

116



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA
DE MEXICO

FACULTAD DE INGENIERIA

PROPUESTA DE PLAN MAESTRO DE DESARROLLO
PARA EL AEROPUERTO DE CHIHUAHUA

T E S I S
QUE PARA OBTENER EL TITULO DE
I N G E N I E R O C I V I L
P R E S E N T A
LEON RODRIGUEZ SANCHEZ

DIRECTOR DE TESIS: LUIS ZARATE ROCHA



TESIS CO.!
FALLA DE ORIGEN

FEBRERO 2002



Universidad Nacional
Autónoma de México



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

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

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

**PROPUESTA DE
PLAN MAESTRO DE DESARROLLO
PARA EL AEROPUERTO DE CHIHUAHUA**

León Rodríguez Sánchez

Director de Tesis: Ing. Luis Zárate Rocha



UNIVERSIDAD NACIONAL
AUTÓNOMA DE
MÉXICO

**FACULTAD DE INGENIERIA
DIRECCION
FING/DCTG/SEAC/UTIT/099/00**

Señor
LEON RODRIGUEZ SANCHEZ
Presente

En atención a su solicitud me es grato hacer de su conocimiento el tema que propuso el profesor **ING. LUIS ZARATE ROCHA**, que aprobó esta Dirección, para que lo desarrolle usted como tesis de su examen profesional de **INGENIERO CIVIL**.

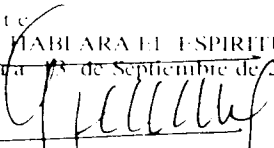
"PROPUESTA DE PLAN MAESTRO DE DESARROLLO PARA EL AEROPUERTO DE CHIHUAHUA"

- I. INTRODUCCION
- II. ANTECEDENTES
- III. PRONOSTICO DE TRAFICO
- IV. ANALISIS DE LA CAPACIDAD AEROPORTUARIA
- V. PROGRAMA DE DESARROLLO
- VI. EVALUACION FINANCIERA Y ECONOMICA
- VII. CONCLUSIONES
- BIBLIOGRAFIA

Ruego a usted cumplir con la disposición de la Dirección General de la Administración Escolar en el sentido de que se imprima en lugar visible de cada ejemplar de la tesis el Título de ésta.

Asimismo le recuerdo que la Ley de Profesiones estipula que deberá prestar servicio social durante un tiempo mínimo de seis meses como requisito para sustentar Examen Profesional.

Atentamente
"POR MI RAZA HABLARA EL ESPIRITU"
Cd. Universitaria 13 de Septiembre de 2000.
EL DIRECTOR


M.C. GERARDO FERRANDO BRAVO
IGFB/GMP/mstg.

AGRADECIMIENTOS

A Dios:

Por haberme dado el preciado don de la vida

A mi Familia:

Por ser mi más firme ejemplo a seguir y por toda su confianza depositada durante todo este tiempo, la cual quiero y deseo conservarla como todos aquellos bellos momentos.

Papá, por enseñarme el camino correcto hacia el éxito.
Mamá, por su cariño y comprensión.
Gerardo y Arturo, por ser más que mis hermanos si no amigos,
con los cuales he compartido emotivos momentos.

A mis Amigos:

Claudia, David, Erick, Fabián, Federico G., Javier, Jorge, Juan M., Juan R., Luis A., Nadia J., Regina, Ricardo Cid, Ricardo Mina, Richard, Rosendo, Wendy.

A mis Profesores:

Por brindarme las bases y los conocimientos necesarios para mi desarrollo profesional, muy en especial quiero agradecer a los Ingenieros Luis Zárate Rocha y José Francisco Chavarría Salinas, por su apoyo y tiempo en el desarrollo de este trabajo.

A ti lector que al tomar este ejemplar entre tus manos
y tomarte la atención de leerlo, tomas parte de
la gente con la cual estoy muy agradecida
por apoyarme en la terminación
de un gran sueño
hecho realidad.

A todos ustedes, gracias.

León Rodríguez Sánchez

ÍNDICE.

INTRODUCCIÓN	1
I. ANTECEDENTES.	11
I.1 Historia del aeropuerto y situación actual.	12
I.2 Zona de influencia física y económica.	16
I.3 Evaluación de la infraestructura aeroportuaria	21
II. PRONÓSTICO DEL TRÁFICO.	29
II.1 Evaluación del mercado atendido y potenciales de crecimiento.	30
II.2 Horizontes de proyección y variables macroeconómicas.	32
II.3 Estadísticas de tráfico.	39
II.4 Pronóstico de pasajeros.	43
II.5 Pronóstico de carga.	47
III. ANÁLISIS DE LA CAPACIDAD AEROPORTUARIA.	51
III.1 Normas y parámetros de diseño.	52
III.2 Determinación de la capacidad actual de cada elemento.	70
III.3 Detección de las necesidades de ampliación de la infraestructura aeroportuaria	75
IV. PROGRAMA DE DESARROLLO.	81
IV.1 Campo aéreo.	84
a) Propuesta de ampliación de pistas, rodajes y plataformas.	84
b) Mecánica de suelos y pavimentos.	92
c) Impacto ambiental.	111
IV.2 Zona terminal.	129
a) Propuesta de ampliación de edificios terminales, zonas de acceso, estacionamiento e instalaciones de apoyo.	129
b) Aspectos constructivos.	136
c) Impacto ambiental.	143
V. EVALUACIÓN FINANCIERA Y ECONÓMICA.	153
V.1 Programa de inversiones requeridas.	154
V.2 Estimación de los beneficios y corrida financiera.	159
V.3 Resultados.	164
CONCLUSIONES.	165
BIBLIOGRAFÍA.	173

INTRODUCCIÓN.

INTRODUCCIÓN.

El transporte aéreo ofrece rapidez, seguridad y eficiencia al transporte de pasajeros, mercancías de poco volumen y alto valor agregado o bien productos perecederos. Es por ello, que el transporte aéreo en nuestro país participa en el transporte de mercancías únicamente con el 0.02%, todo lo contrario se tiene con la participación del transporte de pasajeros que es del orden de 0.6%, el cual con el paso del tiempo ha rebasado ya con mucho al ferroviario y desde luego al marítimo.

Las comparaciones que se pueden hacer de México a nivel mundial son realmente excepcionales, ya que nuestro país refleja con las siguientes cifras el rezago y la falta de intervención en la infraestructura aeroportuaria.

País	Pasajeros (Millones de pasajeros-Km)	Carga (Miles de ton-Km)
Alemania	71496	6309972
Canadá	61860	2056692
Corea del Sur	59376	7955352
España	28140	742368
Estados Unidos	964536	28626996
Federación Rusa	49272	833700
Francia	69996	5081928
Holanda	55608	3970788
Japón	149652	7853784
México	20004	165096
Singapur	55452	4841088

Fuente: Referencia bibliográfica No 15

Las expectativas de estas cifras pueden ser alarmantes, pero con la intervención de programas de desarrollo para la infraestructura como la inversión privada puede afirmar a México en el camino de los países de primer mundo.

El proceso de apertura a la inversión privada dentro del sistema aeroportuario inicia desde 1996 con una serie de acuerdos. Posteriormente se establecen el Comité de Desincorporación, el Comité de Reestructuración y los lineamientos generales de la apertura a la inversión

del sistema aeroportuario y la constitución de cuatro grupos aeroportuarios.

Del proceso de privatización de los cuatro grupos aeroportuarios surgen: Sureste con 9 aeropuertos, Pacífico con 12, Centro-Norte con 13 y Ciudad de México con 1. El resto de los aeropuertos considerados no rentables, continuarán bajo la administración de Aeropuertos y Servicios Auxiliares (ASA) pero podrán concesionarse a gobiernos estatales o privatizarse individualmente.

Durante el proceso de privatización se da a conocer que el capital a invertir será destinado para mejorar la infraestructura existente, lo que contara con un socio estratégico que podrá acceder hasta con un 20 por ciento del capital social vía licitación, mientras que 80 por ciento restante será privatizado mediante una colocación accionaria en los mercados de valores.

El 8 de diciembre de 1998 la Secretaria de Comunicaciones y Transportes (SCT), otorgó al consorcio formado por Copenhagen Airports, Cintra Concesiones de Infraestructura de Transporte, Croupe GTM y Triturados Basálticos y Derivados (Tribasa), el control del Grupo Aeroportuario Sureste (GAS), al presentar la propuesta económica más alta por un monto de mil 165 millos de pesos, correspondientes al 15 por ciento de las acciones del grupo mencionado, con la opción para adquirir acciones por 5 por ciento adicional.

El 5 de Agosto de 1999 la Secretaria de Comunicaciones y Transportes (SCT), otorgó al consorcio formado por Grupo Empresarial Ángeles, Inversora del Noreste, Aena Servicios Aeronáuticos y Grupo Dragados, este consorcio pagó dos mil 453 millones 400 mil pesos, por 15 por ciento de las acciones más la opción para adquirir acciones por 5 por ciento adicional.

El día 1 de junio del 2000 la Secretaría de Comunicaciones y Transportes (SCT) dio el fallo de adjudicación del derecho a adquirir el 15% de las acciones representativas del capital social del Grupo Aeroportuario del Centro Norte (GACN). El consorcio ganador formado por Ingenieros Civiles y Asociados (ICA), Société Générale d' Entreprises (SGE) y Aéroports de Paris (ADP), ofertó \$864 millones de pesos por el 15% del GACN, con la opción para adquirir acciones por 5 por ciento adicional.

El Grupo Aeroportuario de la Ciudad de México conformado por el Aeropuerto Internacional de la Ciudad de México (AICM), es en la actualidad el único grupo faltante por licitar, ya que existen intereses muy fuertes por parte de inversionistas nacionales y extranjeros debido a las enormes demandas de tráfico que se maneja, dichos inversionistas conocen la situación actual que aqueja al aeropuerto puesto que presenta problemas, como la saturación de operaciones, problemas con sus espacios aéreos, es decir las pistas de aterrizaje no están suficientemente separadas para permitir maniobras simultáneas, por ello el Gobierno Federal a dado el fallo para la construcción del Nuevo Aeropuerto Internacional de la Ciudad de México (NAICM) a favor de Texcoco. El AICM presenta un margen de operaciones limitadas, a pesar de esto, las autoridades han señalado que aún puede funcionar hasta el 2005. (Nota: La referencia de las privatizaciones se encuentra en la bibliografía No. 19)

De estos cuatro grupos aeroportuarios, se enfocará directamente el Grupo Aeroportuario Centro Norte, en especial al aeropuerto de Chihuahua el cual es el séptimo aeropuerto más importante de este grupo.

Este aeropuerto en especial, aun no cuenta con la definición de un Plan Maestro de Desarrollo, lo que nos lleva a una pregunta, ¿Qué es un Plan Maestro de Desarrollo?; es básicamente una planeación bien conformada del crecimiento aeroportuario en el cual se consideran todos los elementos por intervenir, es decir, que se verán contemplando las tendencias de la demanda futura, la cual se estudiara a través de

procedimientos y técnicas específicas; que además, de tomar en cuenta las estadísticas y análisis del tráfico aéreo, considera todos los factores que pueden modificar las tendencias del crecimiento. De esta manera se estudia el crecimiento del producto interno bruto regional y nacional, tipo de economía y desarrollos futuros de la zona considerados en otros planes, empleo e impulso de otros modos de transporte y turismo.

Este plan es muy importante para el desarrollo de las necesidades sociales y económicas en el Estado, ya que el transporte aéreo se considera como un efecto multiplicador de posibilidades de negocios, por lo que la anticipación de las demandas futuras pueden realizarse en plazos muy convenientes: corto, mediano y largo plazo o también, aproximadamente, a cinco, diez y veinte años, en los cuales se establecen las diferentes instalaciones y servicios del aeropuerto.

Dentro de las exigencias mínimas con que debe de cumplir un plan de acuerdo a la ubicación del mismo están las siguientes:

1. *Previsión de la demanda.*- Las previsiones deben de incluir las operaciones de aeronaves, número de pasajeros, volumen de carga y correo y tráfico de vehículos. Estas previsiones deben de hacerse no solo sobre una base anual sino también para las horas críticas del día.
2. *Desarrollo de las soluciones alternativas para satisfacer de manera razonable las previsiones de la demanda.*- Cada solución alternativa debe de tener en cuenta factores tales como el impacto del medio ambiente, seguridad y economía.
3. *Determinación costo-beneficio de las soluciones alternativas.*- Un análisis de costo-beneficio debe de incluir no solo los costos y beneficios tangibles sino también los más intangibles.

4. *Alternativas de financiamiento.*- Concebir las mejores alternativas de inversión con base a la rentabilidad del proyecto determinando, la posibilidad de financiarlo con recursos propios o a través de créditos con terceros.
5. *Impacto ambiental en las soluciones alternativa.*- El impacto de cada alternativa debe considerarse e incorporarse en el análisis de costo-beneficio.

En resumen un Plan Maestro de Desarrollo implica una planeación de las demandas futuras, así como, un crecimiento de las instalaciones aeroportuarias, evitando para ello una sobrecapacidad de la misma y un acortamiento de periodo de utilidad del área completa del aeropuerto, tanto para usos aeronáuticos como no aeronáuticos y uso del área adyacente al mismo. (Nota: El contexto al Plan Maestro de Desarrollo está referido en parte a la bibliografía No.12)

Por lo anterior el presente trabajo es una propuesta de Plan Maestro de Desarrollo a evaluar para el Aeropuerto de Chihuahua.

El aeropuerto de Chihuahua se encuentra al norte del país en la cabecera del Estado, como parte de la Infraestructura Aeroportuaria que debe de contener todo aeropuerto; este cuenta con pistas, calles de rodaje, plataforma, edificio terminal, equipos de ayuda y accesos. Esta infraestructura está para atender las necesidades del Municipio y del todo el Estado de Chihuahua, ya que su desarrollo se encuentra justificado a su entorno y diversos factores que influyen en él, tales como: municipios adyacentes, otros aeropuertos dentro de la Entidad, el trazado y uso de rutas aéreas, participación económica dentro del Producto Interno Bruto (PIB), etc.

Por eso es indispensable analizar métodos de evaluación y mercados internacionales, así como, tratados de libre comercio con los cuales se

pueden tener un intercambio productivo de los tres sectores laborales, estos son: Primario constituido por la Agricultura, Ganadería, Silvicultura, Caza y Pesca; Secundario constituido por la Minería, Extracción de Petróleo y Gas, Industria Manufacturera, Generación de Energía Eléctrica, Comunicaciones y Transportes; y Terciario constituido por Comercio y Servicios. De donde estos sectores representa la base económica del país dentro del PIB, así como, de la generación de empleos.

Estas consideraciones hacen que el tiempo de vida útil del aeropuerto sea aprovechado al máximo, además de, evaluar las demandas futuras que se pueden tener del tráfico aéreo para una adecuada atención. Dicho tráfico, comprende las operaciones aeroportuarias, los pasajeros nacional e internacionales y los movimiento de carga.

No todos los movimiento del tráfico son permitidos dentro del aeropuerto, ya que la infraestructura aeroportuaria fue diseñada para poder atender ciertos tipos de aeronaves por lo que el avión Boeing 727 es la aeronave máxima operable que deberá de manejar, ya que cualquier aeronave que se encuentre por arriba de las características por las cuales esta diseñado el aeropuerto no podrá efectuar operaciones dentro de este.

Esto es debido a cuestiones de seguridad tanto del aeropuerto como de la propia aeronave, ya que todos los aeropuertos del mundo se rigen por normas y parametros editados por la Organización de Aviación Civil Internacional (OACI), esta organización se encarga de verificar y dictaminar normas y métodos para conseguir la seguridad, regularidad y eficiencia de la navegación aérea internacional, en donde se consideran que los Estados contratantes, es decir los países, deben aplicar uniformemente las especificaciones de las normas internacionales. Esto se realiza con el propósito de buscar una estandarización internacional, es por ello que por todo el mundo se hacen publicaciones técnicas de catálogos y manuales de esta organización como lo es el "Anexo 14", el cual es un catálogo de normas y métodos de diseño y operación para

aeródromos reconocido y empleado internacionalmente. (Nota.- En adelante al referirse al "Anexo 14" se hará por medio de la referencia bibliográfica No. 10)

Estos catálogos y manuales editados por la OACI no impiden de ninguna manera la aplicación de normas y parámetros locales, aunque siempre se considera suplementaria su intervención.

Mediante estas normas y parámetros se puede puntualizar el tipo de servicio y capacidad del aeropuerto de Chihuahua, de tal forma que se puede determinar la demanda máxima que puede llegar a atender la infraestructura actual.

Con la definición de la infraestructura actual se pueden ver cuales son los límites máximos permitidos para el caso de la ampliación y modificación del aeropuerto. Esta ampliación y modificación implica la introducción de un avión de mayor fuselaje, ya que la zona de influencia del aeropuerto cuenta con un gran potencial de desarrollo en carga comercial aérea, por lo que la actual infraestructura aeroportuaria no cuenta con la capacidad de atención futura.

Es por ello que la propuesta contempla la introducción del Boeing 747-400, esta aeronave es una de las más grandes de la aviación comercial capaz de transportar el doble de pasajeros de un B-727 y tres y media veces más la carga de paga.

Anteriormente en la tabla de comparativos de manera muy notoria la carga aérea en nuestro país esta por debajo de los niveles mundiales, esto se debe a que el costo de transportación en nuestro país es muy alto, por lo que resulta más conveniente transportar carga de bajo valor agregado y volumen/peso delimitado por otros medios tales como el terrestre, ferroviario y marítimo. Es por ello que la ampliación y modificación irá destinada al desarrollo de la carga en el aeropuerto, con lo cual se buscará el transporte por vía aéreas de carga con alto valor agregado y

volumen/peso limitado. Por tal razón mi propuesta incluye la ampliación de la pista y calle de rodaje principales, así como, la ubicación de una nueva terminal de carga donde se levantará una plataforma de dimensiones adecuadas al B-747 y un edificio que servirá de bodega de consolidación para los diversos embarques que se manejen, concluyendo con un acceso vial independiente que permita a los transportistas llevar y traer la carga.

Sin duda, se trata de un proyecto muy ambicioso, por lo que antes de su ejecución en campo se tienen que evaluar los alcances y efectos del proyecto ambiental, social y económicamente, para impedir futuros o presentes problemas que pueda tener en su construcción y operación, a lo cual se adoptarían reglamentos y normas vigentes en la Republica Mexicana además de las normas y parámetros de la OACI.

Como en toda obra, la generación de empleos comenzará desde el principio, ya que la construcción acarreará mucha mano de obra y participación de los habitantes del municipio de Chihuahua, así como, de los municipios aledaños a éste; pero también una vez entrando en operación la generación de empleos no concluirá ahí, ya que se requerirán de trabajadores para cubrir las diversas necesidades y operaciones del aeropuerto.

