se presenta.

2. NIVELES DE COSTO

2.1 Introducción

Se debe entender por niveles de costos, a los diferentes agrupamientos de los mismos, que se pueden hacer con los conceptos que intervienen en progreso constructivo, con el fin de presentar los estimados de costos de un determinado grado de desgloses, que sea acorde con la información disponible y con la aproximación que se desee dar al estimado.

2.2 Gráficas de los niveles de Costos (ver figura No. 8)

2.3 Niveles de Costos

Primer nivel de costo.- Corresponde al costo total del proceso constructivo en cuestión y su utilización es para evaluación de proyectos, evalúos y comprobación de estimados de detalles. Otra utilización del costo total es el parámetro de costos globales, que es el resultado de dividir la inversión total entre una o más medidas que sean representativas del proyecto.

Segundo nivel de costos.- El costo total puede ser desglosado en sus componentes, obteniéndose así los costos por partidas, costos por rubros o costos por parámetros. Sólo han de cumplirse las siguientes condiciones:

- Que la suma de los costos por partida sea idéntica al costo total.
- Que los parámetros estén agrupados de tal manera que representen una función del proyecto.

Tercer nivel de costos.- Continuando con el desglose de componentes, se llega a los costos por conceptos de trabajo que representan las diferentes partes de una obra. Los conceptos de trabajo tienen una gran relación con las especificaciones y a sus definiciones de costos y se les conoce como costos unitarios. El principal uso de los costos de este nivel, consiste en ser el sistema bajo el cual se formulan las estimaciones de costo y se hacen las contrataciones de obra.

Cuarto nivel de costos.- Los costos más simples en que pueden dividirse los proyectos son los costos por insumos, que vienen a ser los materiales, la mano de obra, la maquinaria, el equipo, etc. Este nivel de agrupación es el nivel mediante el cual se realiza la obra resultando el puente entre la ingeniería y la administración.

2.4 Conclusiones

Todo analista de costos debe de disponer de catálogos de cuentas bien definidos, estudios de mercado de insumos, formatos de registro de información en todos los niveles necesarios para su empresa, etc.

Con estos puntos satisfechos podrá decidir adecuadamente, a que nivel de costos se remitirá para la cotización que realice.

Del análisis anterior, resulta lo que se llama "Egresos Directos por Construcción del Proyecto"; que clasificados en cada año que se programa, es lo que nos da una distribución de inversiones por etapas.

IV.2 EGRESOS DE OPERACION DEL PROYECTO

El análisis que desarrolla la Dirección General de Aeropuertos, para cuantificar los Egresos de Operación, es el siguiente:

- Como los cálculos son a nivel de proyecto, no es necesario llegar al detalle, por lo que es conveniente tomar en cuenta aquellas acciones o actividades más representativas para integrar lo que llamamos gastos para mantener en operación un aeropuerto, para este apartado vamos a considerar - equipo y bienes de operación, gastos para servicios personales, mantenimiento, conservación y de administración .

Un análisis que se elaboró de las cuentas de ASA (Aeropuertos y Servicios Auxiliares), administrador de la red aeroportuaria federal, permitió establecer una correlación de manera confiable y satisfactoria entre:

Los Egresos Anuales de Operación (EGR) y
Las variables siguientes:

- OPCOM.- Que equivale al número de operaciones anuales de aviación comercial (Nacional + Internacional).
- OPAG.- Que equivale al número de operaciones anuales de aviación general + comercial de tercer nivel*

*Para atender los términos y conceptos antes mencionados, es conveniente saber acerca de ello, lo siguiente:

Definiciones de operaciones anuales y tipos de avión.

- Operaciones:

Se entiende por operaciones a un aterrizaje o a un despegue de aviones so
bre una pista.

- Operaciones Troncales

Se define por operaciones troncales a todos los vuelos realizados por - -
aviones turboreactores comerciales y se distinguen por tener la matrícula
XA y un peso máximo de despegue de 73,000 kg (B-727-100) y que realizan -
vuelos con frecuencias regulares y además enlazan las ciudades capitales
de las entidades federativas y ciudades más importantes de la red nacio--
nal.

- Operaciones regionales

Se define por operaciones regionales a todos los vuelos realizados por --
aviones de hélices y turbohélice comerciales con matrícula XA y un peso -
máximo de despegue 5,252 kg (TWIN-OTTER), en este grupo quedan incluidas
las avionetas Cessna, Piper, Beechcraft, etc., con capacidad de 5 a 8 pla
zas, generalmente éstos vuelos pueden ser regulares y otros se realizan a
solicitud del cliente.

- Operaciones de aviación general

La aviación general se divide en dos tipos:

- a) Aviación particular con matrícula XB, éstas pueden ser avionetas mono-
motores, bimotores y jets ejecutivos de 5 a 8 plazas.
- b) La aviación oficial con matrícula XC, integrada por equipos como avio-
nes monomotores, bimotores, DC-3 hasta DC-6.

La suma del grupo a y b integran lo que se llama la aviación general.

PAXCOM.- Es la designación con la cual se maneja el número de pasajeros -
anuales de aviación comercial (nacional, internacional y de ter-
cer nivel).

Expresada en pesos de 1981, la correlación que presenta un error medio de 20% en 80% de los casos, es la siguiente:

$$EGR = 1.39 \left[E^{12.6591} (OPCOM)^{0.0933} (OPAG)^{0.0344} (PAXCOM)^{0.239} \right]$$

En este caso $E = 2.718$ y los demás términos son los que se describieron - anteriormente.

Esta correlación es válida para periodos futuros y se evalúa año por año estudiado, y el resultado está dado en pesos constantes, admitiendo que - la inflación afectará las distintas partidas de Egresos más o menos en la misma forma.

Por ejemplo, para el aeropuerto de Bahías de Huatulco, Oax., el gasto para la operación del aeropuerto en el año de 1990, está determinado de la siguiente manera:

Datos:

De la tabla No. 1 del capítulo II para el año de 1990 se tiene:

A Ñ O	OP. COM.	OP. AV. GRAL.	PAX. COM.
1990	6,049	894	353,900

Sustituyendo valores en la fórmula antes mencionada de Egresos de operación, se tiene los siguientes resultados:

$$EGR = 1.39 \left[(2.718)^{12.6591} (6049)^{0.0933} (894)^{0.0344} (353,900)^{0.239} \right]$$

y realizando las operaciones:

$$EGR = 1.39 \left[(314,200.77) (2.253) (1.263) (21.193) \right]$$

$$EGR = 1.39 (18'947,601.00)$$

$EGR = \$26'337,166.00$. Esta cantidad está a pesos de 1981, si la pasamos a pesos de 1984 llamados pesos constantes, se consigue al multiplicar esta cantidad por el factor de actualización, que en este caso es de 6.17;

por lo tanto tendremos:

$$\text{EGR} = \$26'348,847.00 \times 6.17$$

EGR = \$162.572 millones de pesos, que se requieren para operar el aeropuerto en el año de 1990, para integrar este concepto, para todo el horizonte, se repite la operación desde el año de la puesta en operación al año final (1986 - 2010).

Así, se conoce la erogación correspondiente, por este concepto, en cada año.

IV.3 EGRESOS ADICIONALES

En el concepto de otros egresos, el más sobresaliente es el que se contabiliza por la compra-venta de combustibles.

En este caso, de acuerdo a un estudio realizado, se llegó a la conclusión de que por cada peso que se percibe, por venta de combustible, se eroga por el costo del mismo y su manejo el 89.5% de los ingresos, para este mismo concepto; por lo que para cuantificar esta erogación lo único que se realiza es afectar en cada año las cantidades correspondientes a Ingresos, por venta del hidrocarburo, aplicándoles el 89.5% dando como resultado el monto llamado "Egresos por la Compra-Venta de Combustibles".