Ahora bien, la construcción y operación del proyecto generará también una inversión y costos por su construcción y mantenimiento del mismo, por lo que se tiene que pronosticar cuales serán los costos y beneficios que se tendrán del proyecto, de tal forma que mediante un análisis financiero a 12 años defina la inversión que se tendrá que realizar para la infraestructura, tomando como base el programa de obra de los elementos en cuestión como la pista, calle de rodaje, plataforma, terminal de carga o edificio de consolidación y accesos. Mediante este análisis se podrá determinar la inversión inicial, así como, los costos del

mantenimiento año con año y los ingresos que percibirá a raíz del proyecto.

Los resultados que se precisen durante la corrida financiera para el final del periodo, determinarán la viabilidad del proyecto con la conclusión de si es o no rentable la propuesta y de acuerdo a que porcentajes de descuento fijos anuales.

Los argumentos antes expuesto nos acercan a que un Plan Maestro de Desarrollo para el Aeropuerto de Chihuahua deberá requerir de una evaluación conciente de las necesidades que se establecen hoy en día.

ANTECEDENTES.

I. ANTECEDENTES.

I.1 Historia del aeropuerto y situación actual.

El estado de Chihuahua se ubica al norte de la República Mexicana, siendo sus vecinos colindantes en el límite internacional los Estados Unidos de América y en el límite estatal los Estados de Sonora, Sinaloa, Durango y Coahuila; tal como se representa en la figura 1.1. Este Estado es uno de los de mayor extensión territorial en toda la República Mexicana, siendo Chihuahua la capital y segunda ciudad más importante de la entidad después de Ciudad Juárez.

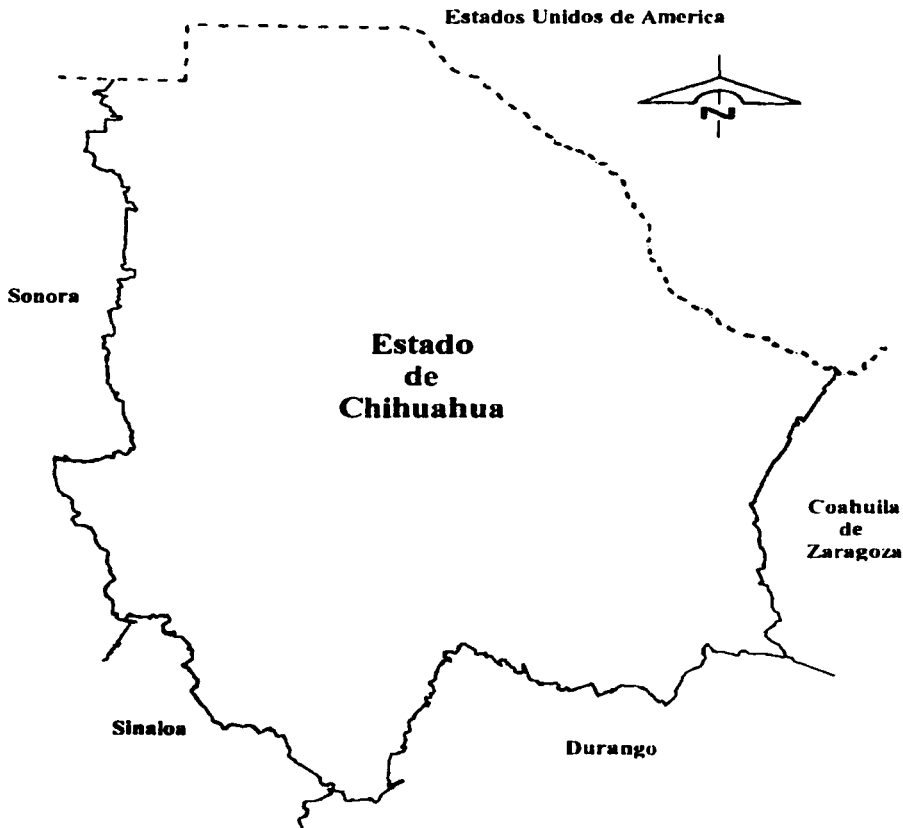


Figura 1.1 Mapa del Estado de Chihuahua

El municipio de Chihuahua representa el 3.4% de la superficie del Estado tal y como se puede apreciar en la siguiente figura 1.2. Este municipio es el lugar de ubicación del *Aeropuerto Internacional General Roberto Fierro Villalobos*, el cual presta sus servicios fundamentalmente a la ciudad de Chihuahua y a cuatro municipios cercanos entre los que se encuentran Camargo y Delicias. El aeropuerto se ubica a 18 kilómetros de la ciudad de Chihuahua siendo sus principales vías de acceso al Periférico Lombardo Toledano y la vía corta a Aldama.

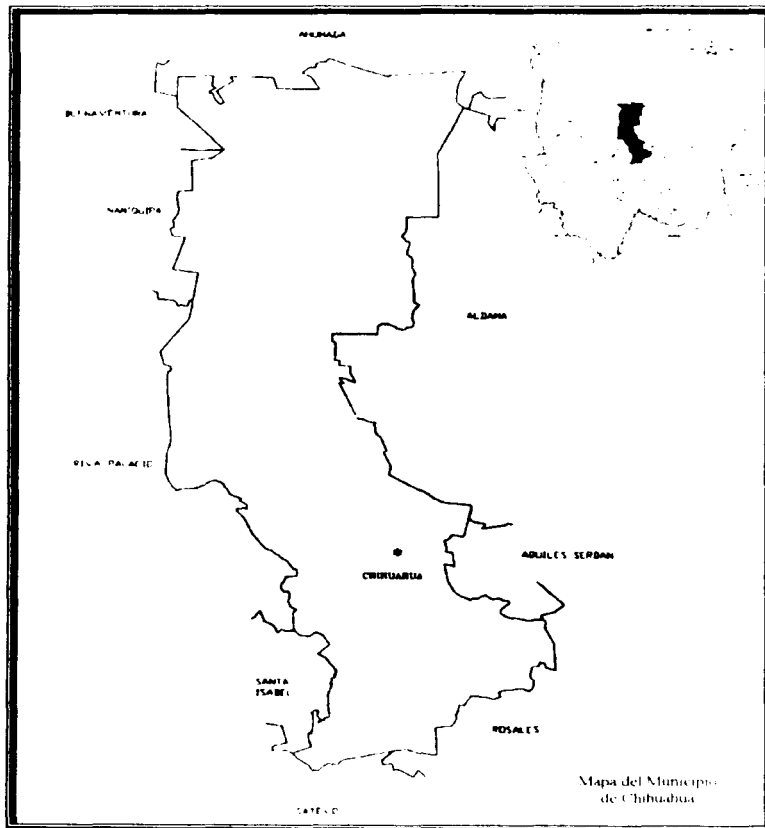


Figura 1.2 Mapa del municipio de Chihuahua

El *Aeropuerto Internacional General Roberto Fierro Villalobos* es uno de los 13 aeropuertos que conforman el Grupo Centro Norte (GCN), los cuales además de este se encuentran localizados en 9 Estados del

occidente, centro y norte de la Republica Mexicana, los cuales se podrán ubicar en la siguiente figura 1.3. Estos aeropuertos atienden a centros urbanos y polos de desarrollo regional, así como también a algunos de los principales destinos turísticos del país.

El Grupo Centro Norte durante 1999 atendió a 9.6 millones de pasajeros, de los cuales un 21.2% fueron internacionales, y 358.1 miles de operaciones de aeronaves. Al cierre del tercer trimestre de 1999 el Grupo Centro Norte registró ingresos totales por \$580.2 millones de pesos y una utilidad de operación antes de cargos por depreciaciones y amortizaciones por \$289.1 millones de pesos, lo cual representa un margen del 49.8%.



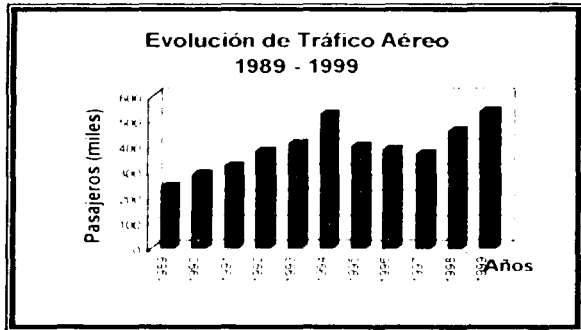
Figura 1.3 Aeropuertos del Grupo Centro Norte

Ahora bien el *Aeropuerto Internacional General Roberto Fierro Villalobos* presentó un desarrollo en 1999 de la siguiente forma:

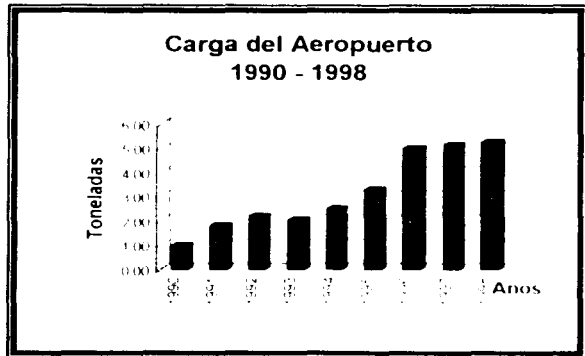
- En términos de tráfico, Chihuahua es el séptimo aeropuerto más importante del Grupo Centro Norte, con más de 538,000 pasajeros atendidos durante 1999 y representando el 5.6% del tráfico total del grupo.



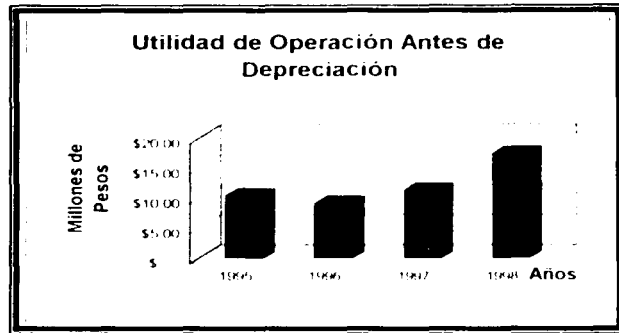
- El aeropuerto ha tenido una Tasa Media Anual de Crecimiento de pasajeros del 7.7% durante los últimos 10 años. Los expertos consultores han proyectado que el tráfico aéreo futuro de pasajeros se incrementará a una TMAC del 5.3% durante los próximos 15 años.



- Por lo que se refiere a carga, esta se ha incrementado de 0.9 mil toneladas en 1990 a 5.2 mil toneladas en 1998.



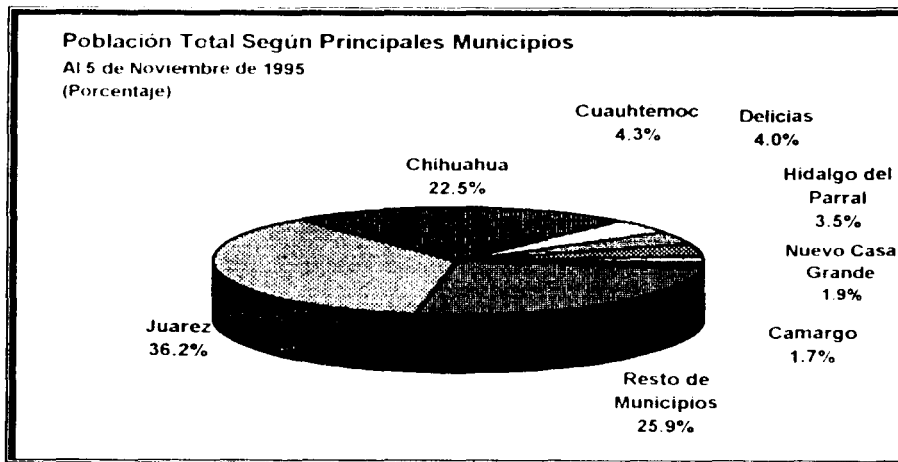
La utilidad de operación antes de depreciación y amortización se ha incrementado en 67% al pasar de \$10.3 millones en 1995 a \$ 17.2 millones de pesos en 1998.



I. 2 Zona de influencia física y económica.

Como ya antes se había mencionado el Estado de Chihuahua es uno de los de mayor extensión en toda la Republica Mexicana teniendo una población aproximada de 2.8 millones de habitantes, de los cuales el 22.5% forman parte del municipio de Chihuahua siendo una población de 627,662 habitantes de los cuales el 51.3% se encuentra formado por la población femenina y el 48.7% por varones.

En comparación con otros municipios el de Chihuahua es el segundo más habitado de todo el estado seguido y superado por los siguientes municipios como se presenta a continuación:



Fuente: Referencia bibliografica No.3

El trascendental número de pobladores con que cuenta el Estado de Chihuahua realiza una importante participación con respecto al Producto Interno Bruto (PIB), ya que debido a ellos el Estado ocupa el sexto lugar en cuanto a participación a PIB, después del Distrito Federal, Estado de México, Nuevo León, Jalisco y Veracruz. Sin hacerle omisión a su posición como quinto y sexto lugar en el sectores comercial y manufacturero a nivel nacional.

A pesar de que sus actividades económicas ocupan muy buenas posiciones a nivel nacional, el Estado cuenta con una gran diversidad de actividades como las que tendremos a continuación con respecto al periodo de 1996.

GRAN DIVISIÓN	1996		
	PRODUCTO INTERNO BRUTO EN EL ESTADO (En miles de pesos a precios del 93)	PRODUCTO INTERNO BRUTO NACIONAL (En miles de pesos a precios del 93)	PARTICIPACIÓN RESPECTO AL TOTAL (Porcentaje)
AGROPECUARIO, SILVICULTURA Y PESCA	3865075	76983581	5.02
MINERIA	361962	17538253	2.06
INDUSTRIA MANUFACTURERA	11147980	241385700	4.62
CONSTRUCCION	1585150	50448652	3.14
ELECTRICIDAD, GAS Y AGUA	491861	20551793	2.39
COMERCIO, RESTAURANTES Y HOTELES	12331914	237854179	5.18
TRANSPORTE, ALMACENAMIENTO Y COMUNICACIONES	4505460	120000709	3.75
SERVICIOS FINANCIEROS, SEGUROS, ACTIVIDADES, INMOBILIARIAS Y DE ALQUILER	6663314	193626520	3.44
SERVICIOS COMUNALES, SOCIALES Y PERSONALES	8065929	263651749	3.06
SERVICIOS BANCARIOS	1034554	31696572	3.26
TOTAL	47984092	1190344564	4.03

Fuente: Referencia bibliografica No. 3

Como podemos ver las diversas actividades generan una producción bastante considerable, ya que el sector manufacturero tiene involucrado

un importante número de maquiladoras, las cuales conforman el 12.1% del total de maquiladoras al cierre de 1998. Destacando sobre todo la producción de equipos electrónicos y eléctricos, así como de materia plástica, siendo también la explotación de recursos minerales tales como el oro, plata, cobre y zinc y la producción de carne bovina de la más alta calidad otras de sus actividades de mayor producción.

Todas estas actividades comprenden tanto unidades económicas, como personal ocupado en las mismas teniendo una distribución de la siguiente forma:

SECTOR	UNIDADES ECONOMICAS		PERSONAL OCUPADO	
	1993	1998	1993	1998
MANUFACTURAS	7945	8749	220236	348266
COMERCIO	36566	40844	104122	126185
SERVICIOS	31216	38196	197585	251083
RESTO DE LOS SECTORES	604	1014	12505	18916
TOTAL	76331	88803	534448	744450

Fuente: Referencia bibliográfica No.3

NOTA. Con respecto a los servicios estos comprenden servicios financieros y transportes y comunicaciones, y dentro de el resto de los sectores estos abarcan pesca, electricidad, minería y construcción.

La distribución anterior nos da una visión general de como se encuentran distribuidas las diversas actividades dentro del Estado de Chihuahua, pero ahora la interrogante es como se encuentran distribuidas las unidades y el personal por municipio, como esto resultaría bastante extenso debido a la cantidad de municipios existentes en el Estado se nombraran solamente aquéllos que son de mayor trascendencia para el Estado, enfocándonos únicamente en sus unidades económicas y personal ocupado.

MUNICIPIO	UNIDADES ECONOMICAS		PERSONAL OCUPADO	
	1993	1998	1993	1998
ESTADO	76331	88803	534448	744450
CAMARGO	1630	1689	7132	8249
CUAUHTEMOC	3923	4465	17346	22327
CHIHUAHUA	20649	23276	154442	194783
DELICIAS	4721	5219	24874	29778
HIDALGO DEL PARRAL	4452	4928	18368	21902
JIMENEZ	1449	1550	4547	5390
JUAREZ	25034	32068	251466	393867
MADERA	905	1099	2896	4724
MEOQUI	1289	1170	4524	5428
NUEVO CASA GRANDES	2277	2300	11162	13100
RESTO DE MUNICIPIOS	10002	11039	37691	44902

Fuente: Referencia bibliográfica No.3

Todas esta actividades dentro de los municipios requieren de centros de producción los cuales se encuentran divididos en rurales y urbanos, y para los cuales tenemos la siguiente tabla comparativa de los 4 principales municipios del Estado de Chihuahua.

UNIDADES DE PRODUCCIÓN PARA 1991			
MUNICIPIO	RURALES	URBANAS	TOTALES
ESTADO	102591	1473	104064
CAMARGO	1683	12	1695
CHIHUAHUA	3773	132	3905
DELICIAS	1114	26	1140
JUAREZ	1248	64	1312

Fuente: Referencia bibliográfica No.3

Todo este tipo de actividades crean una necesidad de desplazamiento hacia las principales metrópolis de los diversos Estados de la Republica, ya que algunas entidades de estas son importantes puntos de concentración de manejos financieros y de desarrollo. Para lo cual el aeropuerto del municipio de Chihuahua presta sus servicios a los diversos destinos nacionales como se representa en la figura 1.4 y extranjeros en la figura 1.5, estos destinos para el año de 1998 eran los siguientes:

Chárter		Aviación Regular	
Ciudad	Pasajeros	Ciudad	Pasajeros
Mazatlán	6,752	México	235,773
Puerto Vallarta	3,073	Monterrey	73,646
Cancun	1,387	CD. Juárez	48,557
Monterrey	422	Hermosillo	31,322
México	207	Torreon	29,143
		Tijuana	20,601
		Guadalajara	11,780
		Los Mochis	11,129
		Ciudad Obregon	6,437
		Culiacan	3,548
Ciudad	Pasajeros	Ciudad	Pasajeros
Indianápolis, EUA	62	El Paso, EUA	20,587
		Dallas, EUA	19,538
		San Antonio, EUA	52

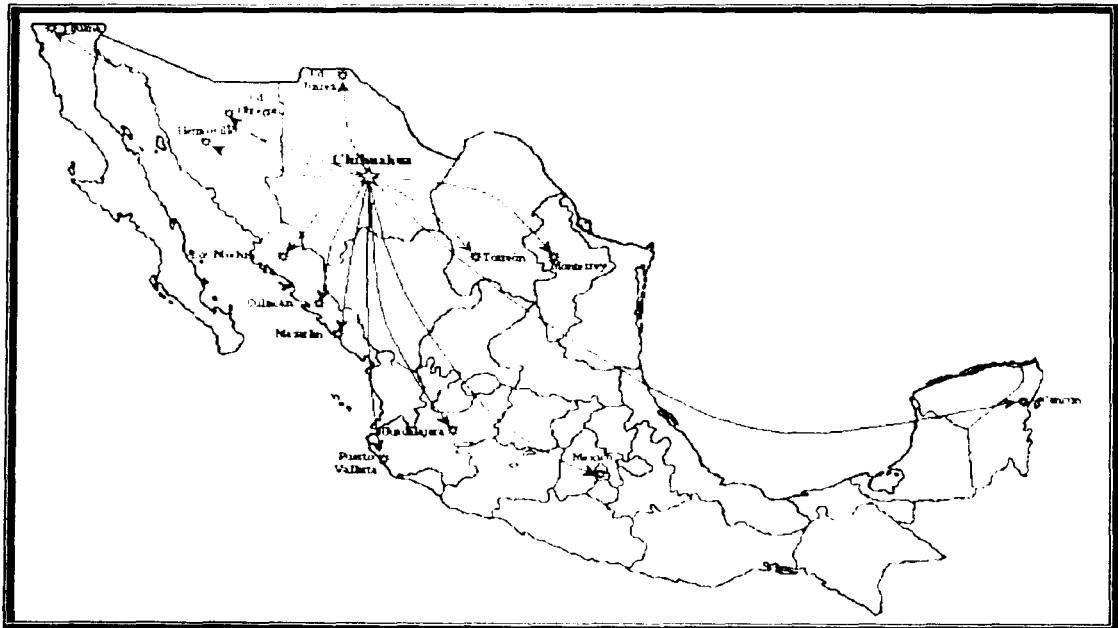


Figura 1.4 Principales Rutas Nacionales.

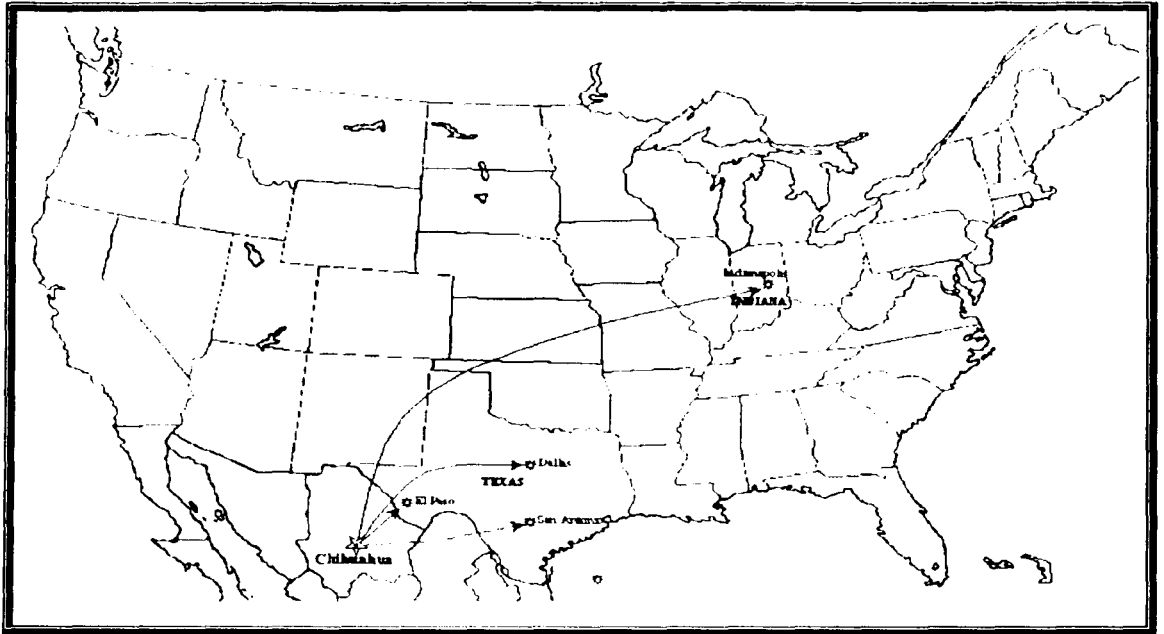


Figura 1.5 Principales Rutas Extranjeras

1.3 Evaluación de la infraestructura aeroportuaria

El aeropuerto tiene un área aproximada de 921.4 hectáreas. Las cuales se presentan a continuación en el plano ilustrativo de la figura 1.6.

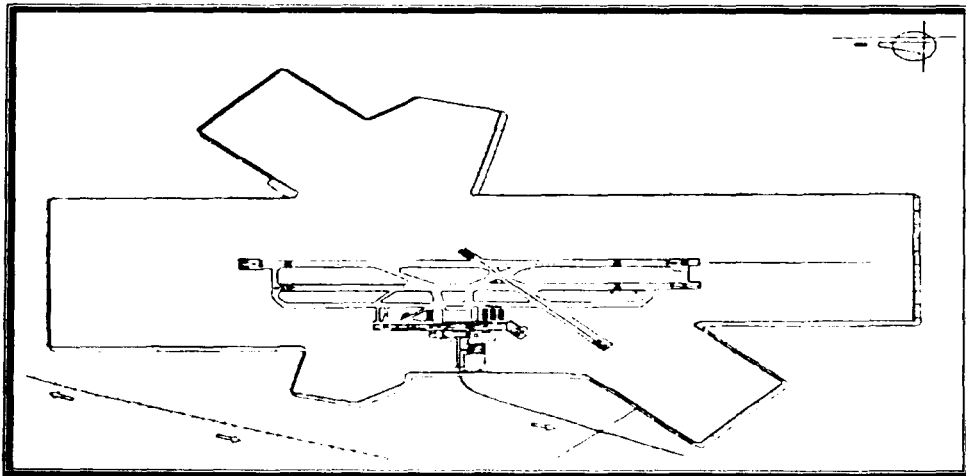


Figura 1.6 Plano General del Aeropuerto

Ahora esta poligonal que representa las superficies y áreas que se encontraban hasta el 31 de diciembre de 1998, contemplan la infraestructura del aeropuerto, a la cual se hará mención y descripción de cada una de las componentes de la misma, así como referencia a los criterios que se emplearon en estas. La próxima tabla nos revelará el contenido y la distribución que presenta la infraestructura aeroportuaria.

	Cantidad	Denominación	Dimensiones
Campo aéreo			
Pistas	3	181 36D 18D 361 04 22	2,600 x 45 m 2,420 x 45 m 1,100 x 30 m
Rodajes	5	Alfa Bravo Coca Delta Eco	2,550 x 23 m 150 x 23 m 490 x 23 m 470 x 23 m 110 x 23 m
Plataformas			
Aviación comercial	1		18,900 m ²
Aviación general	1		17,280 m ²
Edificio terminal comercial			
Superficie total			4,275 m ²
Superficie planta baja			3,480 m ²
Superficie planta alta			750 m ²
Estacionamiento vehículos			7,300 m ²
Edificio aviación general			
Superficie total			

Fuente: Referencia bibliográfica No. 13

Antes de abordar cada una de las partes de la infraestructura del aeródromo, cabe mencionar que parte correspondiente a pistas y calles de rodaje van ligas una con otra, por lo cual se verán mezclados algunos aspectos.

Pistas

La pista es una área rectangular especificada dentro de un aeródromo preparada para el aterrizaje y el despegue de las aeronaves. Estas pistas de acuerdo a la normatividad internacional deben de cumplir con todos los requerimientos exigidos, entre ellos tenemos:

1. Deben de proporcionar una adecuada separación en la configuración del tráfico aéreo.
2. Deben de evitar la menor interferencia y demora en el aterrizaje, rodaje y operación de despegue.
3. Que se encuentren provistas de las adecuadas salidas de tal manera que el avión que aterrice pueda abandonar la pista tan rápido como le sea posible y pueda recorrer el espacio hasta llegar al área terminal en el menor tiempo posible.

Con referencia a los criterios que contempla en la bibliografía No.10, las características físicas primarias y secundarias sobre las pistas que se sustentan en dicho contexto, sostiene una serie de recomendaciones que forman parte de los aeródromos como tales y estas son:

- **Numero y orientación de pista.**
 - ✓ Elección de la componente transversal máxima admisible del viento.
 - ✓ Datos que se deben de utilizar.
- **Emplazamiento del umbral o principio de la pista de aterrizaje.**
- **Longitud verdadera de pista.**
 - ✓ Pista principal.
 - ✓ Pista secundaria.
 - ✓ Pista con zonas de parada o zonas libres de obstáculos.
- **Anchura de pistas.**
- **Distancia mínima entre pistas paralelas.**
- **Pendientes de las pistas.**
 - ✓ Pendientes longitudinales.
 - ✓ Cambios de pendiente longitudinal.
 - ✓ Distancia visible.
 - ✓ Distancia entre cambios de pendiente.
 - ✓ Pendientes transversales.
- **Resistencia de las pistas.**
- **Superficie de las pistas.**

Calles de Rodaje

La función principal de las calles de rodaje es la de suministrar acceso desde las pistas hasta el área terminal y servicio de hangares. Estas calles deben de disponerse de tal manera que el avión que acaba de aterrizar no interfiera con el avión que está en rodaje o va a despegar.

Haciendo nuevamente referencia a los criterios que contempla la bibliografía No.10, las características físicas primarias y secundarias sobre las calles de rodaje que se sustentan en dicho contexto, sostiene una serie de recomendaciones que forman parte de los aeródromos como tales y estas son:

- Generalidades.
- Anchura de las calles de rodaje.
- Curvas de las calles de rodaje.
- Uniones e intersecciones.
- Distancias mínimas de separación de las calles de rodaje.
- Pendientes de las calles de rodaje.
 - ✓ Cambios de pendiente longitudinal.
 - ✓ Distancia visible.
 - ✓ Pendientes transversales.
- Resistencia de las calles de rodaje.
- Superficie de las calles de rodaje.
- Calles de salida rápida.
- Calles de rodaje en puentes.

Plataformas

La función de la plataforma es la de proveer un área de embarque y desembarque de pasajeros, carga o correo, así como de operaciones y servicios que requieren las aeronaves sin que estas obstaculicen el tránsito

del aeródromo, tomando también en cuenta que dentro de la infraestructura del aeródromo existen los llamados apartaderos de espera, cuya función es la de agilizar el tráfico aéreo que se presenta en tierra de tal modo, que para una operación de comprobación de instrumentos o calentamiento de motores existe un área de espera.

Con referencia a los criterios de la bibliografía No.10, las características físicas primarias y secundarias sostiene una serie de recomendaciones que forman parte de los aeródromos como tales y estas son:

- Generalidades.
- Extensión de las plataformas.
- Resistencia de las plataformas.
- Pendiente de las plataformas.
- Márgenes de separación en los puestos de estacionamiento de aeronave

Edificio Terminal.

El edificio terminal es la parte principal de conexión entre el campo de vuelo y el resto del aeropuerto. Este incluye las instalaciones para el movimiento de pasajeros, manutención de la carga, conservación y administración del aeropuerto.

De modo tal que la infraestructura del aeropuerto tendrá una distribución tal y como se presenta a continuación en la figura 1.7.

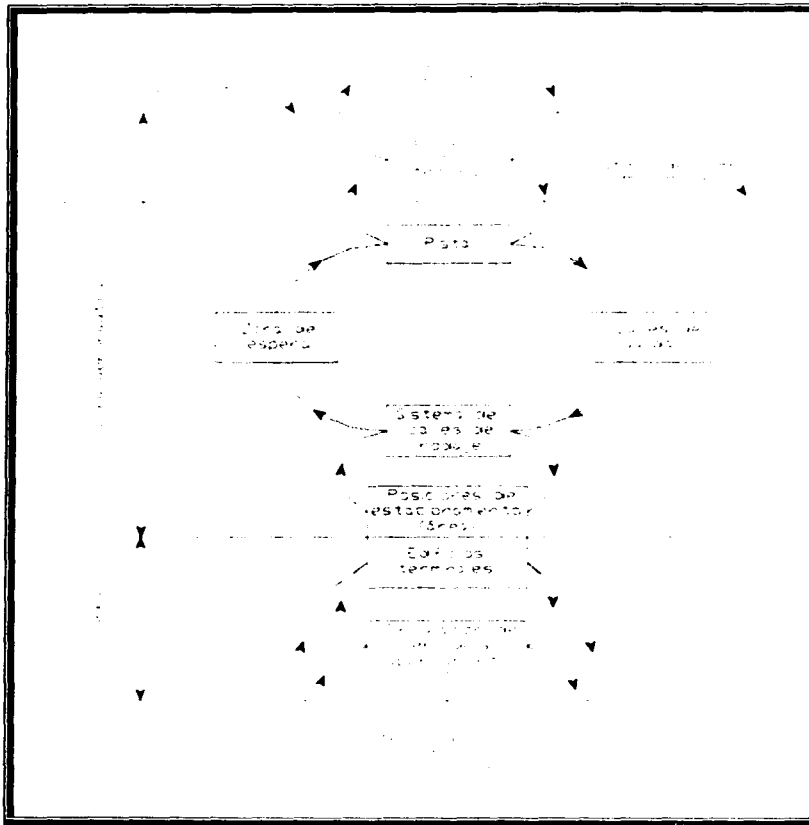


Figura 1.7 Infraestructura Aeroportuaria
Fuente: Referencia bibliográfica No 12

Además de la infraestructura básica con la que cuenta el aeropuerto, existen una serie de implementos que ayudan a su servicio dentro de la zona aeronáutica y la zona urbana los cuales son:

(Nota: Las siguientes tablas de datos son producto de una investigación particular.)

➤ Subestaciones Eléctricas.

Área de Servicio	Capacidad (KVA)
Ayudas Visuales	150
Aviacion General	N. D.
Edificio terminal	N. D.
Zona de Combustible	N. D.

➤ Plantas de Emergencia.

Área de Servicio	Marca	Capacidad (KVA)
Ayudas Visuales	Cummins	100
Edificio Terminal	Cummins	100
Zona de Combustibles	Perkins	50
Servicios Generales	Rolls Royce	75

➤ Cuerpo de Rescate y Extinción de Incendios.

Equipo	Marca	Modelo	Año
Ambulancia	Ford		1981
Ambulancia	Chevrolet		1998
Barredora	Ford	Mobil	1968
Barredora	Tennant	6400	1997
Carro Cisterna	Dina		1979
Unidad de Extinción	Ford	John Bean	1969
Unidad de Extinción	Emergency One	Titan III	1994
Doble Agente	Ford	F 350	1992

➤ Equipo de Revisión de Pasajeros y Su Equipaje.

Equipo	Cantidad
Maquina de rayos X	1
Arco detector de metales	1
Detector portatil de explosivos	1
Detector portatil de metales	5

➤ Equipo de ayudas visuales.

Sistema	Designación	Tipo de Unidad	Lámparas Instaladas
Luces de Borde de Pista C1	18I 36D	L 861	118
Luces de Borde de Pista C2	18D 36I		
Luces de Borde de Rodaje	C. D.	L 822	156
Luces de Aproximacion	13	L 892	81
Luces de Destello	13	L 849	15
Sistema PAPI	18I 36D	L 880	16
Cono de Viento	18I 36D	L 807	4
Faro Giratorio	TW	L 802	1
Señalamiento Vertical Iluminado	18I 36D	L 858	34
Punto de Espera en Rodaje	C. D.	L 804	4
Umbral y Extremo de Pista	18I 36D	L 850	24

En relación a las Ayudas Visuales la bibliografía No.10 hace referencia a 5 parámetros importantes, en los cuales se contemplan una

serie de referencias para los aeródromos y por lo cual este no es excluido de dichas recomendaciones y lineamientos.

- **Indicadores y dispositivos de señalización.**
- **Señales.**
- **Luces.**
- **Letreros.**
- **Balizas**

PRONÓSTICO DEL TRÁFICO.

II. PRONÓSTICO DEL TRÁFICO.

II.1 Evaluación del mercado atendido y potenciales de crecimiento.

La industria del transporte aéreo a abarcado un gran número de rutas a nivel nacional e internacional, en donde aeropuertos como el de la Ciudad de México, Monterrey, Guadalajara, Tijuana, Cancún y otros tantos más dentro de nuestra Republica llevan atendiendo un extenso mercado dentro de las principales urbes. Pero ya que estos no son los casos a analizar, pero si son casos de muy buena ejemplificación de aquí en adelante nos enfocaremos al Aeropuerto de Chihuahua y su desarrollo que ha tenido como tal en la actualidad.

El Aeropuerto Internacional de la Ciudad de Chihuahua para el año de 1999 lleva atendido un mercado a nivel nacional de cerca de 9 Estados en la Republica Mexicana y a nivel Internacional a 1 País en el Norte de América, los cuales se presentan en la siguiente tabla:

Mercado Atendido en 2000	
NACIONAL	Ciudad de Mexico
	Jalisco
	Sinaloa
	Baja California
	Sonora
	Chihuahua
	Coahuila
	Nuevo Leon
	Quintana Roo
INTERNACIONAL	EUA

Para la atención de este mercado tenemos la prestación de los servicios de cuatro aerolíneas, tres de origen nacional y una internacional, las cuales serán nombradas a continuación:

- **Nacionales**
 - Aerocalifornia.
 - Aerolitoral.
 - Aeroméxico.

- **Internacional**
 - Continental Airlines.

En la actualidad los aeropuertos de todo el mundo se han convertido en importantes puntos de exportación e importación de productos, y para lo cual y con la atención y expansión de un nuevo mercado en nuestro país se cuentan con tratados o convenios que se tienen realizados con diversos países de la unión americana y europea, lo cual haría que la demanda del Aeropuerto de Chihuahua tenga un incremento considerable, así como de la economía del Estado si se empezase a exportar los productos de la industria manufacturera y del sector agropecuario..

A continuación se presentan los convenios o tratados que tiene los Estados Unidos Mexicanos con otros países, así como las restricciones que tienen estos convenios los cuales se editan en el Diario Oficial de la Federación.