Ejemplo: Para el aeropuerto de Bahías de Huatulco, se tiene previsto recaudar para el año de 1990 un ingreso por venta de combustible del orden de \$1846.5 millones de pesos.

Los egresos por venta de combustibles para 1990 será:

$\text{EGR} = \$1,846.5 (0.895) = \$1,652.62$ millones de pesos, haciendo este procedimiento, para cada año que integra el periodo del proyecto, obtenemos los Egresos correspondientes.

V. ANALISIS DE RESULTADOS

En este apartado, es donde se reflejan los beneficios económicos y sociales que genera la construcción y puesta en operación de las instalaciones; es decir, basándose en los resultados de los capítulos III y IV, se pueden cuantificar los datos concretos, la cual nos da indicadores que servirán para definir o decidir si se aprueba o se rechaza la ejecución del proyecto aeroportuario en estudio.

Es importante saber valorar cada uno de los subtemas que componen este capítulo, ya que un error en la apreciación de los resultados, llevaría al fracaso el proyecto y en la actualidad, es necesario desarrollar planes estratégicos con prioridad en su ejecución, no es conveniente enfocar trabajos que generen un buen número de empleos y en consecuencia sean inoperantes, como suele suceder; es por eso, que hay que equilibrar los resultados desde el punto de vista socioeconómico.

V.I GENERACION DE EMPLEOS PERMANENTES Y EVENTUALES

Iniciaremos este análisis, haciendo una revisión de los empleos que se generan como consecuencia de la ejecución física del proyecto, entre los que podemos distinguir:

En la etapa de construcción se generan empleos primarios eventuales directos y secundarios; los empleos antes mencionados, se determinan durante la construcción de las distintas instalaciones.

Para el cálculo de los empleos primarios directos en esta etapa, se cuenta con varios procedimientos, y el que aquí se utiliza es con fines ilustrativos, ya que no se considera que sea el mejor.

El primer paso es analizar el manual de estadísticas básicas del sector construcción, de donde se obtiene el valor que indica que en 1970, se necesitaba una erogación de \$250,000.00 para crear un empleo anual.

Para nuestro caso de "Bahías de Huatulco, Oax.", ya tenemos la distribución de los recursos en cada año; para el cálculo de los empleos, es necesario

sario apoyarnos de la siguiente información:

Determinar el salario mínimo integrado y mayor que éste, para tener jornales de mano de obra peón y calificada, que en este caso es de \$1,417.00/jornal de mano de obra peón y de \$2,835.00/jornal, para mano de obra calificada. Los datos anteriores se calcularon con los factores de incremento o anual, según el caso (consultar boletín del Banco de México, abril - 1985); de los recursos financieros programados a realizar en el aeropuerto de Bahías de Huatulco, se aplican las siguientes especificaciones, que nos da los montos que generan mano de obra del total de la inversión; se toma la correspondiente a terracería y pavimentos; edificios y estructuras; zonas de combustible, iluminación y ayudas visuales, considerando estas como las obras más representativas en un proyecto de infraestructura aeroportuaria.

El % de participación de mano de obra se considera como lo muestra la siguiente tabla:

Tabla "A"

O B R A	% PARTICIPACION	MANO DE OBRA CALIFICADA	MANO DE OBRA PEON
Terracería y pavimentos	15	1/10	9/10
Estructuras y edificaciones	50	3.5/10	6.5/10
Zona de combustibles	20	8/10	2/10
Iluminación, ayudas visuales y electrónicos	20	8/10	2/10

Para lo anterior, se tomó en cuenta el 10% del costo por administración de las constructoras como generación de jornales de trabajo administrativo, con el 50% de mano de obra calificada y 50% de mano de obra no calificada, con los mismos costos.

Para calcular los empleos anuales, se consideran 241 días laborales al año (restando fines de semana, vacaciones y días festivos a los 365 días del año), de acuerdo a los jornales obtenidos.

Es importante señalar, que los empleos anuales reportados, son con una ocupación del 100% durante todo el año, puesto que los trabajos por cada uno de los tipos de obras tienen una duración en promedio de 3 meses, lo que nos daría el 400% del número reportado con el 25% de ocupación.

Para entender bien el concepto antes descrito, se desarrolla a continuación el procedimiento para determinar el número de empleos anuales en la construcción de las obras del aeropuerto de Bahías de Huatulco, Oax.

En realidad, lo que requiere de cierta experiencia y conocimiento es la forma de distribuir las inversiones en las distintas etapas en que se lleva a cabo la ejecución de los trabajos; por lo que de alguna manera los recursos se distribuyen de acuerdo a la capacidad de rendimiento de las constructoras o en función de la disponibilidad de los mismos; el mejor procedimiento es desarrollar las obras en forma equilibrada y con su respectivo programa de obra a ejecutar.

Para nuestro caso, considerando la primera etapa (1984-1988) de inversiones, la distribución es la siguiente:

Tabla "B"
INVERSION POR AÑOS Y POR ACTIVIDAD
(Cifras en millones de pesos)

CONCEPTO	1984	1985	1986	1987	1988
1. Pistas	191.000	750.000	996.999		
2. Edificios			400.000	386.500	
3. Combustibles			45.9		
4. Iluminación			91.7		
S U M A	191.000	750.000	1534.599	386.500	

Para determinar los empleos generados en cada año hacemos uso de los datos que se tiene en la tabla "B", aplicándoles los porcentajes de participación de la tabla "A" de este mismo tema, quedando:

Para 1984 se tienen 191.000 millones de pesos invertidos para pistas, por lo que el 15% de la cantidad anterior será para generar mano de obra -- peón, y calificada; inversión en 1984 = $191.000 \times 0.15 = 28.650$ millones, de los cuales $1/10$ de ésta última cantidad es para mano de obra calificada y $9/10$ es para mano de obra peón, resumiendo, para 1984; realizando -- las operaciones tenemos:

INVERSION EN 1984

MANO DE OBRA CALIFICADA

\$28.650 (1/10) = \$2.865 millones

MANO DE OBRA PEON

\$28.650 (9/10) = \$25.785 millones

Si dividimos cada una de estas cantidades entre los respectivos salarios resulta el número de jornales; haciendo las operaciones de la siguiente -- manera:

\$2'865,000/\$2,835.00

Y

\$25'785,000.00/\$1,417.00

= 1,011 jornales

= 18,197 jornales

Estas últimas cantidades, si las dividimos entre 241, que es el número de días laborales al año, tendremos el número de empleos anuales.

$1,011/241 = 4.19$

Y

$18,197/241 = 75.5$ empleos

Redondeando, aproximadamente 4 empleos de mano de obra calificada; y 76 -- empleos de mano de obra peón, para el año 1984, sumando las cantidades an teriores $4 + 76 = 80$ empleos totales en (1984).

Repitiendo el procedimiento para los demás años y para las otras activida des, con sus correspondientes datos, se obtienen los empleos generados en la etapa de construcción de las obras en el Aeropuerto de Bahías de Hua-- tulco, Oax.

EMPLEOS DE OPERACION

Dentro de los empleos que se consideran permanentes, están aquellos que --

generan las empresas ASA (Aeropuertos y Servicios Auxiliares); SENEAM - - (Servicios a la Navegación en el Espacio Aéreo Mexicano); Líneas Aéreas y comercios; para determinar el número de jornales por cada empresa, se siguen las siguientes especificaciones:

Para calcular los empleos de ASA, se hace uso de la siguiente correlación que se obtuvo de un estudio realizado en el año de 1976 por técnicos franceses, en el que se demostró que existe un coeficiente de 0.96 entre los pasajeros y el personal solicitado; la correlación a la que hacemos referencia es la siguiente:

$$Y = 3.6692 X^{0.44391}$$

en donde Y = Es el número de empleos anuales requeridos para la administración y mantenimiento del aeropuerto.