Relaciones con los Estados Unidos Mexicanos		
Convenio	País	Fecha del Convenio
Tratado de Libre Comercio	Salvador, Guatemala y Honduras (Triangulo)	29/Junio/00
Tratado de Libre Comercio	Republica de Nicaragua	18/Diciembre/97
Tratado de Libre Comercio	Republica de Costa Rica	05/Abril/94
Tratado de Libre Comercio	Republica de Chile	17/Abril/98
Tratado de Libre Comercio	Republica de Colombia y Venezuela	13/Junio/94
Tratado de Libre Comercio	América del Norte	17/Diciembre 92
Tratado de Libre Comercio	El Estado de Israel	10/Abril/00
Acuerdo Complementario Económico	Republica de Uruguay	29/Diciembre/99
Acuerdo de Asociación Económica, Concentración Política y Cooperación	Comunidad Europea	08/Diciembre/97

II.2 Horizontes de proyección y variables macroeconómicas.

Dentro de los pronósticos del tráfico el tiempo juega un papel sumamente importante dentro de las proyecciones que se realizan para un aeropuerto, ya que un límite de tiempo nos define con claridad el plazo que se piensa cubrir así como sus perspectivas del mismo.

Para estos límites de tiempo los expertos han catalogado que estos se pueden dividir en dos grupos:

Primer grupo que es de modo muy convencional se refiere a un rango de corto, mediano y largo plazo para la pronosticación.

Segundo grupo consta de límites de tiempo especiales como los presupuestos anuales. A continuación se hará mención sobre la consistencia de cada uno.

- *Las previsiones a corto plazo* sirven normalmente para planear un plazo actual, evaluando los desarrollos actuales, y en general está interesado con las operaciones que se realizan día con día como programar la mano de obra y los requerimientos del equipo. El límite de tiempo puede ir de un mes hasta un año.
- *Las previsiones a mediano plazo* normalmente cubren un periodo de 2 a 5 años y sirven generalmente para atender el mercado, toman en cuenta las operaciones del transporte aéreo y el rango intermedio en el presupuesto de la administración del aeropuerto.
- *Las previsiones a largo plazo* normalmente cubren un periodo de 5 a 20 años en aplicaciones del aeropuerto. Sirven generalmente para establecer requisitos sobre el capital a largo plazo y además de generar una proyección de cargas de trabajo cíclicas en el mantenimiento.

- *El pronóstico del presupuesto* normalmente se refiere a un año fiscal y es utilizado para establecer operaciones básicas y requerimientos financieros y ajustes al empleado y para la implementación del equipo en línea con variaciones estacionales o extraordinarias dentro del tráfico.

Así que como se puede observar el límite de tiempo para un pronóstico tendrá gran influencia dentro de la selección de una técnica en particular como las llegaremos a ver mas adelante.

Como un ejemplo aclaratorio sobre las técnicas, un pronóstico a largo plazo para el tráfico a planear en una inversión de capital requiere una técnica diferente que la que se requiere para un pronóstico de pasajero.

Como propósito de identificación, los métodos de pronosticación pueden estar divididos en diversas categorías.

El *cuantitativo o el científico, el cualitativo o de juicio*, o una combinación de estas categorías *el análisis de decisiones*. La figura 2.1 expone cada una de estas categorías así como los diferentes métodos que estas los componen.

Sin embargo, se debería de denotar que estos métodos que son exclusivamente de interés científico y académico son de un limitado valor para el uso practico en los pronósticos de un aeropuerto.

Nota. El anterior contexto fue obtenido en base a la referencia bibliográfica No.1

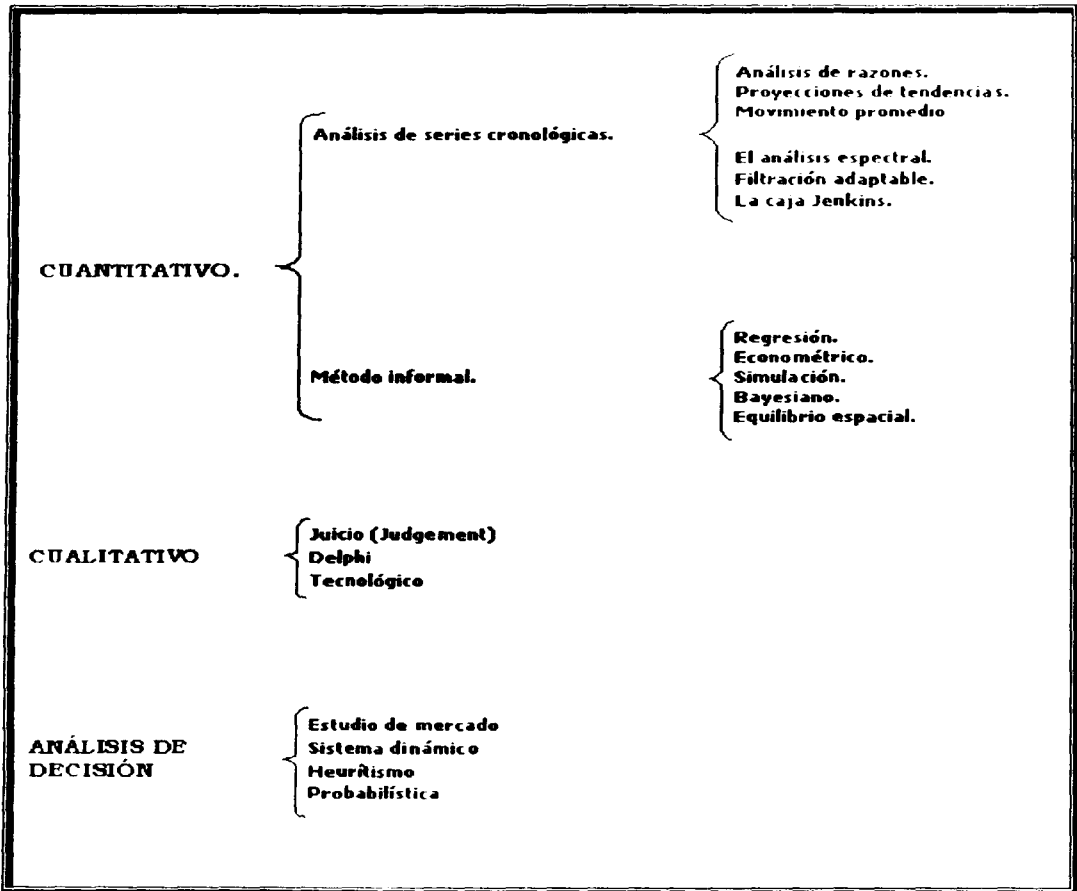


Figura 2.1 Alternativa de Técnicas de Pronosticación

Fuente: Referencia bibliográfica No. 1

Por esa razón, a continuación se presentará una breve descripción de los métodos más empleados así como de aquellas prácticas administrativas que se realizan dentro del aeropuerto.

Judgemental o Método Subjetivo

El análisis que se realiza con este método proporciona un pronóstico bien informado de demanda de viaje para el período pronosticado basado en las pasadas experiencias de un volumen de tráfico y de una intuición.

Aunque el análisis no requiera de cualquier modelo en especial de demanda de viaje, intuitivamente toman en cuenta los factores que influyen la demanda de un viaje por avión y además de ponderar estos factores según sea el juicio. Este método es especialmente útil en los casos donde la muestra de datos es pequeña o inexistente, como puede ser el caso del requerimiento de un pronóstico de tráfico para un nuevo mercado o cuando en la aceptación del mercado exista un costo bajo y la facilidad de la operación sea natural, aunque quizás no se encuentre intencionado para los analistas esto, implica que se tenga que ubicar dentro de los desarrollos más recientes.

El pronóstico del judgmental puede ser producido por un solo analista o por un comité. Una debilidad del acercamiento del comité es que puede ser parcial por la persuasión de miembros individuales que pueden o no pueden tener argumentos válidos. Para visualizar tales interferencias psicológicas de las que puede una tendencia llegar a reducir el valor pronosticado se ha llegado con el grupo, Olaf Helmer at the Rand Corporation quien desarrolló la técnica Delphi. (Método referido a la bibliografía No. 1)

Delphi

La meta de la técnica Delphi es desarrollar un programa cuidadosamente diseñado para interrogaciones individuales secuenciales, usualmente consenso de las anteriores partes. Esta idea es a través de pruebas sucesivas donde la difusión de pronósticos puede acortarse y así de hecho ha ocurrido en aplicaciones de esta técnica por la ASOCIACIÓN INTERNACIONAL DE TRANSPORTE AÉREO. (Método referido a la bibliografía No. 1)

Análisis de series cronológicas

Es un método que proporciona el tráfico de pasajeros en el aire el cual tiene un patrón de crecimiento establecido. Esto quiere decir que la demanda futura de viaje es una función del tiempo de una pasada

experiencia o tendencia. El *análisis de series cronológicas*, por consiguiente, asume muy poca causalidad. Este método puede ser útil para proyecciones generosas de largo plazo, especialmente en los casos donde haya muy poco conocimiento de la causa para el crecimiento. Por otra parte, el método tiene poco mérito para pronosticar detalles a largo plazo del modelo. Es por ello que existen posturas optimistas en las cuales suponen que el futuro es una planeación directa de las tendencias pasadas, de donde los pronósticos a corto plazo son más objetivos y precisos, el "*método de tendencias*" puede ser muy útil para producir pronósticos detallados en base a un corto plazo.

Debido a las características que tiene el análisis el presupuesto anual es pronosticado mediante este método, ya que surge un gran interés dentro del comercio mensual que puede vacilar por la tendencia, el ciclo, y los factores estacionales. Además, el patrón del tráfico puede contener propagaciones aleatorias. La tendencia en un largo plazo es usualmente el resultado de las mejoras técnicas y de un crecimiento estable y continuo en la población. Las fluctuaciones cíclicas son generalmente el resultado de movimientos en la economía o los ciclos de los negocios y usualmente no se conforman a un patrón determinado. Los efectos estacionales ocurren en un tiempo dado en el año, usualmente el resultado es el de costumbre. La propagación aleatoria es la parte irregular o sobrante de el patrón. La pronosticación de series cronológicas es un modelo que intenta proyectar el valor de las tres primeras componentes de la serie y añadir los resultados para así obtener un valor sobre el pronostico del trafico. Es por demás decir que es usualmente imposible pronosticar la componente de las propagaciones aleatorias. (Método referido a la bibliografía No. 1)

Estudios de mercado

El método de estudio de mercado relaciona patrones de viaje de un segmento demográfico dado con características demográficas y económicas. Este método anteriormente ha sido empleado por autoridades

portuarias como las de New York o New Jersey obteniendo interesantes resultados mediante una serie de escrutinios los cuales les revelaron que existe una relación intensa entre los patrones de viaje y las características como lo son el ingreso y la ocupación del viajero.

Los expertos dividen el modelo de mercado para un viaje por avión en un gran número de celdas de viaje personal y viaje comercial o de negocios, en donde los pronósticos que se encuentra realizados proceden primero que nada por la obtención de un crecimiento demográfico valorativo en cada una de las celdas, y este cálculo esperado del número de viajes se realiza de tal forma que se multiplica el número de habitantes de una población por el porcentaje de viajeros y los viajes por 1,000 viajeros. Las estimaciones de cada celda son entonces sumadas y ajustadas para los nuevos elementos descubiertos de escrutinio los cuales producirán un total para los años futuros.

Hay tres suposiciones críticas que estiman la validez de este método

1. Que una suposición tiene que estar hecha referente a la estabilidad de la relación entre los patrones de viaje y las características socioeconómicas.
2. Una suposición realista es necesaria en el crecimiento proyectado del grupo de tráfico dentro de una celda individual.
3. El modelo debería hacer ciertas suposiciones a dar cuenta de cualquier cambio esperado dentro de la estructura socioeconómica de una población así como los segmentos de la población que no son excluidos de los escrutinios.

El *análisis de mercado* puede ser una herramienta sumamente útil en la identificación de segmentos de población, estos segmentos cuentan con variables de gran interés como lo han sido: el tipo de ingreso, la edad,

el empleo, la estructura familiar, y la educación; lo cual a hecho que se genere aun mucho más la actividad dentro del aire y en aquellos buenos potenciales a futuro. Por último el análisis de mercado brinda la oportunidad del que el total de la porción correspondiente al área de mercado en materia de transporte aéreo perdure constante durante el paso del tiempo. Éste método por muy bueno que sea contiene una debilidad, y es que no considera características de servicio como la tarifa y el tiempo de viaje. El método del análisis de mercado, por ejemplo, no podrá relacionar cambios en demanda de viajes por avión, así como cambios en el nivel común de tarifas o en la introducción de tarifas nuevas establecidas para atraer un cierto mercado. (Metodo referido a la bibliografía No. 1)

Método econométrico

El método econométrico intenta relacionar las variaciones del tráfico con el movimiento de variables económicas lógicamente convenientes como lo son el ingreso, las variables demográficas como la población y las variables de servicio como lo son la tarifa y el tiempo de viaje. Este método explora y analiza parámetros que han hecho mella en el patrón histórico de la demanda de viaje, con lo que puede influenciar la demanda futura de viaje. Un modelo de demanda econométrico muestra directamente más de una ecuación con una relación económica entre la demanda y el número de variables del pronosticador.

Los factores que contribuyen a los cambios de la demanda de viaje pueden ser agrupados en dos categorías generosas el socioeconómico y la relación de transporte. Las variables socioeconómicas son aquellas que se encuentran relacionadas con el general ambiente económico, geográfico, social, y político. La variables en la relación de transporte por otra parte, son aquellas inherentes en el modo de transporte, tal como el costo, el tiempo de viaje, confortabilidad, seguridad, y conveniencia. El volumen del tráfico del pasajero es influenciado por una interacción complicada de una o más de estas variables.

El método econométrico es tan complicado que solo debería ser empleado por expertos que establezcan y evalúen los análisis estadísticos requeridos y con regresión. Bajo tal control meticuroso, el método puede ser más efectivo para un corto y largo plazo en proyecciones.

(Método referido a la bibliografía No. 1)

Análisis de regresión

La pronosticación de la demanda de pasajeros por medio del transporte aéreo también pueden ser realizada por medio de técnicas de regresión. Los modelos estadísticos para el análisis de demanda han sido ampliamente utilizados durante un largo tiempo en la predicción de pasajeros para el transporte urbano. El análisis de regresión dentro de un aeropuerto establece una relación estadística entre la tasa de generación de viaje por aire (la variable dependiente) y el número de variables proféticas (la variable independiente). El análisis es usualmente llevado a la práctica en campo en donde son observadas las generaciones de un viaje por aire en referencia a los datos de un escrutinio y de las grabaciones de los diferentes niveles asociados y donde surgen cambios en los diferentes datos de los niveles socioeconómicos de un área y las características físicas de un origen destino en un entorno global para el sistema de transporte. Entonces los modelos de regresión pueden forjarse para describir relaciones existentes, y estos están acostumbrados a pronosticar las futuras generaciones de un viaje por aire.

(Método referido a la bibliografía No. 2)

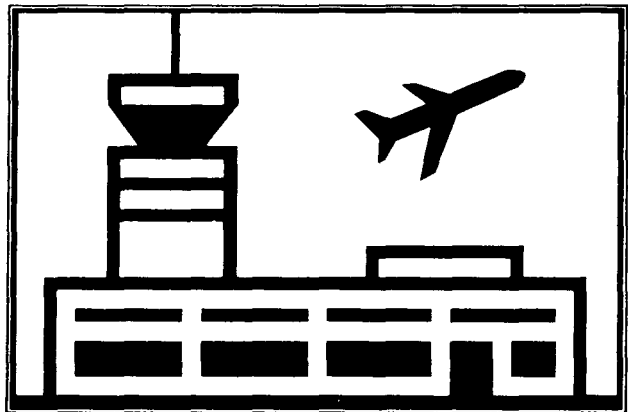
II.3 Estadísticas de tráfico.

El tráfico de un aeropuerto se deriva de los constantes movimientos que ocurren en este, como lo son:

- Los movimientos de pasajeros.
- Las operaciones aeronáuticas.
- Los movimientos de carga.

Por lo cual todos los aeropuertos y sin excepción alguna llevan un control estadístico de los movimientos antes dichos, con motivo de tener datos concretos a la mano para futuras expectativas.

Todas estas estadísticas se llevan a cabo mediante exhaustivos estudios, los cuales son precedidos por un método o un modelo que será empleado por uno o varios analistas dentro de un aeropuerto.



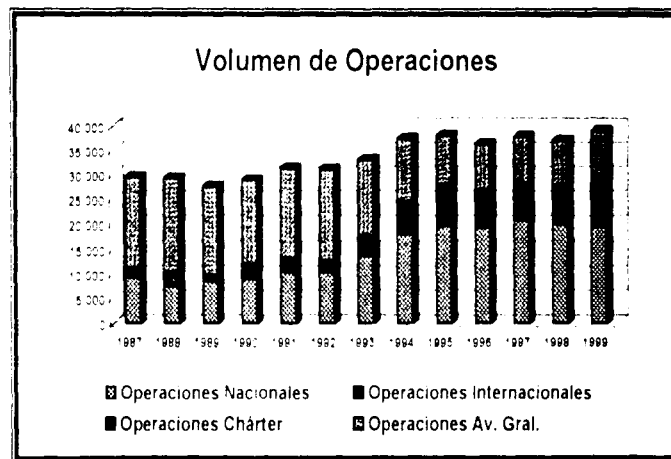
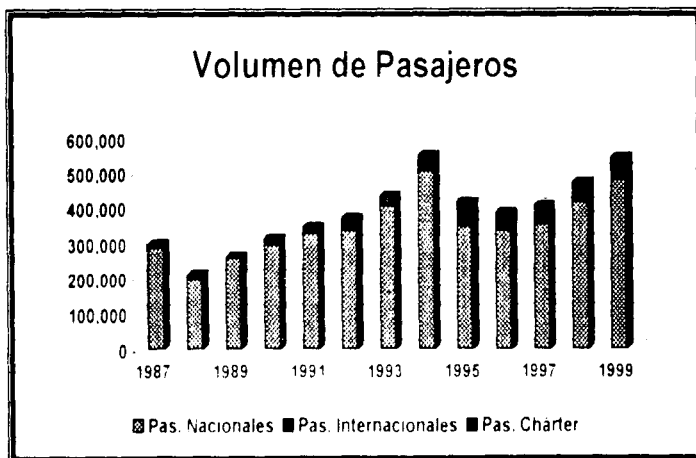
En el caso del Aeropuerto de Chihuahua se lleva un control estadístico de todos los movimientos que se generan dentro de la terminal aeroportuaria, para lo cual se presentan los datos estadísticos del tráfico, así como una representación gráfica de las variaciones de estos movimientos en la terminal.

Tráfico Histórico del Aeropuerto

	1987	1988	1989	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999
Pas. Nacionales	285,578	294,364	255,219	243,752	327,331	335,289	417,767	502,396	344,840	337,610	353,154	412,546	478,577
Pas. Internacionales	7,552	4,821	1,838	11,861	14,118	30,385	27,277	30,663	35,521	39,216	41,501	39,912	40,541
Pas. Chárter	--	3,823	423	2,252	195	317	253	14,268	30,623	4,207	6,193	15,954	19,668
Operaciones Nacionales	9,149	7,298	8,468	8,984	10,312	10,370	13,737	17,765	19,487	19,143	20,559	19,704	19,408
Operaciones Internacionales	1,884	2,395	1,192	2,742	2,621	2,191	3,839	5,421	7,930	7,243	7,303	7,316	9,244
Operaciones Chárter	--	512	34	228	9	40	12	1,138	373	129	182	398	650
Operaciones Av. Gral.	18,412	18,993	17,798	16,845	18,315	18,362	15,362	13,088	10,210	9,647	9,702	9,460	9,654
Total Pasajeros	293,060	203,613	257,480	307,875	341,534	366,088	428,297	547,327	410,984	381,033	400,848	468,412	538,786
Total Operaciones	29,445	29,198	27,492	28,799	31,257	30,963	32,950	37,412	38,000	36,162	37,746	36,878	38,956

Nota #1 - No incluye pasajeros de aviación general

Nota #2 - Los datos de la tabla son parte de una investigación personal, así como, los gráficos representativos son creación propia.

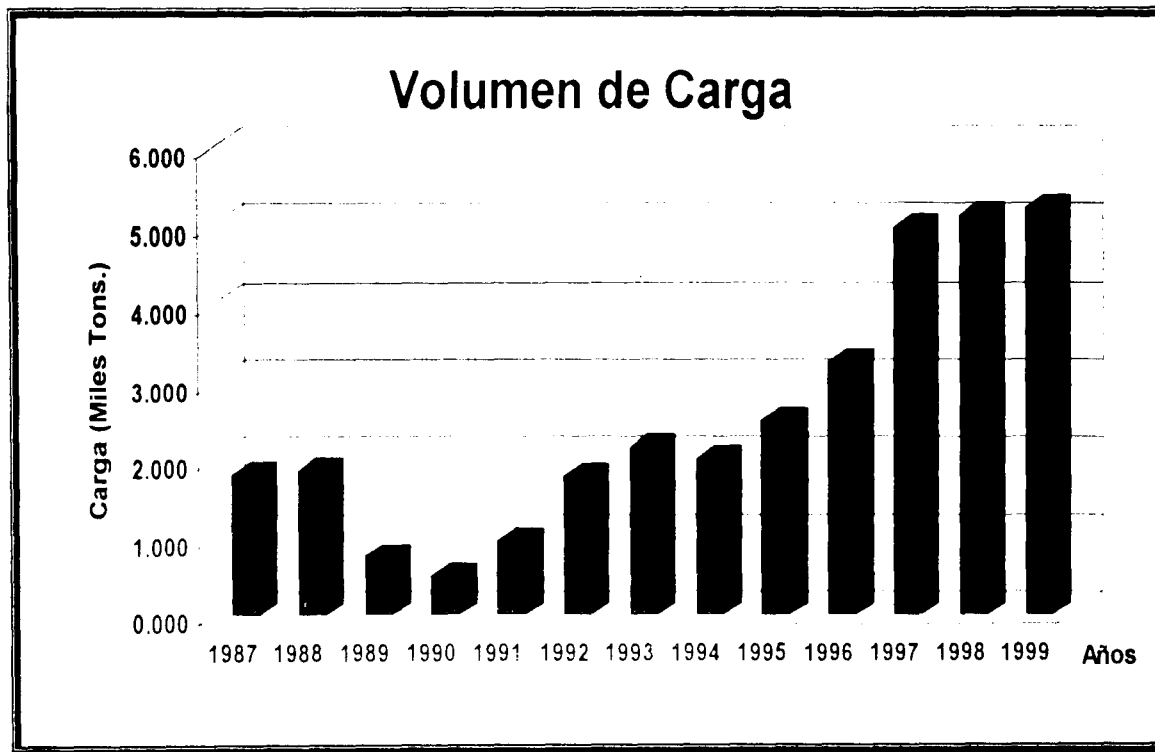


Estadísticas de Carga del Aeropuerto

	1987	1988	1989	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999
Carga (Miles Tons)	2.011	2.158	1.004	745	1.241	2.074	2.475	2.319	2.877	3.529	4.974	5.115	5.216

Nota #1: Las estadísticas de carga no incluyen el tráfico de pasajeros.

Nota #2: Los datos de 1999 se basan en pronósticos de tráfico de carga presentados en el informe de pronóstico de tráfico de pasajeros.



II.4 Pronóstico de pasajeros.

El mayor volumen de pasajeros que se mueve dentro de un aeropuerto es por medio de la aviación comercial, por lo cual, es necesario saber que expectativas se tienen sobre este movimiento a futuro, ya que conforme transcurre el tiempo la demanda de pasajeros aumenta por la necesidad de movilizarse a las grandes urbes o inclusive a aquellas regiones paradisíacas; siendo que esto parece representar un problema para los aeropuertos de la actualidad y los que se presentasen a futuro, pronosticadores, especialistas, analistas y demás contribuidores idearon métodos y modelos para poder predecir las cifras mas exactas que pudieran presentarse en una determinada región.

Como anteriormente se había visto en el subcapitulo II.2 los métodos tienen tres formas de ser clasificados debido a las posibilidades que estos guardan y dichos métodos son:

- Cuantitativo.
- Cualitativo.
- Análisis de Decisión.

Como todo modelo no se escapa a tener alguna restricción y estos no forma excepción alguna, ya que algunos son muy buenos para las predicciones a largo plazo, o para servir de base o referencia para otros modelos.

Ahora bien dentro de estos modelos, la predicción de demanda de viaje considera ciertos factores para la obtención de un análisis realista, estos factores básicos a considerar son los siguientes

- Un suministro de gente.
- Una motivación a viajar.

- Los recursos disponibles para el gasto de un viaje en términos de tiempo y dinero.
- Una infraestructura de transporte capaz de respaldar la demanda de viaje.

Para que un análisis de pronóstico de demanda de pasajeros pueda y sea completo para un propósito, es necesario que contenga las siguientes perspectivas:

1. La observación de las pasadas tendencias.
2. La identificación de variables exógenas que actúan como un sustituto para los factores básicos causando cambios dentro de los niveles de demanda del transporte aéreo.
3. Un escrutinio donde se recopilan los datos socioeconómicos que describen el estado de la población, la naturaleza del área, y el estado tecnológico del sistema.
4. El establecimiento de relaciones entre las variables proféticas y ambos niveles y cambios en los niveles de transporte aéreo que presentan demanda.
5. La predicción de un anticipo en el nivel de las variables exógenas para un año de diseño.
6. La predicción del año de diseño en donde se asignan las variables exógenas y las relaciones proféticas de los futuros niveles de demanda.

Las variables son otro de los aspectos trascendentales dentro del análisis de demanda, para lo cual, los analistas deben de enumerar y

cuantificar las variables que son propensas a asumir el nivel de demanda. Estas variables son las siguientes:

1. Las variables demográficas, incluyendo tamaño de la ciudad y densidad de población.
2. La proximidad para otras ciudades grandes.
3. El carácter económico de la ciudad.
4. La actividad gubernamental, incluyendo políticas promocionales y reguladoras, el subsidio de modos irreconciliables, y la conservación de energía y las políticas de balanza de pagos.
5. Los niveles de tarifa.
6. Los desarrollos dentro de la competencia de un modo de transporte.
7. Los desarrollos tecnológicos en la industria aeronáutica.
8. La adecuada infraestructura que provea modos de aire y competición de los mismos.
9. El carácter urbano y regional de desarrollo.
10. Otros diversos imponderables, como la sociocultural que cambia en los patrones de ocio y de trabajo, los cambios en la tecnología de comunicación, y los cambios seculares en los patrones de vida.

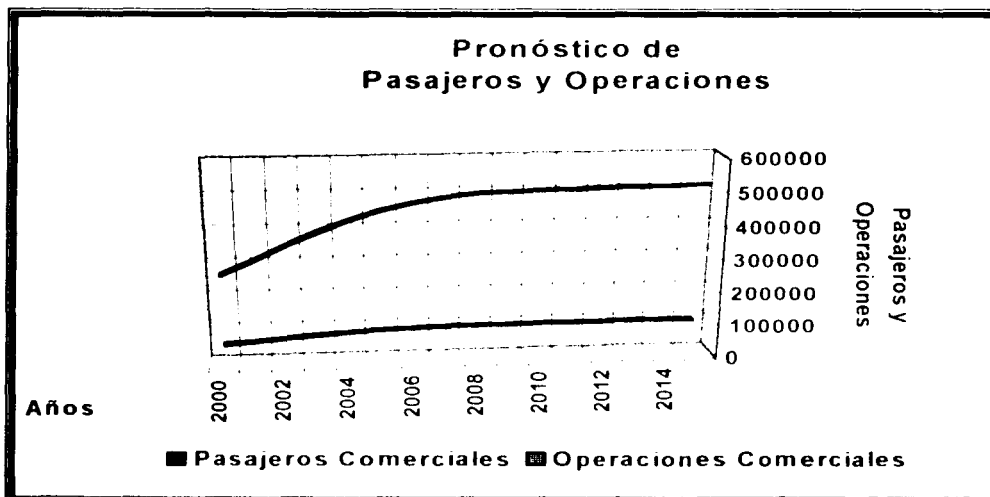
Nota. - El anterior contexto fue obtenido en base a la referencia bibliográfica No.2

Habiendo profundizado en el aspecto de los pasajeros como parte de la aviación comercial, nada más queda por mencionar que las operaciones que se llevan dentro de un aeropuerto son debido al movimiento de pasajeros, las cuales son previstas mediante los futuros pronósticos de pasajeros.

Siendo que se esta haciendo referencia a los pronósticos que se efectúan para la aviación comercial enseguida se mostrará las expectativas que se tienen a largo plazo para el Aeropuerto de Chihuahua, en donde se contemplarán las posibilidades que se esperan a futuro teniendo un periodo que comprende del año 2000 al 2015.

Pronósticos de Pasajeros y Operaciones del Aeropuerto					
Año	Pasajeros Comerciales	Operaciones Comerciales	Año	Pasajeros Comerciales	Operaciones Comerciales
2000	282286	46145.61	2008	508294	88323.78
2001	320145	52528.75	2009	511281	88891.96
2002	364942	61051.38	2010	513519	89390.4
2003	403767	68437.65	2011	515559	89849.85
2004	436618	74687.58	2012	517419	90273.18
2005	463497	79801.16	2013	519113	90663.05
2006	484402	83778.38	2014	520657	91021.99
2007	499335	86619.26	2015	522062	91352.33

Nota: Los datos de la tabla son parte de una investigación personal, así como, los gráficos representativos son creación propia.



II.5 Pronóstico de carga.

Los pronósticos de la carga se encuentra ligados a los movimientos que se presentan dentro de la aviación comercial y aunque algo ignorado pero no en su totalidad a la aviación general. Esta última presenta un descenso alarmante en su tasa de crecimiento, ya que los pronósticos de la aviación general dependen en gran parte de las tendencias nacionales y de los juicios subjetivos aplicables a los historiales locales. Usualmente, tres tipos de pronósticos están hechos:

1. El número de aeronave basada.
2. Número de operaciones.
3. El número de pasajeros a llevar.

Respectivamente, los pronósticos de la aviación general son altamente sensibles al menos en dos suposiciones:

1. En la introducción de los drásticos cambios tecnológicos.
2. La continuación de los cobros por parte de los aeropuertos a aquellas aeronaves pertenecientes a la aviación general que utilicen sus campos de aterrizaje.

A pesar de que estos aspectos no muy notorios dentro del tráfico aéreo, se tienen que considerar para evitar un descenso más alarmante de los pronósticos que se tienen de la aviación general.

Durante las últimas décadas la industria del transporte aéreo se ha enfocado primordialmente en el movimiento de los pasajeros dejando a la carga aérea con un papel secundario, esto se ejecuta con el afán de llenar los espacios disponible en todos los vuelos como cargamento de fuselaje. Dentro de la industria de las aerolíneas cuando menos un 10% de las ganancias son producto de la carga aérea. Aproximadamente la mitad del volumen del cargamento se mueve por medio de los pasajeros, dejando el

resto de volumen al servicio de los cargueros, por lo que esto implica que el beneficio a esperarse sea el mínimo.

Muchos pronosticadores consideran que el pasajero tiende a madurar dentro del mercado y que cada vez llama más la atención el atender las asignaciones de los potenciales de carga aérea. Los pronosticadores más optimistas predicen que la renta de la carga aérea sobrepasará la renta del pasajero. Siendo que también los mismos optimistas predicen que la demanda de carga aérea se doblará a su vez.

Además el crecimiento de la carga aérea dependerá de un número de factores tales como:

- Estructura de tasas.
- Cambio sustancial en la comercialización industrial y la distribución que va al día.
- Arreglos cooperativos con tecnologías de transporte y agentes expedidores de aeronaves.
- Automatización de las terminales de carga.
- Inversión para mejoras ambientales.
- Domesticación de las depresiones con la economía mundial
- Conocimiento de las alineaciones futuras de los industriales
- Así como un cambio de actitud por parte de las aerolíneas hacia con el transporte y la carga aérea

Ahora bien en teoría, el movimiento de carga por cualquier modo es **probablemente** el más ameno para el análisis y la predicción, que el movimiento de pasajeros, porque el elemento relativo de primera calidad o personal es reducido donde los movimientos de carga están afectados. Adicionalmente, las variables sociales forman un punto importante dentro de los modelos de demanda para pasajeros, siendo que el éxito de los diversos logros sobre la pronosticación de la carga en el aire se han debido a los métodos que a continuación se mencionaran.

- El análisis de la tendencia
- Las proyecciones regionales
- El análisis de regresión
- Implante en la computadora - el análisis de salida

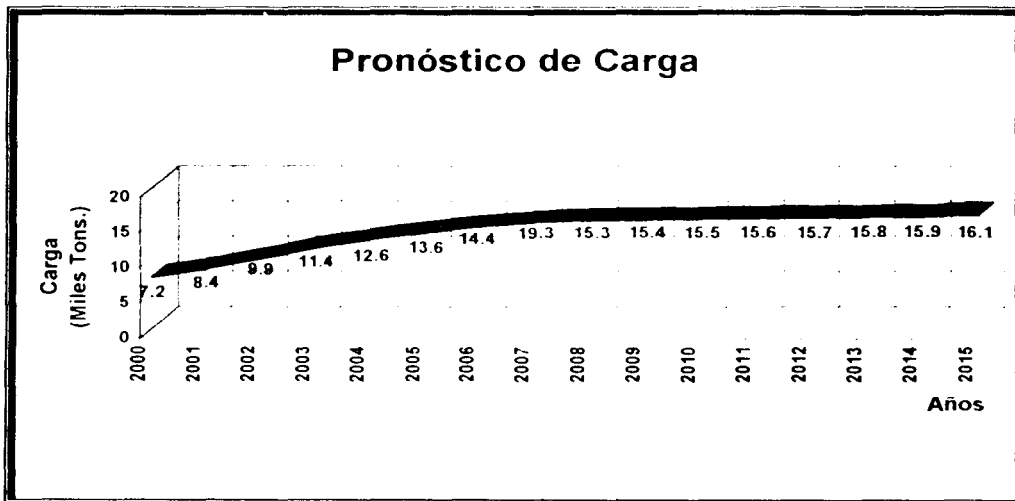
Nota. - El anterior contexto fue obtenido en base a la referencia bibliográfica No.1

Como se acaba de presentar en los párrafos pasados el pronóstico para carga esta lleno de una serie de métodos, variables y factores que actúan en conjunto de tal modo que los resultados que se esperan sean los más precisos y óptimos, como las estadísticas que están presentes en la tabla del subcapitulo II.3. Ahora de acuerdo a las pronosticaciones que se hicieron con respecto a la carga a continuación se presentan las siguientes estimaciones que podrían presentarse en el periodo del 2000 al 2015.

Pronósticos de Carga del Aeropuerto

Año	Carga (Miles Tons)	Año	Carga (Miles Tons)	Año	Carga (Miles Tons)	Año	Carga (Miles Tons)
2000	7.2	2004	12.6	2008	15.3	2012	15.7
2001	8.4	2005	13.6	2009	15.4	2013	15.8
2002	9.9	2006	14.4	2010	15.5	2014	15.9
2003	11.4	2007	15.0	2011	15.6	2015	16.1

Nota. Los datos de la tabla son parte de una investigación personal, así como, los graficos representativos son creación propia



Para concluir con estos aspectos y sin hacer omisión la componente del correo en la carga aérea es relativamente pequeña, ya que el volumen de esta carga es llevado en aeronaves de combinación, es decir aeronaves de pasajeros y carga. El conocer el volumen de estas simples proyecciones de carga aérea permiten en un momento dado determinar el área que se piensa ocupar dentro de la aeronave así como en el edificio terminal, siendo que en aeropuertos de grandes dimensiones son requeridas instalaciones que permitan la separación y el fácil manejo de la correspondencia aérea, por lo que los administradores del correo son los encargados en proporcionar tanto los pronósticos así como, los criterios por los cuales se determinará el espacio a designar.

ANÁLISIS DE LA CAPACIDAD
AEROPORTUARIA.

III. ANÁLISIS DE LA CAPACIDAD AEROPORTUARIA.

III.1 Normas y parámetros de diseño.

Haciendo un recordatorio y referencia a la figura 1.7 que se encuentra en el capítulo 1, la infraestructura aeroportuaria se compone de dos zonas la zona urbana y la zona aeronáutica, que para fines de este tema el enfoque ira dirigido a la zona aeronáutica.

Para poder diseñar la zona aeronáutica, es necesario conocer las normas establecidas por la Organización de Aviación Civil Internacional (OACI) ya que estas son usadas por un gran número de países y México se encuentra dentro de estos; dichas normas reglamentan la planificación, construcción, mantenimiento y operación en materia aeroportuaria.

El medio por el cual empezaremos a abordar la zona aeronáutica será de la siguiente manera y con referencia en la bibliografía No.10 en su mayoría.

- Clave de referencia de aeródromo.
- Espacio aéreo.
- Pistas.
- Rodajes.
- Plataformas.
- Edificio terminal.

Clave de referencia de aeródromo

El propósito de la clave de referencia es proporcionar un método simple para relacionar entre sí las numerosas especificaciones concernientes a las características de los aeródromos, a fin de suministrar una serie de instalaciones aeroportuarias que convengan a los aviones destinados a operar en el aeródromo.