X = Es el número medio diario de pasajeros comerciales, es decir la suma de demanda de aviación troncal y regional; la siguiente tabla muestra para cada año el número de empleos creados en función del flujo en la demanda. (consultar la tabla "C").

X sale de dividir el número de pasajeros comerciales anuales entre 365, es decir: $X = \frac{N}{365}$ en donde N = número de pasajeros anuales comerciales.

EMPLEOS SENEAM

Se deduce, al igual que el anterior, del estudio antes mencionado (empleos ASA). Se ponderan las operaciones anuales de aviación general con las comerciales en relación de 5 a 1 y se hace uso de la siguiente recomendación, para determinar el número de empleos anuales.

1.- Si el número de operaciones comerciales anuales es menor a 10,000 entonces a éste, se le suman las operaciones de aviación general ya ponderadas y se obtiene el número total de operaciones (Nt) y comparando:

Tabla "C"

EMPLEOS GENERADOS EN LA EMPRESA A.S.A.

AÑO	(1) NO. PAX. COM.	(2) PAX. COM. DIARIOS	(3) EMPLEOS A.S.A.
1986	65,400	179	37
1987	137,525	378	51
1988	209,650	574	62
1989	281,775	772	70
1990	353,900	970	78
1991	457,360	1,253	87
1992	560,820	1,536	95
1993	664,280	1,820	103
1994	767,740	2,103	110
1995	871,200	2,387	116
1996	976,260	2,675	122
1997	1'081,320	2,963	127
1998	1'186,380	3,250	133
1999	1'291,440	3,538	138
2000	1'396,500	3,826	143

(1) Son datos estadísticos.

(2) Sale de dividir los pasajeros anuales entre 365 días.

(3) Y los empleos para A.S.A. se calculan con la fórmula:

$Y = 3.6692 \times 0.44391^{Nt}$ en donde Y = número de empleos generados.

Si $Nt \leq 10,000$ entonces el número de empleados requeridos en este año serán 5.

Si $Nt > 10,000$; el número de empleos será 9.

Y si $Nt > 30,000$; entonces, el número de empleos será 12.

Por otra parte, si desde el principio el número de operaciones comerciales es mayor de 10,000, se aplica el mismo criterio, con el requisito de

que se deben sumar los empleos suplementarios en la siguiente proporción: 3 si el número de operaciones totales (Nt), es mayor que 10,000, y 7 empleos si (Nt) es mayor que 30,000. En el siguiente cuadro, se resume el número de empleos necesarios para cada año en el aeropuerto de Bahías de Huatulco, Oax. (ver tabla "D").

La suma de los empleos durante la construcción y de los organismos ASA y SENEAM, nos dará el total de empleos primarios directos.

EMPLEOS SECUNDARIOS DIRECTOS

Lo constituyen los empleos creados en las líneas aéreas y en el sector comercio.

Respecto a los empleos en líneas aéreas, un análisis realizado en cuatro aeropuertos representativos, de los distintos tipos que existen, permitió obtener el siguiente coeficiente:

$$Y = X (2.3 \times 10^{-4})$$

En donde:

Y = Es el número de empleos de líneas aéreas al año.

X = Es el número de pasajeros anuales comerciales. El cálculo se resume en la siguiente tabla. (consultar tabla "E").

En lo que se refiere a empleos en los comercios, es necesario evaluar, -- previamente, el gasto de los viajeros no residentes en la región, que es el parámetro del cual dependen la creación de nuevos empleos en este sector.

1.- Se determina el gasto promedio del pasajero nacional, que dependerá -- de los siguientes factores según el motivo del viaje:

- Tiempo de estancia promedio.

Tabla "D"

EMPLEOS GENERADOS PARA EL ORGANISMO SENEAM

A Ñ O	(1) NUMERO OP. ANUALES	(2) AVIACION GENERAL	(3) AVIACION GENERAL/5	Nt (3) + (1)	NUMERO EMPLEOS
1986	2,349	894	179	2,528	5
1987	3,274	1,453	291	3,565	5
1988	4,199	2,012	402	4,601	5
1989	5,124	2,571	514	5,638	5
1990	6,049	3,131	626	6,675	5
1991	7,076	3,478	696	7,772	5
1992	8,103	3,825	765	8,868	5
1993	9,130	4,172	834	9,964	5
1994	10,157	4,519	904	11,061	12
1995	11,182	4,865	973	12,155	12
1996	12,250	5,404	1,081	13,331	12
1997	13,318	5,943	1,189	14,507	12
1998	14,386	6,483	1,297	15,683	12
1999	15,454	7,021	1,404	16,858	12
2000	16,521	7,559	1,512	18,033	12

Tabla "E"
EMPLEOS GENERADOS EN LINEAS AEREAS Y COMERCIOS

AÑO	PAX. COMER. ANUALES	(1) TOTAL EMPLEOS LINEAS AEREAS	(2) GASTO DE LOS PAX. POR AÑO (M)	(3) TOTAL DE EMPLEOS EN COMERCIO POR AÑO
1986	65,400	16	98.62	41
1987	137,525	34	200.73	49
1988	209,650	52	316.15	77
1989	281,775	70	424.91	103
1990	353,900	88	533.68	130
1991	457,360	114	689.69	168
1992	560,820	140	845.71	205
1993	664,280	166	1,001.73	243
1994	767,740	192	1,157.75	281
1995	871,200	218	1,313.76	319
1996	976,260	244	1,472.20	358
1997	1'081,320	270	1,630.60	396
1998	1'186,380	296	1,789.06	435
1999	1'294,440	323	1,947.49	473
2000	1'396,500	349	2,105.92	512
2001	1'564,740	391	2,359.62	573

(1) Pax. Com. x (2.3×10^{-4})

(2) Gast. pax. = No. de pax. anual x <gasto por pasajero que para este aeropuerto se uso \$1,508 por pasajeros (Noviembre 1984) >.

(3) El Número de empleos en com. = Gast. de pax. x (año), dividido entre la productividad por empleo, que en este caso es = \$2'429,050.00

$$(3) = \frac{(2)}{\$2'429,050.00}$$

- Gasto promedio de cada pasajero.

Estos datos se obtienen de la "Encuesta Nacional de Hogares" que edita el Banco de México. El gasto por pasajero es de \$1,508.00 en 1984 y los recursos necesarios para crear un empleo anual, en el sector comercio, es - de \$2'429,050.00 pesos de 1984.

De encuestas realizadas, durante la elaboración de estudios realizados -- por la Dirección General de Aeropuertos, se obtuvieron los siguientes resultados:

- Viajes realizados por motivo profesional 49%
- Viajes efectuados por motivo turístico 31%

Para obtener el monto del gasto por pasajero internacionales, se hace uso de los datos que proporciona el "Cuadro de turismo egresivo receptivo - - 1981" que indica, que el turista que viaja por avión gasta \$3,016.00/día.

Si no se dispone de información más reciente, es necesario actualizar este dato mediante la aplicación del índice inflacionario correspondiente.

Sumando el gasto de los pasajeros nacionales e internacionales, se calcula el 90% de ese monto y el resultado se divide entre el valor de la productividad del sector comercio más reciente (\$656,000.00 de 1981 por empleo), que a pesos de 1984 son \$2'429,050.00. (consultar tabla "E").

EMPLEOS INDIRECTOS

El cálculo de los empleos indirectos, está en función de los directos; -- los cuales podemos separar en:

- Empleos de construcción.
- Empleos ASA, SENEAM, LINEAS AEREAS y COMERCIOS.

En el primer caso, se deberá aplicar el coeficiente de consumo del sector

construcción, con respecto a las demás ramas de la economía y en el segundo, se utiliza el factor de consumo del sector servicios con respecto a todas las demás ramas de la economía. A falta de estos coeficientes, se utiliza el de (0.6) que se aplica a nivel nacional que determina el Banco de México como valor de empleos indirectos generados por los empleos directos.

En la tabla No. 10 se resume el número total de empleos generados por la construcción y la operación del aeropuerto de Bahías de Huatulco, Oax.

V.2 GENERACION DEL PRODUCTO INTERNO BRUTO REGIONAL (PIBR)

A partir de los elementos previamente calculados en el Subtema IV.1 y V.1, se puede evaluar la repercusión del proyecto, sobre la actividad económica regional. Este concepto se integra mediante la sumatoria de:

- Inversiones directas del proyecto, que se encuentran ya especificadas año por año en el Subtema V.1
- Incremento positivo de los comercios locales (debido a los gastos de los pasajeros inducidos).
- Salarios pagados a los empleados permanentes, considerados solo empleados directos.

Los sueldos anuales por empleo, que se determinaron para cada empresa, a pesos de 1981, son los que se muestran a continuación:

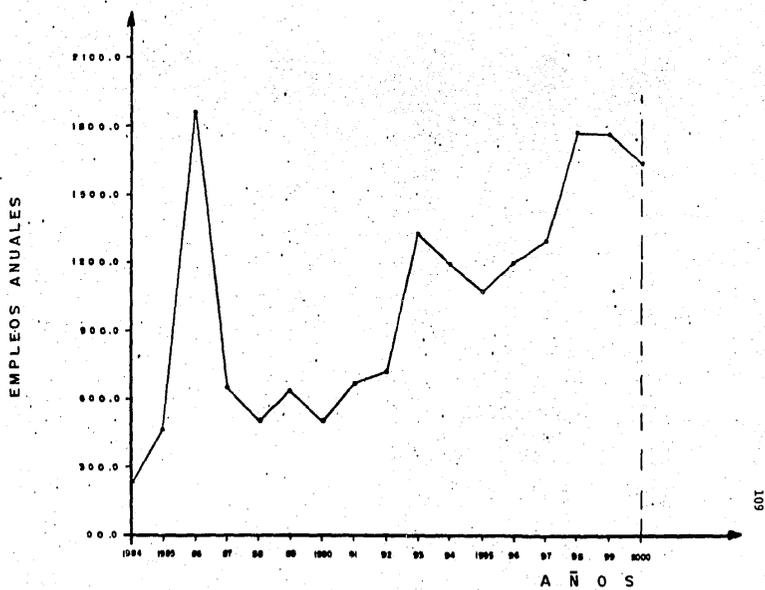
EMPRESA	SUELDO ANUAL POR EMPLEO
A.S.A.	\$250,000.00/año
SENEAM	\$310,000.00/año
CIAS. AEREAS	\$250,000.00/año

Por último, los efectos indirectos y los totales, se deducen del valor agregado, mediante aplicación de los coeficientes multiplicadores regionales cuando existan, de lo contrario, con la utilización de los factores -

Tabla no.10 EMPLEOS TOTALES
(Bahía de Huatulco, Oax.)

AÑO	CONSTRUCCION	ASA	SENEAM	PRIMARIOS DIRECTOS	PRIMARIOS INDIRECTOS	PRIMARIOS TOTALES	LÍNEAS AERIAS	COMERCIO	SECUNDARIOS DIRECTOS	SECUNDARIOS INDIRECTOS	SECUNDARIOS TOTALES	EMPLI TOTL
1984	140			140	84	224						224
1985	519			519	311	470						470
1986	1058	37	5	1100	660	1760	16	41	57	34	91	1851
1987	279	51	5	335	201	536	34	49	83	50	133	669
1988	121	62	5	188	113	301	52	77	129	77	206	507
1989	149	70	5	224	134	358	70	103	173	104	277	635
1990		78	5	83	50	133	88	130	218	131	349	482
1991		87	5	92	55	147	114	168	282	169	457	664
1992		95	5	100	60	160	140	205	345	207	552	712
1993	310	103	5	418	250	668	166	243	409	245	654	1322
1994	146	110	12	268	161	429	192	281	473	284	757	1186
1995		116	12	128	77	205	218	319	537	322	859	1064
1996		122	12	134	80	214	244	358	602	364	966	1180
1997		127	12	139	83	222	270	396	666	400	1066	1299
1998	217	133	12	362	217	579	208	435	731	439	1170	1749
1999	144	138	12	294	176	470	323	473	796	478	1274	1744
2000		143	12	155	93	248	349	512	861	517	1378	1626

GRAFICA DE EMPLEOS TOTALES
AEROPUERTO DE BAHIAS DE HUATULCO, OAX.



nacionales o sea 0.6 y 1.6 respectivamente.

Además de los efectos regionales, el aeropuerto provoca una actividad económica fuera de su región. Por lo que en ocasiones, se deben estimar los efectos totales del proyecto a nivel nacional; mediante la mediación de la evaluación anual del valor agregado total y a nivel empleo.

El PIBR se obtiene del análisis del total de empleos en cada rama de la actividad en un aeropuerto, por su correspondiente sueldo anual, que se va determinando año por año hasta cubrir el período establecido.

Por último, el resultado del PIBR se puede apreciar en la sumatoria de la columna de "Total", que es el dato final representativo para conocer el monto de la derrama económica provocada por el proyecto durante su vida útil. (ver tabla No. 11).

Hasta aquí, hemos desarrollado los procedimientos de cálculo para la generación tanto de empleos como del producto interno bruto regional, partes medulares del estudio.

V.3 EVALUACION DE LA TASA INTERNA DE RETORNO

En esta parte del estudio, mencionaremos que el análisis del flujo de ingresos y egresos, se efectúa en pesos constantes, en el caso en que el resultado sea positivo, se procede a la obtención de la tasa interna de retorno (TIR) financiera del proyecto. Para tal efecto se actualizan los beneficios anuales netos (ingresos-egresos) a diversas tasas de interés, hasta encontrar la tasa en que el beneficio neto actualizado sea cero. El procedimiento puede ser totalmente analítico o combinado con el gráfico.

Ejemplo: Con los datos que tenemos en el resumen de la tabla intitulado "Estado de Fuentes y Usos" para el aeropuerto de Bahías de Huatulco, Oax. (Tabla incluida en anexos con el No. 3), tenemos una matriz resumen de todo el procedimiento hasta aquí descrito, para el proyecto. Por lo tanto,

Tabla 11. PRODUCTO INTERNO BRUTO (MILLONES DE PESOS)

(Bahías de Huatulco, Oax.)