No se pretende que esta clave se utilice para determinar los requisitos en cuanto a la longitud de la pista ni en cuanto a la resistencia

del pavimento. La clave esta compuesta de dos elementos que se relacionan con las características y dimensiones del avión.

El elemento 1 es un número basado en la longitud del campo de referencia del avión.

El elemento 2 es una letra basada en la envergadura del avión y en la anchura exterior entre las ruedas del tren de aterrizaje principal.

Una especificación determinada esta relacionada con el más apropiado de los dos elementos. La letra o número de la clave dentro de un elemento seleccionado para fines del proyecto está relacionado con las características del avión crítico para el que se proporcione la instalación.

Antes de continuar con la tabla de referencia de aeródromos, es conveniente mencionar que la clave de referencia de aeródromos servirá como un punto de vinculación de aquí en adelante.

Clave de Referencia de Aeródromo.				
Elementos 1 de la Clave		Elementos 2 de la Clave		
Núm. de Clave	Longitud de campo de referencia del avion	Letra de Clave	Envergadura	Anchura exterior entre ruedas del tren de aterrizaje principal [ⓐ]
1	Menos de 800 m	A	Hasta 15 m (exclusive)	Hasta 4.5 m (exclusive)
2	Desde 800 m hasta 1200 m (exclusive)	B	Desde 15 m hasta 24 m (exclusive)	Desde 4.5 m hasta 6 m (exclusive)
3	Desde 1200 m hasta 1800 m (exclusive)	C	Desde 24 m hasta 36 m (exclusive)	Desde 6 m hasta 9m (exclusive)
4	Desde 1800 m en adelante	D	Desde 36 m hasta 52 m (exclusive)	Desde 9 m hasta 14m (exclusive)
		E	Desde 52 m hasta 65 m (exclusive)	Desde 9 m hasta 14m (exclusive)
		F	Desde 65 m hasta 80 m (exclusive)	Desde 14m hasta 16 m (exclusive)

ⓐ Distancia entre los bordes exteriores de las ruedas del tren de aterrizaje principal.
 Nota.- Referencia bibliográfica No.10

Espacio aéreo

El espacio aéreo es una zona que debe mantenerse libre de obstáculos alrededor de los aeródromos para que puedan llevarse a cabo con seguridad las operaciones de aviones previstas y evitar que los aeródromos queden inutilizados por la multiplicidad de obstáculos en sus alrededores.

Esto se lograra mediante una serie de superficies limitadoras de obstáculos que marcan los limites hasta donde los objetos pueden proyectarse en el espacio aéreo.

Las superficies limitadoras de obstáculos se encuentran descritas de la siguiente manera, para lo cual las figuras 3.1 y 3.2 nos darán una referencia de su ubicación dentro del espacio aéreo.

- *Superficie cónica.*- Es una superficie de pendiente ascendente y hacia fuera que se extiende desde la periferia de la superficie horizontal interna.
- *Superficie horizontal interna.*- Superficie situada en un plano horizontal sobre un aeródromo y sus alrededores.
- *Superficie de aproximación.*- Plano inclinado o combinación de planos anteriores al umbral.
- *Superficie de aproximación interna.*- Porción rectangular de la superficie de aproximación inmediatamente anterior al umbral.

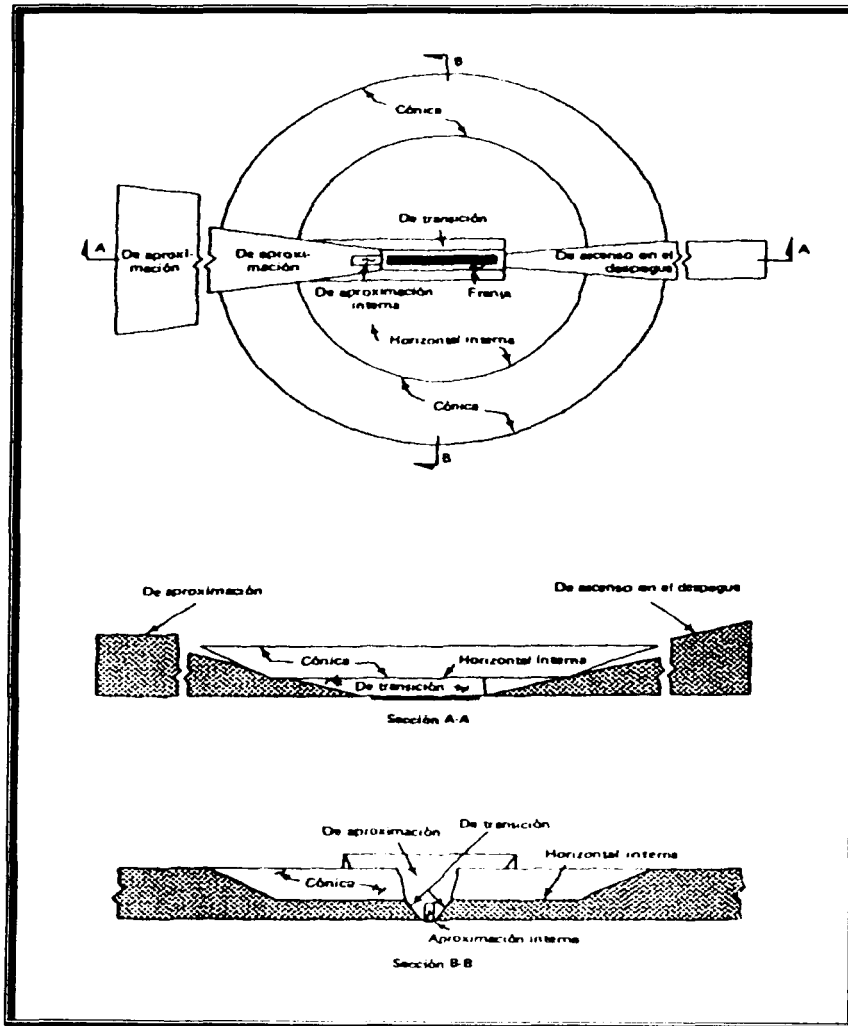


Figura 3.1 Superficies limitadoras de obstáculos

- *Superficie de transición.* Superficie compleja que se extiende a lo largo del borde de la franja y parte del borde de la superficie de aproximación, de pendiente ascendente y hacia fuera la superficie horizontal interna.
- *Superficie de transición interna.* Superficie similar a la superficie de transición pero más próxima la pista.

- *Superficie de aterrizaje interrumpido.*- Plano inclinado situado a una distancia especificada después del umbral, que se extiende entre las superficies de transición internas.
- *Superficie de ascenso en el despegue.*- Plano inclinado u otra superficie especificada situada más allá del extremo de una pista o zona libre de obstáculos.

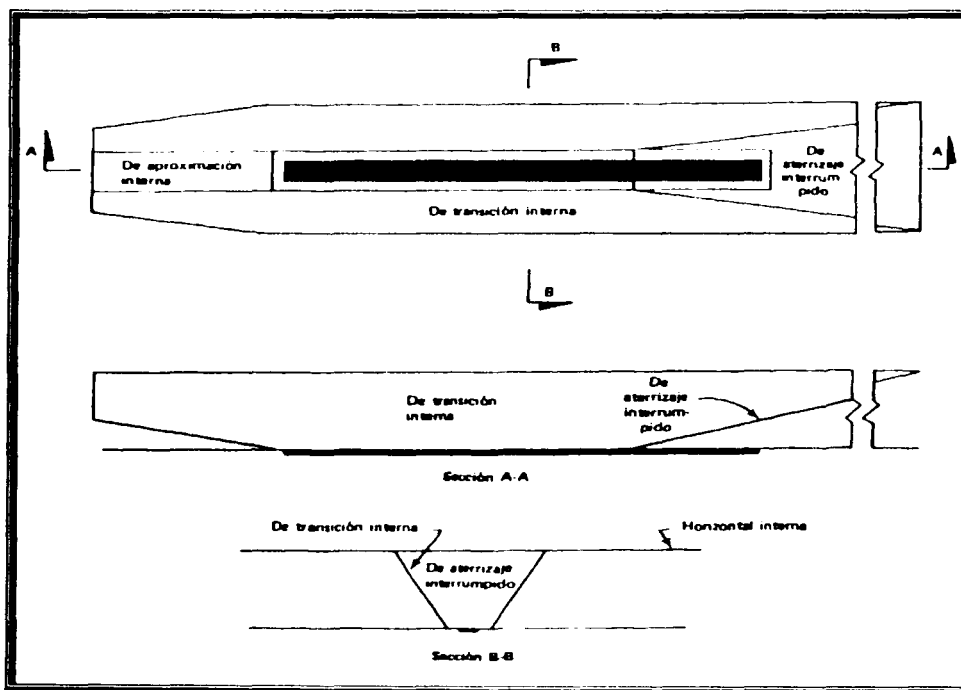


Figura 3.2 Superficies limitadoras de obstáculos de aproximación interna, de transición interna y de aterrizaje.

Además las superficies limitadoras de obstáculos se catalogan en:

- Pista de vuelo visual.
- Pista para aproximaciones que no son de precisión.
- Pistas para aproximaciones de precisión.

Donde dichas superficies deben de cumplir ciertos requisitos en cuestión, los cuales se encuentran en la siguiente tabla:

**Dimensiones y pendientes de las superficies limitadoras de obstáculos
PISTAS DE ATERRIZAJE**

Superficies y dimensiones ^A	CLASIFICACIÓN DE PISTAS									
	Aproximación visual				Aproximación que no sea de precisión			Aproximación de precisión Categoría I		Aproximación de precisión Categoría II o III
	Número de clave				Número de clave			Número de clave		Número de clave
	1	2	3	4	1,2	3	4	1,2	3,4	3,4
CÓNICA										
Pendiente	5%	5%	5%	5%	5%	5%	5%	5%	5%	5%
Altura	35m	55m	75m	100m	60m	75m	100m	60m	100m	100m
HORIZONTAL INTERNA										
Altura	45m	45m	45m	45m	45m	45m	45m	45m	45m	45m
Radio	2000m	2500m	4000m	4000m	3500m	4000m	4000m	3500m	4000m	4000m
APROXIMACIÓN INTERNA										
Anchura	-	-	-	-	-	-	-	90m	120m ^E	120m ^E
Distancia desde el Umbral	-	-	-	-	-	-	-	60m	60m	60m
Longitud	-	-	-	-	-	-	-	900m	900m	900m
Pendiente	-	-	-	-	-	-	-	2.5%	2.5%	2.5%
APROXIMACIÓN										
Longitud del borde Interior	60m	80m	150m	150m	150m	300m	300m	150m	300m	300m
Distancia desde el Umbral	30m	60m	60m	60m	60m	60m	60m	60m	60m	60m
Divergencia (a cada lado)	10%	10%	10%	10%	15%	15%	15%	15%	15%	15%
Primera sección										
Longitud	1600m	2500m	3000m	3000m	2500m	3000m	3000m	3000m	3000m	3000m
Pendiente	5%	4%	3.33%	2.5%	3.33%	2%	2%	2%	2%	2%
Segunda sección										
Longitud	-	-	-	-	-	3600m ^B	3600m ^B	12000m	3600m ^B	3600m ^B
Pendiente	-	-	-	-	-	2.5%	2.5%	3%	2.5%	2.5%
Sección horizontal										
Longitud	-	-	-	-	-	8400m ^B	8400m ^B	-	8400m ^B	8400m ^B
Longitud total	-	-	-	-	-	15000m	15000m	15000m	15000m	15000m
DE TRANSICIÓN										
Pendiente	20%20%	14.3%	14.3%	20%	14.3%	14.3%	14.3%	14.3%	14.3%	14.3%
DE TRANSICIÓN INTERNA										
	-	-	-	-	-	-	-	40%	33.3%	33.3%
SUPERFICIE DE ATERRIZAJE INTERRUMPIDO										
Longitud del borde Interior	-	-	-	-	-	-	-	90m	120m ^E	120m ^E
Distancia desde el Umbral	-	-	-	-	-	-	-	C	1800m ^D	1800m ^D
Divergencia (a cada lado)	-	-	-	-	-	-	-	10%	10%	10%
Pendiente	-	-	-	-	-	-	-	45	3.33%	3.33%

Fuente: Referencia bibliográfica No.10

- A. Salvo que se indique de otro modo, todas las dimensiones se miden horizontalmente.
- B. Longitud variable.
- C. Distancia hasta el extremo de la franja.
- D. O distancia hasta el extremo de pista, si esta distancia es menor.
- E. Cuando la letra de clave sea F, la anchura se aumenta a 155m.

Pistas

Una pista se encuentra definida como un área rectangular dentro del aeródromo terrestre preparada para el aterrizaje y el despegue de las aeronaves. Pero además una pista esta conformada por muchos factores que influyen en el desarrollo de la misma, los cuales serán mencionados a continuación así como la relación que tiene algunos de ellos con respecto a la clave de referencia del aeródromo.

- *Número y orientación de las pistas.*- Para que pueda cumplir con un buen servicio el aeródromo, el número y la orientación de pistas deberán de tener un coeficiente de utilización de cuando menos un 95%, esto es con motivo de que en circunstancias normales, se llega a impedir el aterrizaje o despegue de un avión si la componente transversal del viento excede de las siguientes especificaciones:
 - ✓ 37 Km/h (20Kt), cuando se trata de aviones cuya longitud de campo de referencia es de 1500 m o más, excepto cuando se presenten con alguna frecuencia condiciones de eficacia de frenado deficiente en la pista debido a que el coeficiente de fricción longitudinal es insuficiente, en cuyo caso deberá suponerse una componente transversal del viento que no exceda de 24 Km/h (13Kt).
 - ✓ 24 Km/h (13Kt) en el caso de aviones cuya longitud de campo de referencia es inferior a 1200 m.
 - ✓ 19 Km/h (10Kt) en el caso de aviones cuya longitud de campo de referencia es inferior a 1200 m.

- *Emplazamiento del umbral o principio de la pista de aterrizaje.*- El umbral deberá situarse normalmente en el extremo de la pista, a menos que consideraciones de carácter operacional justifiquen la elección de otro emplazamiento.

- **Longitud verdadera de las pistas.**- Por lo general un aeródromo cuenta con una pista principal y otra secundaria, la longitud verdadera de toda pista principal deberá ser adecuada para satisfacer los requisitos operacionales de los aviones para los que se proyecte la pista y no deberá ser menor que la longitud más larga determinada por la aplicación a las operaciones de las correcciones correspondientes a las condiciones locales y a las características de performance de los aviones que tengan que utilizarla y la longitud de toda pista secundaria deberá determinarse de manera similar a la de las pistas principales, excepto que necesita ser apropiada únicamente para los aviones que requieran usar dicha pista secundaria, además de la otra pista o pistas, con objeto de obtener un coeficiente de utilización de por lo menos el 95%.

- **Anchura de pista.**- La anchura de toda pista no deberá ser menor de la dimensión apropiada especificada en la siguiente tabla:

Núm. de clave	Letra de clave					
	A	B	C	D	E	F
1 ^o	18 m	18 m	23 m			
2 ^o	23 m	23 m	30 m			
3	30 m	30 m	30 m	45 m		
4			45 m	45 m	45 m	60 m

La anchura de toda pista de aproximación de precisión no debería ser menor de 30 m, cuando el número de clave sea 1 o 2.

Fuente: Referencia bibliográfica No. 10

- **Distancia mínima entre pistas paralelas.**- Cuando se trata de pistas paralelas previstas para uso simultaneo en condiciones de vuelo visual, la distancia mínima entre sus ejes deberá ser de:
 - ✓ 210 m cuando el número de clave más alto sea 3 ó 4
 - ✓ 150 m cuando el número de clave más alto sea 2
 - ✓ 120 m cuando el número de clave más alto sea 1

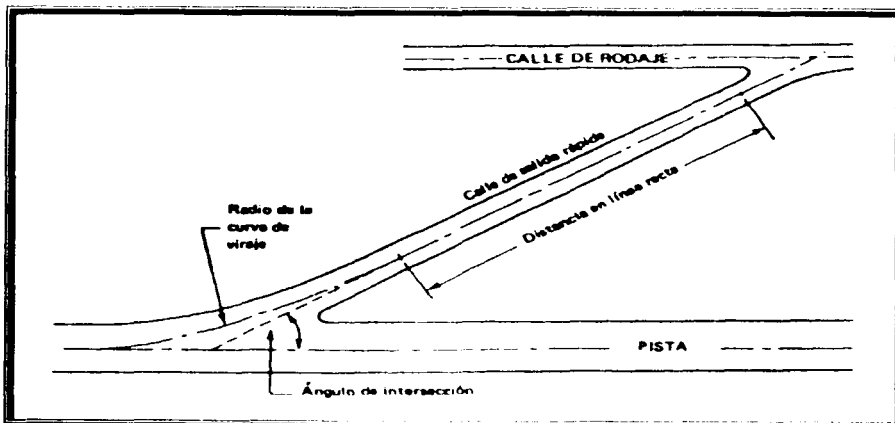
Y cuando se tratase de pistas paralelas previstas para uso simultaneo en condiciones de vuelo por instrumentos, la distancia mínima entre sus ejes deberá ser de:

- ✓ 1035m en aproximaciones paralelas independientes
- ✓ 915 m en aproximaciones paralelas dependientes
- ✓ 760 m en salidas paralelas independientes
- ✓ 760 m en operaciones paralelas separadas

Estos factores son una muestra de las consideraciones que se tiene que tener en mente para una pista, para lo cual solo se mencionaran de manera muy superficial los factores que restan por considerar para una pista: pendientes de las pistas, resistencia de las pistas y superficie de las pistas; así como otros tantos aspectos que se tiene que considerar y los cuales se contemplan en el anexo 14.

Rodajes

Las calles de rodaje deberán permitir un movimiento seguro y rápido de las aeronaves en la superficie, por lo que si se tuvieran suficientes calles de rodaje de entrada y salida para dar rapidez al movimiento de los aviones hacia la pista, así como, proveerse calles de salida rápida en los casos de gran densidad de tráfico como se tiene en la figura 3.3.



TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

Figura 3.3 Calle de salida rápida.

Al igual que las pistas dentro de las calles de rodaje también se encuentran factores de los cuales solamente algunos se discutirán sus especificaciones, así como del resto de estos factores se hará una mención de ellos por no dejar.