AÑO	CONSTRUCCION	SENEAM	A.S.A.	LINEAS AEREAS	COMERCIO	PIB. DIRECTO	PIB. INDIRECTO	PIB. TOTAL
1984	191.0					181	114.6	305.6
1985	750.0					750	270.0	1020.0
1986	1534.4	9.57	57.14	52.88	99.63	1753.62	1052.17	2805.79
1987	386.5	9.57	78.77	112.37	119.07	706.28	423.77	1130.04
1988	126.3	9.57	95.76	171.86	187.11	590.6	354.36	944.96
1989	156.0	9.57	108.11	231.35	250.29	755.32	453.19	1208.51
1990		9.57	120.47	290.84	315.90	736.78	442.06	1178.84
1991		9.57	134.37	376.77	408.24	728.95	437.37	1166.32
1992		9.57	146.73	462.70	498.15	1117.05	670.23	1787.28
1993	227.6	9.57	159.08	548.63	590.49	1535.37	921.22	2456.59
1994	132.8	22.96	169.90	634.56	682.83	1643.05	985.83	2628.88
1995		22.96	179.16	720.49	775.77	1697.78	1018.6	2716.44
1996		22.96	188.43	806.42	869.94	1887.75	1132.65	3020.4
1997		22.96	196.15	892.35	962.28	2073.74	1244.24	3317.98
1998	500.0	22.96	205.42	978.28	1057.05	2763.71	1658.22	4421.93
1999	337.6	22.96	213.14	1067.51	1149.38	2782.59	1669.55	4452.14
2000		22.96	220.87	1153.44	1244.16	2641.43	1584.85	4226.28
Total :							86,030.60	

proseguimos el análisis en el capítulo III de esta matriz con el concepto III.1 llamado "Recursos Netos del Proyecto" (RNP); los valores que integran este renglón salen de restar las cantidades al concepto de total de ingresos menos el total de egresos, operación que se realiza para cada año hasta cubrir todo el período.

Estas últimas cantidades son las que utilizamos para evaluar la tasa interna de retorno; analíticamente se desarrolla por el método de aproximaciones sucesivas con la fórmula;

$$BNA = \sum_{n=1}^{n=6} \left[\frac{RNP}{(1+i)^n} \right]$$

en donde:

- BNA = beneficios netos actualizados
- RNP = recursos netos del proyecto
- i = tasa de actualización
- n = número de años que abarca el proyecto

El método consiste en encontrar la tasa (i) a la cual los beneficios netos actualizados sean igual a cero; en ese momento estaremos encontrando el valor de (i) en la cual se recupera la inversión en un período determinado.

Para este caso particular, se encontró después de varios cálculos, que la tasa (i) que hace que los beneficios netos sean igual a cero es i=14.59%. Una gráfica del comportamiento de los distintos tanteos, se muestra a continuación, así como las gráficas de egresos, ingresos y del PIBR. Con ayuda de estas curvas, podemos apreciar el comportamiento del proyecto en sus distintas fases y modalidades. (ver figuras 9, 10, 11 y 12).

Por último, en la actualidad es conveniente desarrollar métodos rápidos de cómputo que nos ayuden a simplificar el cálculo de operaciones; en la Dirección General de Aeropuertos, se está trabajando en un programa de

PASOS DEL PROGRAMA PARA DETERMINAR LOS BENEFICIOS NETOS ACTUALIZADOS

PROGRAMA TEXAS 59

Pasos del programa: Es decir, oprimir en el orden establecido las siguientes instrucciones:

LRN

- | | |
|-----------------------|---------------|
| 0. 2nd Lbl | 27. 2nd x = t |
| 1. A | 28. C |
| 2. 0 | 29. 1 |
| 3. STO | 30. SUM |
| 4. 30 | 31. 32 |
| 5. STO | 32. B |
| 6. 32 | 33. 2nd Lbl |
| 7. 2nd Lbl | 34. C |
| 8. B | 35. R/S |
| 9. RCL | 36. RST |
| 10. 31 | 37. LRN |
| 11. y^x | 38. RST |
| 12. RCL | |
| 13. 32 | |
| 14. = | |
| 15. $\frac{1}{x}$ | |
| 16. x | |
| 17. RCL 2nd Ind | |
| 18. 32 | |
| 19. = | |
| 20. SUM | |
| 21. 30 | |
| 22. RCL | |
| 23. 32 | |
| 24. x \rightarrow t | |
| 25. RCL | |
| 26. 33 | |

computadora denominada "Cálculo Perfeccionado", cuyo sistema es una matriz, con las cuales se pueden desarrollar o ejecutar todas las operaciones aritméticas, además de la solución de ecuaciones sencillas que simplifican el trabajo; aplicando el procedimiento anterior, nos dará el resultado concreto de la matriz denominada "Estado de Fuentes y Usos del Análisis Financiero".

Para la evaluación de la (TIR), se cuenta con un programa, para ejecutar en una calculadora programable (TX-59) que nos ahorra tiempo en el desarrollo de las operaciones; se anexa el programa para su conocimiento y en el mejor de los casos, para su utilización y mejoramiento del mismo.

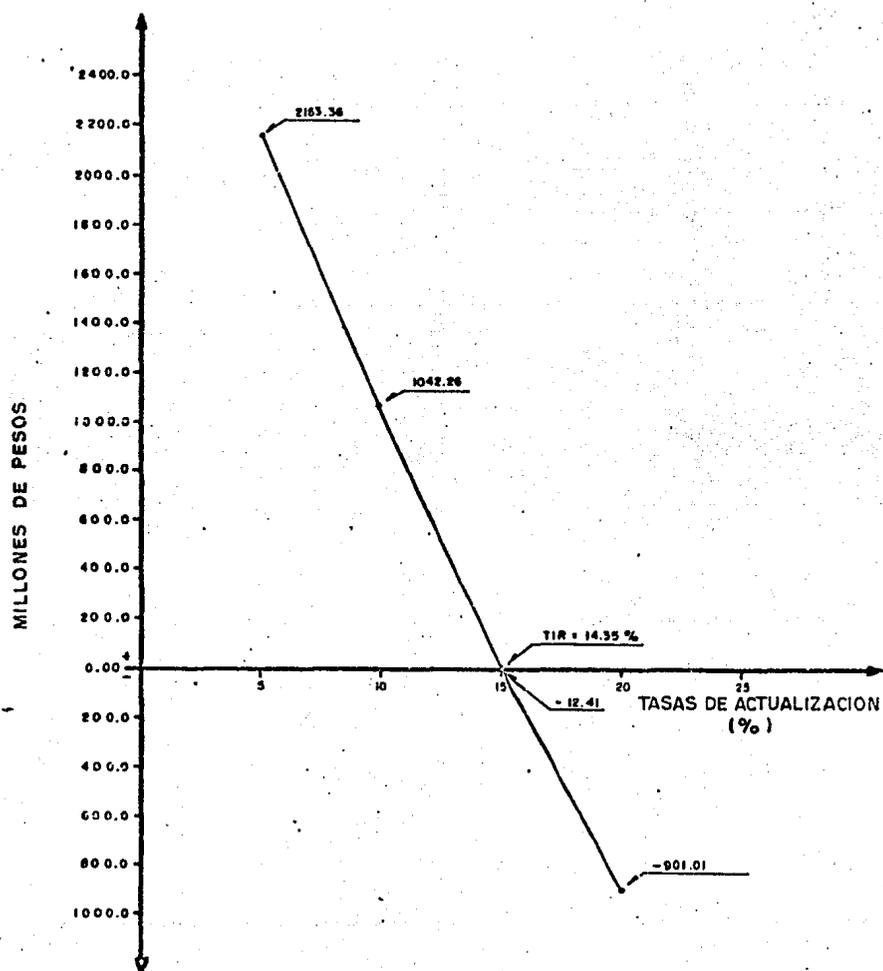
Como se ve, hasta el paso 38 se ha tecleado el programa; debido a que el uso del sistema es frecuente, se recomienda grabarlo en una tarjeta magnética de la (TX-59). Para simplificar el cálculo; y así seguir los siguientes pasos para una nueva evaluación:

- 1.- Se leerá el programa de la tarjeta.
- 2.- Se introducen los datos del RNP (recursos netos del proyecto), éstos estarán en las memorias de la 00 a la 26 y la forma de llevarlo a cabo, será con las instrucciones dato y número de memoria STO; en orden ascendente en los años.
- 3.- Este paso sirve para dar el dato del número de años que abarca el proyecto, que puede ser 10, 20 ó 26 años, como máximo, y se realiza con la siguiente instrucción: Se da el número de año, se teclea STO y el número 33, siendo este último el dato de la memoria.
- 4.- Para dar la tasa de actualización, el programa lo utiliza como factor; si se le da una tasa de 30%; se deberá teclear como 1.30 en la memoria 31.
- 5.- Enseguida presionar la tecla "A" y esperar que la operación se repita 10, 20 ó 26 veces según el dato que se ordenó, éste número aparecerá en la plantilla lo cual indica que ha terminado el proceso.
- 6.- Para pedir el resultado final (BNA) se tecleará RCL 30; con esta instrucción, pedimos el valor de BNA que aparecerá en pantalla.
- 7.- Si BNA=0 en el paso 6, el análisis se ha terminado, en caso contra-

Fig. 9

BENEFICIO NETO ACTUALIZADO

(OBTENCION DE LA TIR)



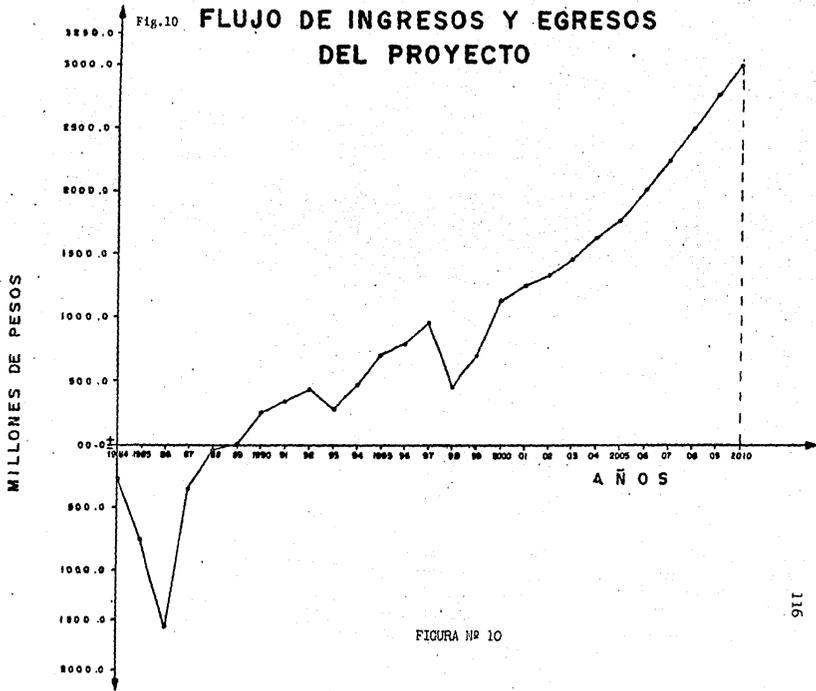


FIGURA Nº 10

Fig. 11. GRAFICA DEL PRODUCTO INTERNO BRUTO
AEROPUERTO BAHIAS DE HUATULCO, OAX.

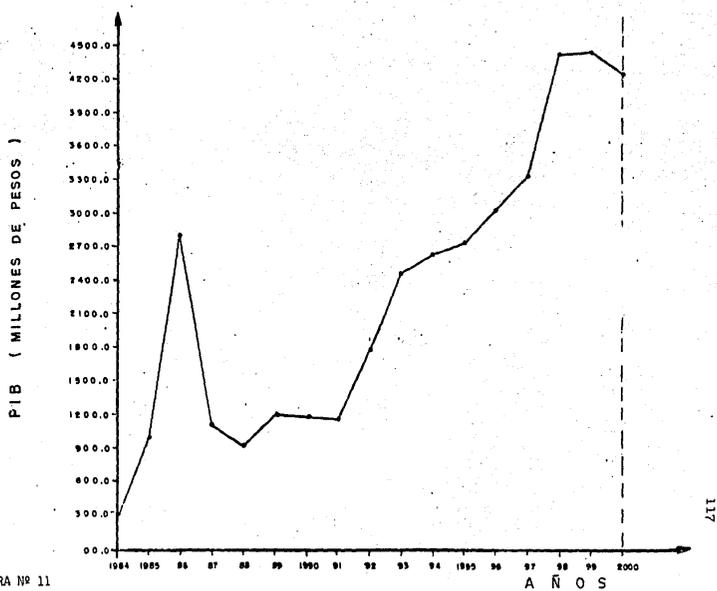
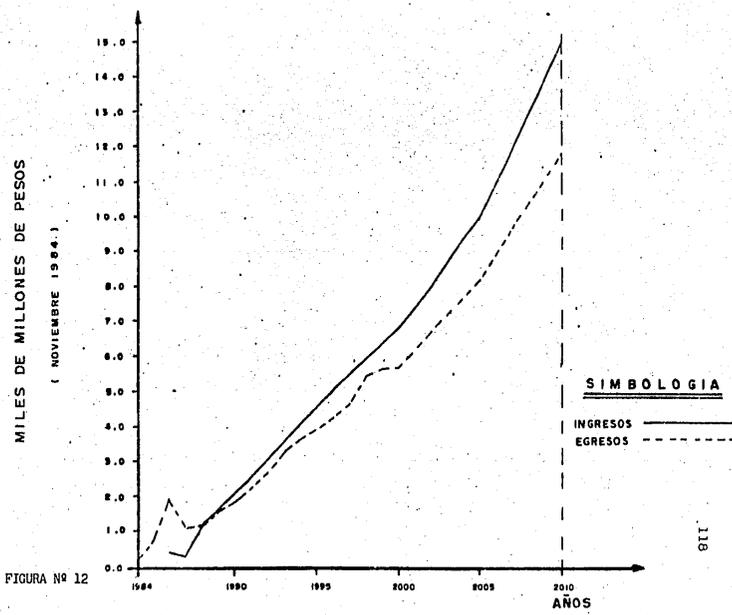


FIGURA Nº 11

FIG. 12 INGRESOS Y EGRESOS
AEROPUERTO DE BAHIAS DE HUATULCO, OAX.



rio, lo que hay que estar variando únicamente es la tasa (i) y repetir los pasos 4. y 5. Una forma de simplificar más el cálculo es por aproximaciones y tomar en cuenta lo siguiente: Si $BNA > 0$ se deberá aumentar (i), - si $BN < 0$ hay que reducir (i) hasta encontrar que $BNA = 0$.

CONCLUSIONES

Para que un proyecto de infraestructura aeroportuaria sea funcional y eficiente, deberá cumplir con las normas y especificaciones establecidas por los distintos organismos y autoridades encargadas de dictaminar y hacer - que se cumplan tales funciones.

Con respecto a lo anterior, nos estamos refiriendo a los estudios técnicos, económicos y sociales indispensables, para la elaboración de un ante proyecto; y con ello llegar a la óptima selección del sitio y del tipo de aeropuertos con que se deberá de contar para atender el servicio en la - zona o región de que se trate.

Es también importante que al aplicar los modelos analíticos de proyección al futuro, de la estimación de la demanda esperada, los resultados obteni dos sean los más confiables; y que los ajustes que se realicen después, - no alteren en forma significativa el proyecto.

En cuanto a la cuantificación de egresos e ingresos, se deberá de tomar - en cuenta, necesariamente, a la mayor parte de los conceptos que intervie nen en el flujo o balance financiero, el cual nos servirá para contar con una herramienta valiosa, en la decisión de la ejecución del proyecto.