- **Anchura de las calles de rodaje.**- La parte rectilínea de una calle de rodaje deberá tener una anchura no inferior a la indicada en la tabla siguiente:

Letra de clave	Anchura de la calle de rodaje
A	7.5 m
B	10.5 m
C	15 m si la calle de rodaje esta prevista para aviones con base de ruedas inferior a 18 m. 18 m si la calle de rodaje esta prevista para aviones con base de ruedas igual o superior a 18 m
D	18 m si la calle de rodaje esta prevista para aviones cuya distancia entre las ruedas exteriores del tren de aterrizaje principal sea inferior a 9 m 23 m si la calle de rodaje esta prevista para aviones cuya distancia entre ruedas, exteriores del tren de aterrizaje principal sea inferior a 9 m
E	23 m
F	25 m

Fuente: Referencia bibliografica No 10

- **Curvas de las calles de rodaje.**- Estas curvas deben de ser diseñadas en la medida de que cuando el puesto de pilotaje del avión permanezca sobre las señales de eje de calle de rodaje, la distancia libre entre las ruedas principales exteriores y el borde de la calle de rodaje como se podrá ver interpretado en la siguiente figura no sea inferior a las especificadas en la siguiente tabla:

Letra de clave	Distancia libre
A	1.5 m
B	2.25 m
C	3 m si la calle de rodaje esta prevista para aviones con base de ruedas inferior a 18 m 4.5 m si la calle de rodaje esta prevista para aviones con base de ruedas igual o superior a 18 m
D	4.5 m
E	4.5 m
F	4.5 m

Fuente: Referencia bibliografica No 10

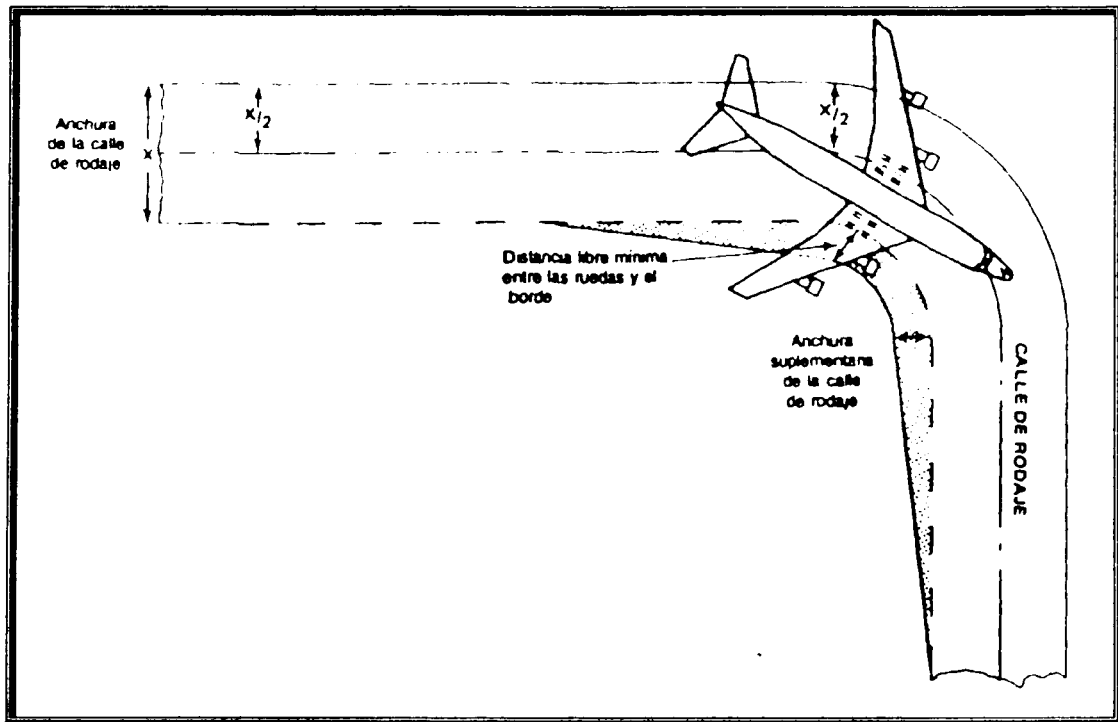


Figura 3.4 Curva de calle de rodaje.

- *Distancias mínimas de separación de las calles de rodaje.*- La distancia de separación entre el eje de una calle de rodaje, por una parte, y el eje de una pista, el eje de una calle de rodaje paralela o un objeto, por otra parte, no deberá ser inferior al valor adecuado que se indica en la siguiente tabla, aunque puede permitirse operaciones con distancias menores de separación en aeródromos ya existentes si un estudio aeronáutico indicara que tales distancias de separación no influirán adversamente en la seguridad, ni de modo importante en la regularidad de las operaciones de los aviones.

Distancias mínimas de separación de las calles de rodaje

Distancia entre el eje de una calle de rodaje y el eje de una pista (metros)									Distancia entre el eje de una calle de rodaje y el eje de otra calle de rodaje (metros)	Distancia entre el eje de una calle de rodaje que no sea calle de acceso a un puesto de estacionamiento de aeronaves y un objeto (metros)	Distancia entre el eje de la calle de acceso a un puesto de estacionamiento de aeronaves y un objeto (metros)
Pista de vuelo por instrumentos				Pista de vuelo visual							
Letra de clave	Numero de clave				Numero de clave						
	1	2	3	4	1	2	3	4			
A	82.5	82.5	-	-	37.5	47.5	-	-	23.75	16.25	12
B	87	87	-	-	42	52	-	-	33.5	21.5	16.5
C	-	-	168	-	-	-	93	-	44	26	24.5
D	-	-	176	176	-	-	101	101	66.5	40.5	42.5
E	-	-	-	182.5	-	-	-	107.5	80	47.5	42.5
F	-	-	-	190	-	-	-	115	97.5	57.5	50.5

Fuente: Referencia bibliográfica No 10

Estos factores son algunos de los tantos que se consideran para el diseño de calles de rodaje, por lo que el resto de los factores que también se toman en consideración para las calles de rodaje solo se mencionaran de forma muy superficial y estos son: uniones e intersecciones, pendientes de las calles de rodaje, resistencia de las calles de rodaje, superficie de las calles de rodaje, calles de salida rápida y calles de rodaje en puentes; así como otros tantos aspectos que se tiene que considerar, los cuales viene involucrados en el anexo 14.

Plataformas

Es un aérea que debe de dar cabida a las aeronaves para los fines de embarque y desembarque de pasajeros, carga o correo, así como las operaciones de servicio a las aeronaves que deben de hacerse a las aeronaves sin obstaculizar el tránsito del aeródromo. Para cumplir tal fin la plataforma debe de cumplir con ciertos factores de diseño, los cuales no son tan complejos como los anteriores para pistas y calles de rodajes.

- *Extensión de la plataforma.*- Esta área deberá ser lo suficientemente grande como para permitir el movimiento rápido y libre del tránsito de aeródromo en los periodos de densidad máxima prevista.
- *Resistencia de las plataformas.*- Toda parte de la plataforma deberá poder soportar el tránsito de las aeronaves que hayan de utilizarla, teniendo en cuenta que algunas porciones de la plataforma estarán sometidas a mayor intensidad de tránsito y mayores esfuerzos que la pista como resultado del movimiento lento o situación estacionaria de las aeronaves.
- *Pendiente de las plataformas.*- Dentro de los puestos de estacionamiento de las aeronaves, la pendiente máxima no deberá de exceder del 1%, lo cual también se encuentra sujeto a los requisitos de drenaje que hacen la labor de mantener libres las superficies de las acumulaciones de agua.
- *Márgenes de separación en los puestos de estacionamiento de aeronave.*- Un puesto de estacionamiento de aeronaves debe de cumplir con los mínimos establecidos para su uso de separación entre la aeronave que utilice el puesto y cualquier edificio, aeronave en otro puesto de estacionamiento u otros objetos adyacentes:

Letra de clave	Margen
A	3 m
B	3 m
C	4.5 m
D	7.5 m
E	7.5 m
F	7.5 m

Fuente: Referencia bibliográfica No. 10

Edificio terminal

El área del edificio terminal dentro de la infraestructura aeroportuaria forma parte de la zona urbana, para lo cual el edificio terminal es uno de los de mayor complejidad, al tener que ser flexible en su desarrollo, permitiendo atender la demanda con índices de nivel de servicio adecuados, los cuales van a ir ligados a la configuración de la plataforma que se presente para las operaciones de las aeronaves y con el estacionamiento de vehículos ya que este debe de ser capaz de alojar los diversos tipo de transporte terrestre, ambos tiene un relación muy íntima con el edificio por lo que al conjunto que forman la plataforma - edificio - estacionamiento, se les denomina zona terminal. (Nota: Todos los datos concernientes al edificio terminal fueron obtenidos de la referencia bibliográfica No. 11)

A continuación se presentaran los cuatro tipos de conceptos básicos que se tiene de zona terminal, así como las ventajas que presentan cada uno dentro de le conjunto de zona terminal.

- *Posición de muelle o dedo.*- En esta posición como se puede ver en la figura 3.5 las aeronaves se estacionan de tal manera que tiene una interfase con el andén a lo largo de este, en el que la aeronave usualmente se encuentra acomodada alrededor del eje del dedo en forma paralela, o estacionadas las aeronaves en relación perpendicular al eje. Cada dedo de esta manera tiene una fila de aeronaves estacionadas en ambos lados con la circulación del pasajero a lo largo del eje del dedo, contando dicho dedo o andén con servicios como espacios de circulación para llegada y salida de pasajeros y accesos al área terminal en la base del conector.

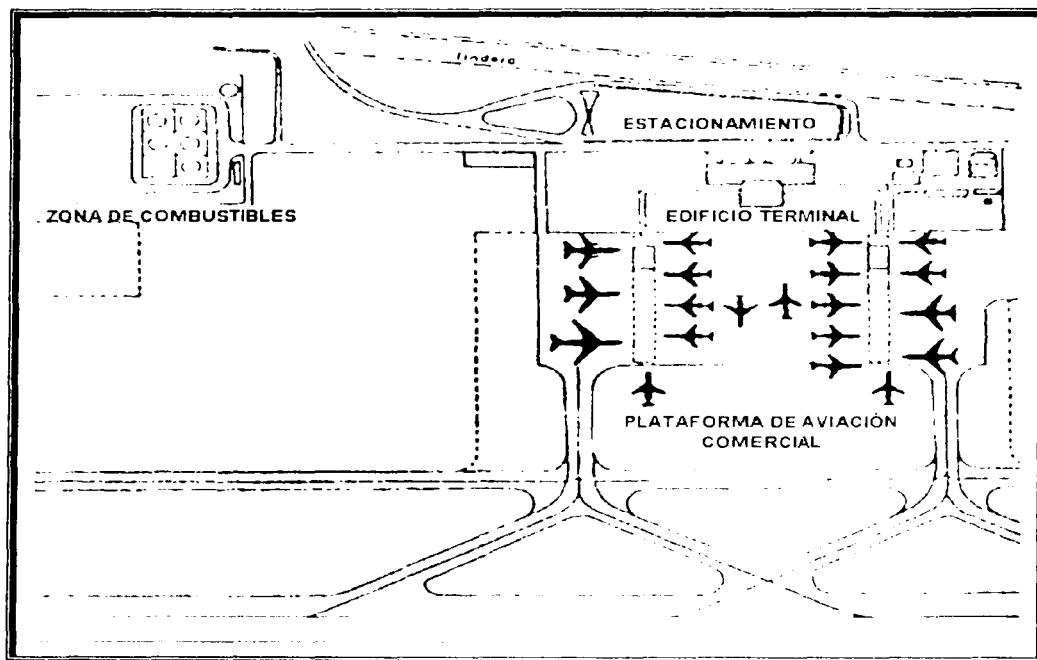


Figura 3.5 Posición de muelle o dedo.

Si dos dedos o andenes son empleados, el espaciamiento entre los dos dedos es previsto por el espaciamiento para la maniobra de una o dos aeronaves en la calle de circulación en plataforma; cuando cada dedo sirve a un gran número de salas, y existe la probabilidad de que dos o más aeronaves puedan frecuentemente estar en la calle de circulación en plataforma entre los dos dedos y puede haber conflicto entre una u otra aeronave, las dos circulaciones de aeronaves son recomendables. Para el acceso a plataforma de una o más aeronaves se deberá prever una o dos circulaciones en el borde de plataforma para evitar demoras.

- *Posición lineal:* En la posición lineal las aeronaves se estacionan frente a la fachada del edificio en forma perpendicular, paralela o con ángulo, tal y como se representa en la figura 3.6. La configuración lineal es adecuada cuando el número de aviones estacionados en la plataforma no excede de cinco; cuando rebasa

esta cifra, las distancias de caminata se vuelven largas y disminuye la calidad de servicio. Sin embargo si se construye un edificio terminal que permita pasar del estacionamiento a la aeronave en forma lineal se mejora notablemente la capacidad de las instalaciones y el nivel de servicio, reduciéndose las distancias de caminata. Para lograr esto se tendría que construir módulos que alojaran tanto los mostradores de documentación como las áreas de reclamo y documentación que tienen como consecuencia duplicidad de personal y un alto costo de operación.

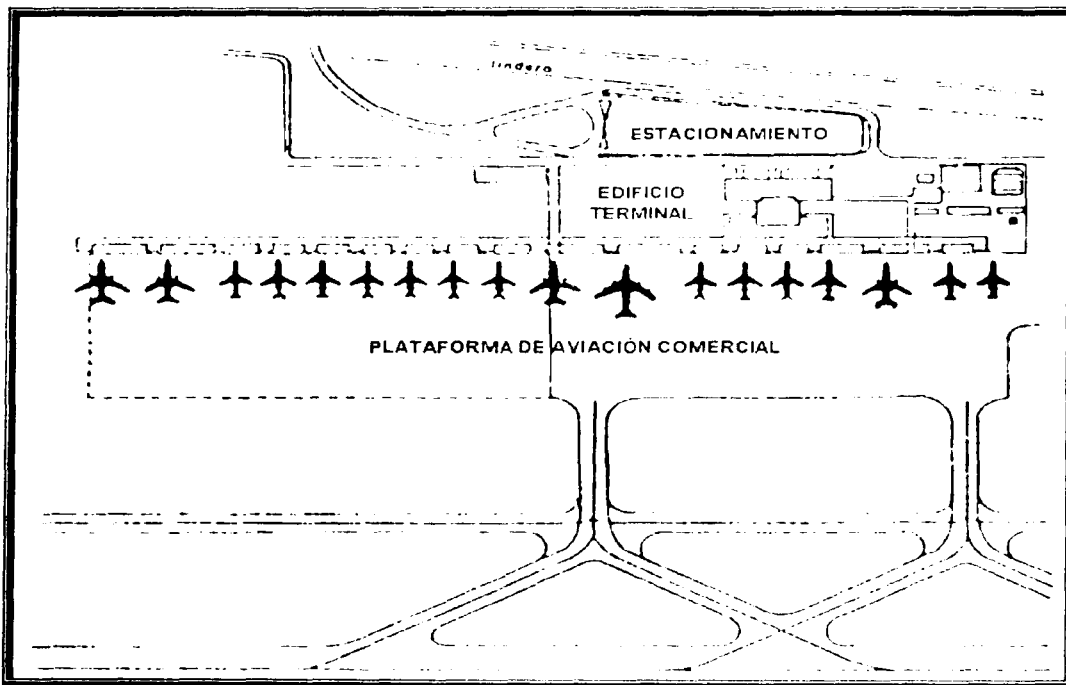


Figura 3.6 Posición lineal

- *Posición de satélite:* Este posición consiste en un edificio rodeado de aeronaves, el cual está separado del edificio terminal y este está usualmente conectado por andenes superficiales, al mismo nivel de plataforma, bajo tierra o con conectores sobre el nivel de plataforma como aparece en la figura 3.7.

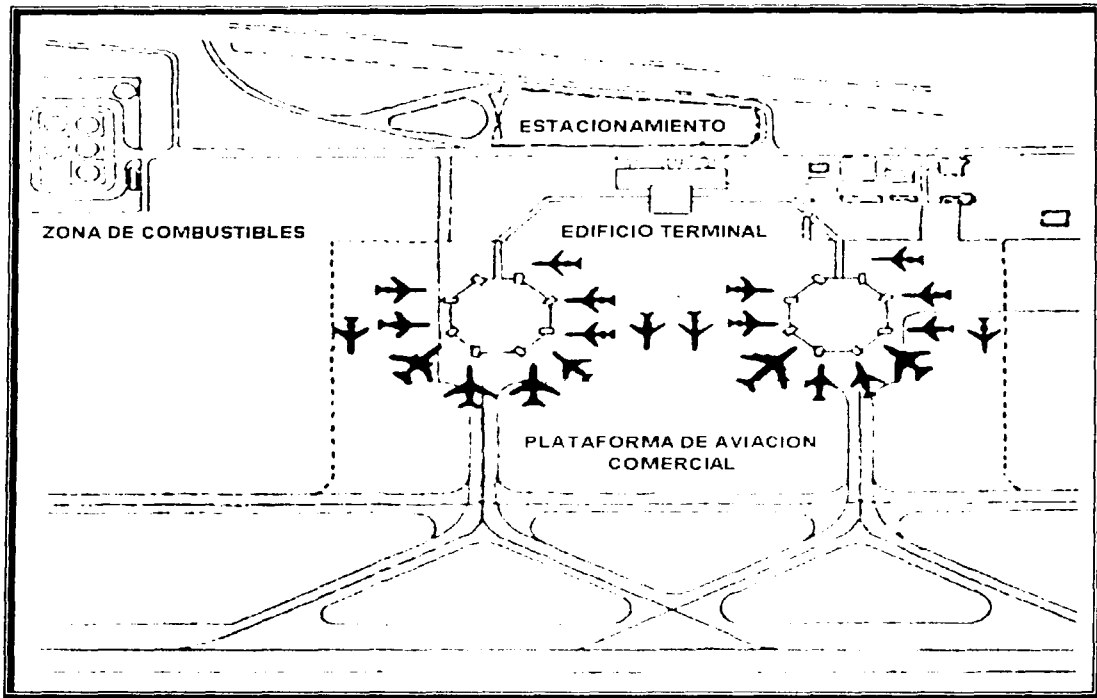


Figura 3.7 Posición de satélite

Las aeronaves normalmente se encuentran estacionada en posición radial o perpendicular alrededor del edificio satélite, el cual puede tener un área para reunir tanto a los pasajeros de salida como los de llegada o tener divididas las área de reunión de pasajeros de salida de las de los pasajeros de llegada.

Para llegar al punto de reunión en donde se encuentra acopladas las aeronaves pueden emplearse los sistemas mecánicos en llevar pasajeros y equipaje entre el edificio terminal y el satélite.

- *Posición de remota.* - En este concepto la aeronave esta localizada lejos del edificio terminal y el servicio de conexión para la salida y la llegada de pasajeros aeronave - edificio es por medio de un transporte vehicular, de tal forma que la figura 3.8 nos otorga

una clara idea de esta configuración. Lo original de esta posición es que el transporte vehicular se utiliza como la sala de reunión del pasajero de salida. En situaciones de gran actividad se necesitaría un excesivo número de vehículos resultando con esto una muy baja utilización en el periodo de poca actividad. Por esta razón se conforman salas de espera en el edificio terminal para la salida de pasajeros.