Por otro lado, para la evaluación del proyecto, se recomienda, en este ca so particular (proyectos del Gobierno Federal), al realizar el análisis - de la TIR (Tasa Interna de Retorno), que el resultado de los BNA del pro yectos sea cuando menos igual a cero o de ser posible, positivo, aunado - a el beneficio social para las entidades o zonas en desarrollo de todo el país.

Es importante también, evitar la competencia entre los distintos medios de transporte; por el contrario, lo que se debe buscar es su equilibrio e -- integrar el servicio de transporte, buscando economizar tiempos de reco-- rrido y costos de transportación.

Desde el punto de vista socio-económico, es importante evaluar la creación de empleos (tan necesarios en esta época) y cuidar los efectos inflacionarios, ya que por este concepto, se lesiona la economía del lugar y la región, por lo que se deberá buscar un moderado crecimiento económico; es decir, contar con un programa de inversiones sostenido a corto plazo, capaz de mantener un orden en el crecimiento requerido.

Otra forma de medir la factibilidad del proyecto desde el punto de vista económico es determinando la razón del beneficio-costos; es decir, la relación de lo que cuesta con lo que se recauda por la prestación del servicio en cuestión.

El objetivo del presente trabajo, se ha cumplido, ya que con estos apuntes se tiene una guía, para realizar la evaluación de proyectos, cualquiera -- que éste sea, conviniendo en que se deben realizar ajustes, dependiendo -- del tipo de proyecto, así como la continua revisión y actualización de la información, datos, tarifas, reglamentos, normas, etc., para su continuo -- mejoramiento, y aprovechamiento eficiente.

BIBLIOGRAFIA

Murray, Spiegel R., "Estadística", Serie de Compendios Scham, McGraw-Hill, México, pp. 217-266.

Lange, Oskar, "Introducción a la Econometría", Fondo de Cultura Económica, México, 1964, pp. 25-57.

Mode, Elmer B., "Elementos de Probabilidad y Estadística", Editorial Reverté Mexicana, S.A., México, 1967, pp. 275-300.

Secretaría de Asentamientos Humanos y Obras Públicas (SAHOP), Dirección General de Aeropuertos (DGA), Aeropuerto Internacional de la Ciudad de México (AICM), "Perspectiva a Mediano y Largo Plazo. Estudio Técnico y Socioeconómico", México, 1979.

Secretaría de Asentamientos Humanos y Obras Públicas (SAHOP), Dirección General de Aeropuertos (DGA), "Metodología para Determinar la Factibilidad Económica y Financiera de Proyectos Aeroportuarios. Fase I, Fase II y Fase III", México, 1982.

Organización de Aeronáutica Civil Internacional (OACI), "Manual de Previsión del Tráfico Aéreo", Doc. 8991-AT/722. Primera Edición, México, 1972

International Civil Airports Association (ICAA), Proceedings 19th. Annual Congress, México, 1979.

Organización de Aviación Civil Internacional (OACI), "Normas y métodos -- recomendados internacionales. Aeródromos". Anexo 14 al convenio sobre Aviación Civil Internacional, 8a. edición, marzo 1983.

Secretaría de Asentamientos Humanos y Obras Públicas, Dirección General de Aeropuertos, "Metodología para determinar la factibilidad económica y financiera de proyectos aeroportuarios (Fase II)", Oferta de infraestructuras aeroportuarias, México, 1982.

Horonjeff, R. y Mickelvey, F. X., "Planning and Design of Airports", McGraw-Hill, 3a edición, 1985, USA.

Ashford, N., Stanton, M. y Moore, C.A., "Airport Operations", Editorial - Wiley Interscience, 2a. edición, 1984, USA.

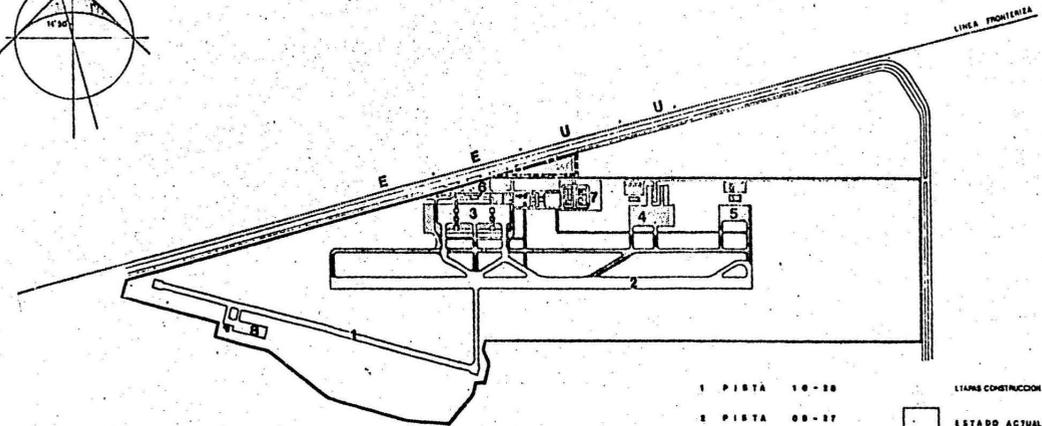
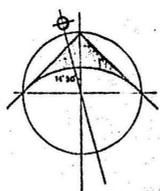
Olvera Hernández, A.M., "Investigación, experiencias y métodos para la planeación de la zona terminal del sistema aeroportuario", Tesis de arquitectura, Facultad de Arquitectura, UNAM, México, 1978.

Pérez Abreu Carrión, L.F., "Apuntes del XII Curso de Planificación de Aeropuertos", Organización de Aviación Civil Internacional, Secretaría de Comunicaciones y Transportes, Volumen 1, 185-198, México, 1985.

Contreras Vargas, V.M., "Metodología para determinar la factibilidad económica y financiera de proyectos aeroportuarios", Secretaría de Comunicaciones y Transportes, Síntesis, pp. 99-131, México, 1982.

Federal Aviation Agency, "Advisory Circular. Aircraft Data", AC 150/5325-5B CHG 1, pp. 1,2,45,53 y 54, Washington, D.C., USA, 1976.

Ashford, N., "Airport Engineering" 2a. ed., pp. 96-98, Atlanta, Georgia, USA, 1984.



ANEXO N° 1

PLANO GENERAL DE UN AEROPUERTO

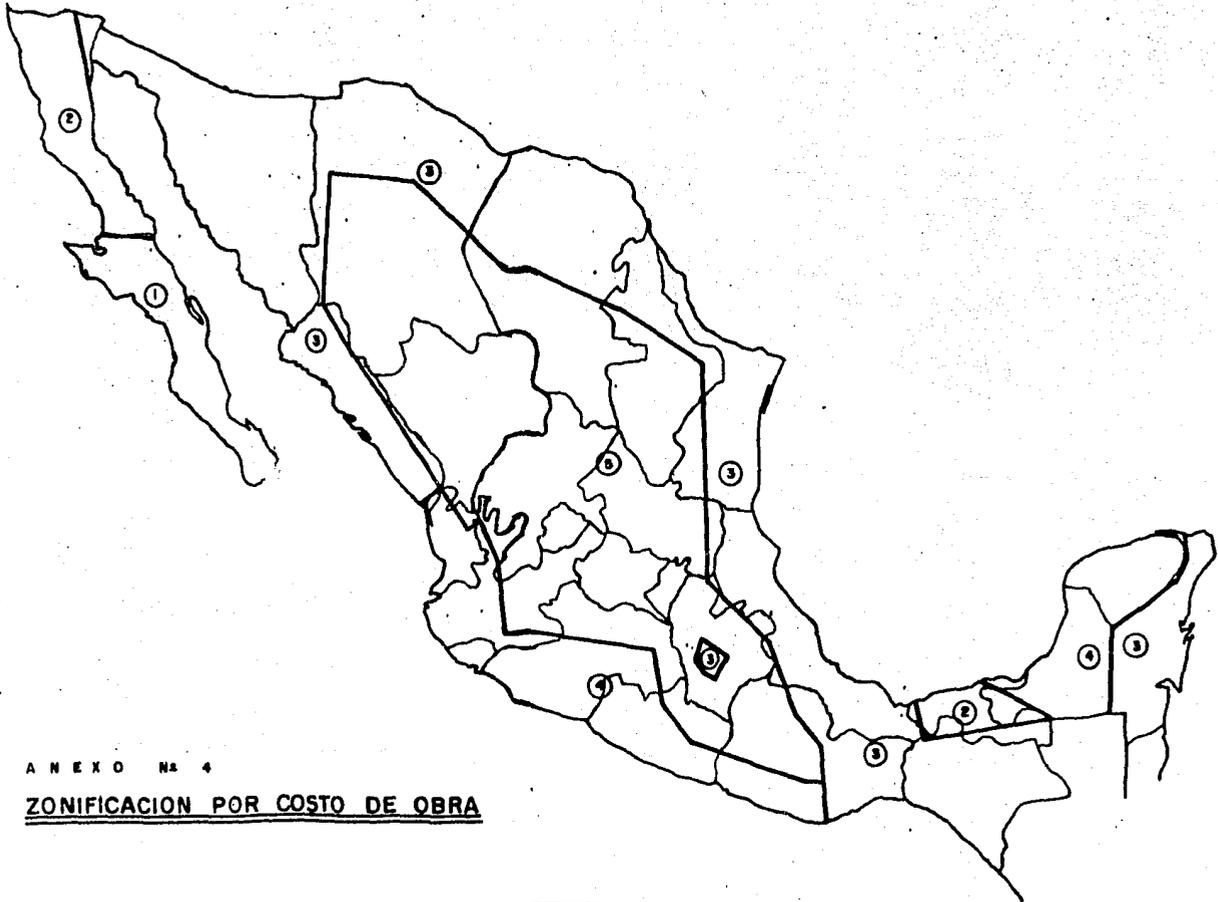
- | | |
|----------------------------|--------------------|
| 1 PISTA 10-28 | LÍNEA CONSTRUCCION |
| 2 PISTA 09-27 | ESTADO ACTUAL |
| 3 PLATAFORMA AV. COMERCIAL | PRIMERA ETAPA 1964 |
| 4 PLATAFORMA AV. GENERAL | SEGUNDA ETAPA 1968 |
| 5 C A R R E R A | TERCERA ETAPA 1980 |
| 6 AREA TERMINAL | CUARTA ETAPA 1996 |
| 7 ZONA DE COMBUSTIBLES | |
| 8 AVIACION MILITAR | AFECCION |

D E S A R R O L L O P L A N M A E S T R O

ESTADO DE FUENTES Y USOS

AEROPUERTO DE BAHIAS DE HUATULCO, OAX.

C O N C E P T O	A Ñ O S										
	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000
PRONOSTICO											
- Operaciones Comerciales											
Aviación troncal nacional	2665	3132	3599	4066	4533	5000	5472	5944	6416	6888	7359
Aviación troncal internacional	1365	1723	2081	2439	2797	3154	3447	3740	4033	4326	4619
Aviación regional	2019	2221	2423	2623	2827	3028	3331	3634	3937	4240	4593
Total aviación troncal y regional	6049	7076	8103	9130	10157	11182	12250	13318	14386	15454	16521
Aviación general	3131	3478	3825	4172	4519	4865	5404	5943	6433	7021	7559
PASAJEROS COMERCIALES (MILES)											
Aviación troncal nacional	207.90	261.30	314.70	368.10	421.60	475.00	533.00	591.20	649.20	707.30	765.40
Aviación troncal internacional	132.40	178.40	224.50	270.60	316.60	362.70	405.60	448.60	491.50	534.50	577.40
Aviación regional	13.70	17.60	21.60	25.50	29.50	33.50	37.50	41.60	45.60	49.70	53.70
Total aviación troncal y regional	354.00	457.40	561.00	664.20	767.70	871.20	976.20	1081.30	1184.40	1291.40	1396.50
Aviación general	11.40	15.10	18.80	22.60	26.30	30.00	32.40	34.70	37.00	39.40	42.00
I. INGRESOS (Millones de pesos)											
I.1 Operac. comer. av. troncal nacional	9.61	11.29	12.98	14.66	16.35	18.03	19.74	21.44	23.15	24.85	26.55
I.2 Operac. comer. av. troncal intern.	99.01	124.97	150.94	176.91	202.88	228.77	250.02	271.28	292.53	313.78	335.04
I.3 Operac. comer. av. regional	3.53	3.89	4.24	4.59	4.95	5.30	5.83	6.36	6.89	7.42	7.95
I.4 Servicios aeroport. av. comercial	15.74	18.50	21.26	24.02	26.78	29.54	32.33	35.12	37.91	40.70	43.48
I.5 Servicios aeroport. av. comercial intern.	11.14	14.06	16.99	19.91	22.83	25.75	28.14	30.53	32.92	35.31	37.71
I.6 Servicios aeroport. av. comercial regional											
I.7 Operac. aviación general	0.24	0.26	0.29	0.32	0.34	0.37	0.41	0.45	.50	.45	.58
I.8 Servicios aeroport. av. comerc. y av. gral.	26.88	32.56	38.25	43.93	49.61	55.29	60.47	65.65	70.83	76.01	81.19
I.9 Servicios auxiliares	111.22	139.96	166.79	194.56	222.33	250.07	273.72	297.39	321.06	344.72	368.37
I.10 Total de servicio aerop. y aux.	138.10	172.52	205.04	238.49	271.94	305.36	334.19	363.04	391.89	420.73	449.56
I.11 Venta de combustible	1896.50	2299.70	2752.90	3205.20	3659.20	4111.61	4494.40	4877.60	5260.60	5643.80	6026.80
I.12 Derecho de uso de aeropuerto	80.69	105.12	129.55	153.99	178.44	202.87	227.24	251.62	275.98	300.36	324.74
I.13 Recuperación de terrenos											
I.14 Total de Ingresos	2065.20	2577.30	3087.40	3597.60	4109.50	4619.80	5055.80	5492.20	5928.40	6364.80	6804.10
II. EGRESOS											
II.1 Egresos de operación	169.98	184.05	196.32	207.31	217.36	226.62	235.69	244.27	252.29	259.29	267.09
II.2 Venta de combustible	1652.60	2058.20	2463.80	2868.60	3274.80	3679.80	4022.40	4365.40	4708.20	5051.20	5393.20
II.3 Inversiones de proyecto	-	-	-	227.60	132.80	-	-	-	-	500.00	337.60
II.4 Total de egresos	1822.58	2242.25	2660.12	3302.51	3624.96	3906.42	4258.09	4609.67	5460.49	5648.65	5660.29
III. RECURSOS FINANCIEROS											
III.1 Recursos netos del período	242.70	335.10	427.30	294.09	484.54	713.40	797.70	882.60	467.91	716.42	1143.90
III.2 Saldo inicio del período	(2883.20)	(2640.50)	(2305.40)	(1878.10)	(1584.01)	(1099.47)	(386.07)	411.63	1294.23	1762.14	2478.26
III.3 Recursos fin del período	(2640.50)	(2305.40)	(1878.10)	(1584.01)	(1099.47)	(386.07)	411.63	1294.23	1762.14	2478.26	3622.16



A N E X O N º 4

ZONIFICACION POR COSTO DE OBRA