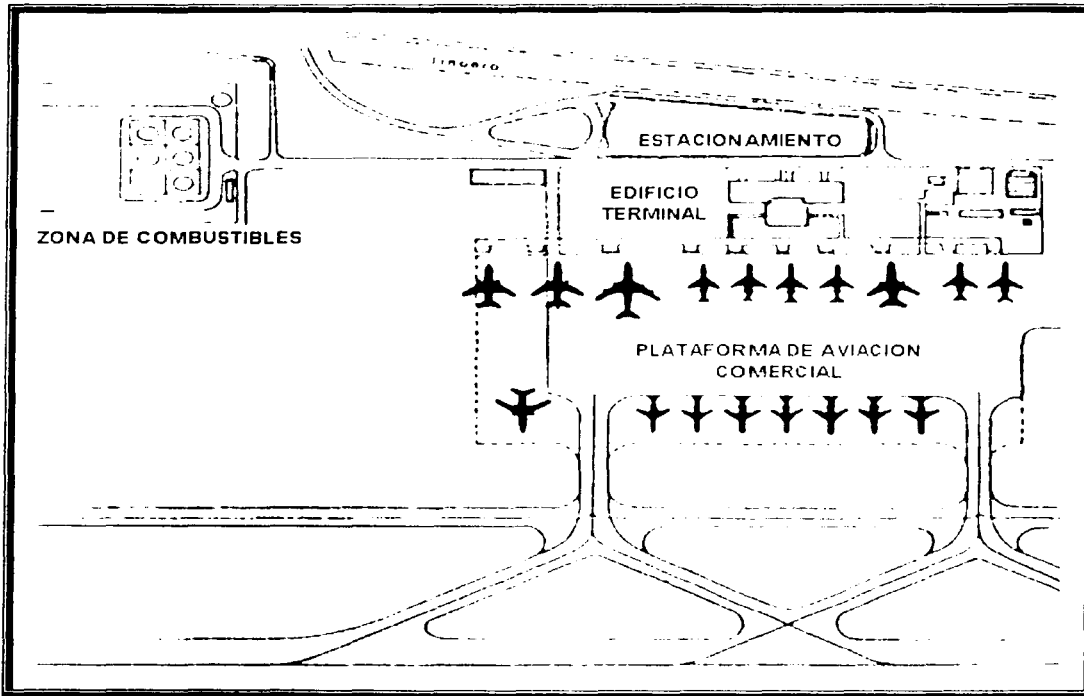


Figura 3.8 Posición de remota.

La posición de remota proporciona estacionamiento adicional para las posiciones de las aeronaves no previstas (Charter) y reducidas distancias para las caminatas del pasajero.

III.2 Determinación de la capacidad actual de cada elemento.

Como parte de este capítulo y del título se realizará un análisis de los elementos que conforman la infraestructura aeroportuaria, de tal modo que sabremos dentro de que parámetros se está rigiendo el Aeropuerto de Chihuahua, y con lo cual se detectarán los elementos que posiblemente requieran algún cambio en beneficio del aeropuerto mismo.

Ahora bien para poder definir los elementos de la zona aeronáutica de cualquier aeropuerto se tiene que empezar por saber cual va a ser nuestro avión de diseño, el cual y para el caso de nuestro aeropuerto nos vamos a referir a que el avión de diseño se trata de un Boeing 727-100 cuyas características aparecen en la figura 3.9:

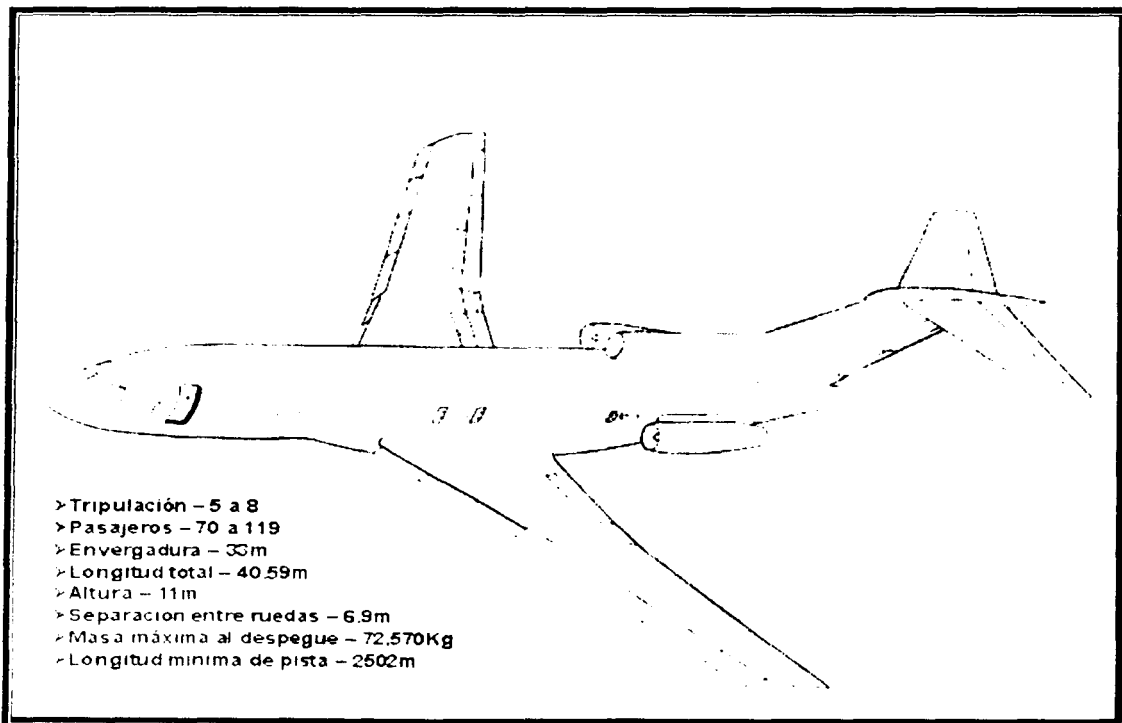


Figura 3.9 Avión Boeing 727-100.

Ahora que se conocen las características del avión de diseño podremos comenzar a definir los aspectos del Aeropuerto de Chihuahua.

Se comenzara definiendo la *clave de referencia del aeródromo* para lo cual esta será 4C, ya que reúne los siguientes requisitos.

Clave de Referencia de Aeródromo.				
Elementos 1 de la Clave		Elementos 2 de la Clave		
Núm. de Clave	Longitud de campo de referencia del avion	Letra de Clave	Envergadura	Anchura exterior entre ruedas del tren de aterrizaje principal
4	Desde 1800 m en adelante	C	Desde 24 m hasta 36 m (exclusive)	Desde 6 m hasta 9m (exclusive)

Con referencia en las *pistas* el aeropuerto cuenta con 3 de estas mismas, en donde la pista principal reúne los requerimientos necesarios para satisfacer las operaciones del avión de diseño(Boeing 727), con lo que en la siguiente figura 3.10 se presentan las dimensiones y orientación de las mismas:

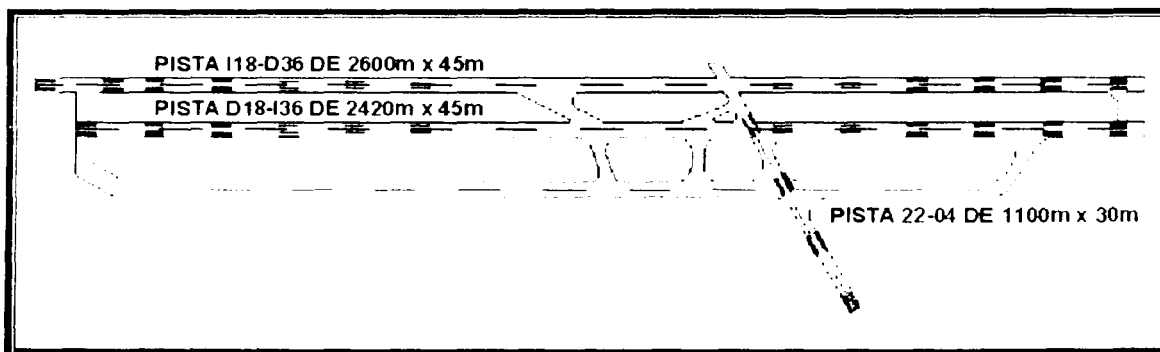


Figura 3.10 Orientación y dimension de pistas.

Estas dimensiones cumplen con lo requerido para un aeropuerto de la clase 4C en lo que respecta a el número y orientación de la pista , asi como, la anchura de la misma.

Ahora como se pudo observar con anterioridad en la figura 1.6 del capítulo 1 la pista principal y secundaria son paralelas entre sí, para lo cual ambas pistas se prestan para realizar operaciones simultáneas en condiciones de vuelo visual, de donde se comprueba que entre los ejes de ambas pistas existe una distancia mínima de 210 m como se estipula a cumplir en el anexo 14.

Habiendo abordado a las pista como otro elemento de la zona aeronáutica hablemos ahora de las *calles de rodaje*, las cuales así como las pista tiene que llenar los requerimientos que sean necesarios por mínimos que estos parezcan, para lo cual se presentan a continuación el nombre y las dimensiones correspondientes.

- ALFA de 2550x23 m.
- BRAVO de 150x23 m.
- COCA de 490x23 m.
- DELTA de 470x23 m.
- ECO de 110x23 m.

En conjunto tanto las pista como las calles de rodaje definen la capacidad teórica del campo aéreo, para lo cual el Aeropuerto de Chihuahua presenta la siguiente capacidad de acuerdo a sus 3 pista y 5 calles de rodaje existentes:

- 24 operaciones por hora.

Dentro de la zona aeronáutica las *plataformas* se dividen en dos partes plataformas de aviación comercial y plataformas de aviación general, las cuales a continuación se expondrán en una tabla resumida, así como en la figura 3.11 se muestra un esquema arquitectónico en planta de la zona terminal.

Tipo de Plataforma		
Característica	Aviación Comercial	Aviación General
Superficie	18,900 m ²	17,280 m ²
Tipo de pavimento	Asfáltico	Asfáltico
Numero de posiciones	3	32
Posiciones remotas	3	
Tipo de avion	B 727	Learjet 24F
Hidrantes	3	-
Luces de bordo	SI	ND
Señalamientos	SI	SI
Alumbrado	SI	ND
Hangares	-	13
Isleta de combustibles	-	SI

Fuente: Referencia bibliografica No. 13
ND = No Definido

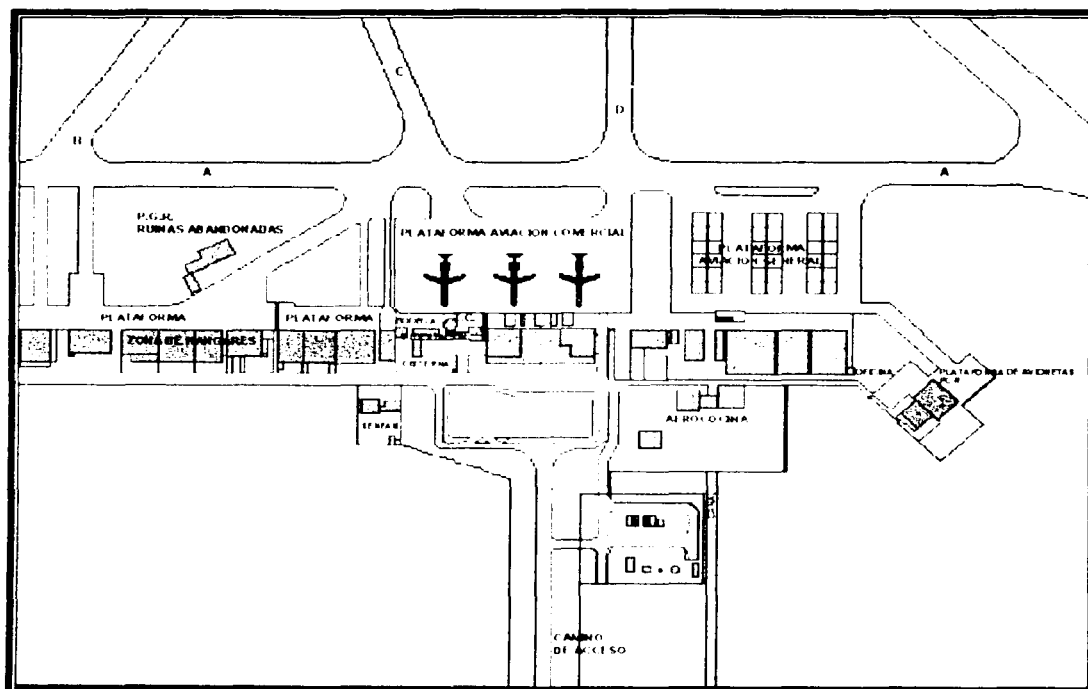


Figura 3.11 Zona terminal (Plataformas-Edificio Terminal-Estacionamiento)

Fuente: Referencia bibliografica No. 13

Hasta el momento se ha discutido los aspectos de la zona aeronáutica, por lo que ahora toca el turno de la zona terminal, en donde se evocara exclusivamente a la aviación comercial debido al interés posterior de este capítulo; y siendo que para efectos de la aviación general no se cuentan con los datos requeridos para su contemplación.

El *edificio terminal* comercial presenta una configuración o posición de remota para el estacionamiento de las aeronaves que arriban y de donde el complejo del edificio abarca un área de 4,275 m² de superficie total, distribuidos en 3,480 m² en la planta baja y 795 m² de planta alta. Para lo cual y de acuerdo a las experiencia que se tiene con aeropuertos dentro de la Republica Mexicana, se le a otorgado el siguiente nivel de servicio en terminal por su calidad representada como Aeropuerto Internacional:

Nivel de servicio en terminal

D(10 m²/php)

Php = pasajeros en hora pico.

Así como en el campo aéreo se tiene definida una capacidad, dentro del edificio se contempla la capacidad teórica terminal la cual y para las horas de máxima demanda es:

➤ 428 pasajeros por hora.

Por ultimo y de modo que se tenga conocimiento de los parámetros que existen dentro del edificio terminal se anexa una lista de los estándares con los que cumple los equipos e instalaciones del edificio.

Parámetro	Estándar
Aerocares / salas móviles	25% de php 60 personas / aerocar
Bandas de reclamo	216 maletas / bandas en hora pico 1 maleta por pasajero nacional 1.4 maletas por pasajero internacional
Rayos X	80 m / banda 500 php / aparato
Banquetas de acceso y descenso	Ancho de 7.5 mts 0.39 mts lineales / php
Carriles frente a la terminal	3 carriles 3 mts de ancho
Estacionamiento de taxis	0.02 taxis / php
Estacionamiento de pasajeros a nivel	500 cajones / millon de pasajero de salida
Estacionamiento de empleados	0.13 cajones / empleado 30m ² / cajón
Caminos de acceso	2,400 php / carril de acceso Mínimo 2 carriles de acceso
Planta de tratamiento	15 litros / dia / persona
Plantas de emergencia	3
Torre de control	1
Tanque de agua	45 litros / persona / dia 3 litros de reserva
Vehiculos de apoyo	0.20 vehiculos / operación diaria

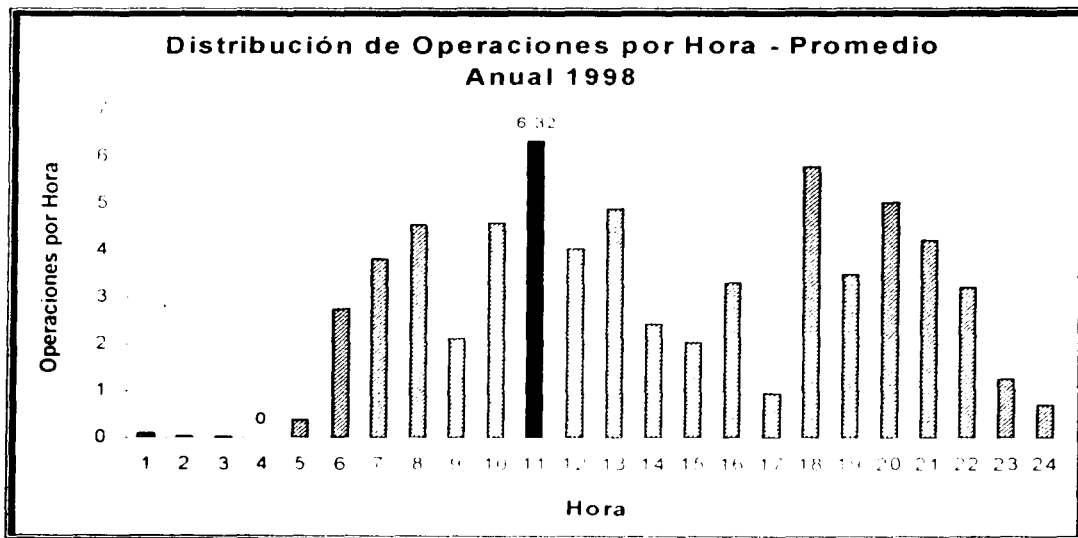
Fuente: Producto de una investigación particular.

III.3 Detección de las necesidades de ampliación de la infraestructura aeroportuaria.

La ampliación de la infraestructura aeroportuaria surge de la necesidad de satisfacer la demanda tanto de la zona aeronáutica, así como, de la zona terminal. En el caso del Aeropuerto de Chihuahua la incógnita es saber si la infraestructura cuenta aun con la capacidad necesaria para poder atender la demanda del mercado presente y futura.

(Nota: Los datos del presente contexto son producto de una investigación, así como, los cálculos y gráficos son personales.)

El sistema de pistas / calles de rodaje durante el año de 1998 presento las siguientes cifras en cuestión de las operaciones promedio en la hora de máxima demanda.



En donde se puede observar que a las 11:00Hrs. es la hora pico o de mayor demanda, por lo que la capacidad teórica del campo aéreo es más que suficiente con 24 operaciones por hora.

Como se acaba de demostrar se espera un resultado similar el cual cumpla con la demanda futura que se tiene para el mismo avión de diseño en los periodos que anteriormente se habian manejado los cuales constan de 15 años.

Mediante la siguiente tabla veremos la evolución que tendrá el aeropuerto durante los siguientes 15 años.

ANALISIS DE LA CAPACIDAD DEL CAMPO AEREO					
Año	Operaciones Comerciales	Carga (Miles Tons)	FACTOR * DE DISEÑO	Operaciones por Hora	Cap Teo del Campo Aéreo
2001	52,528	8.4	5,777	9	24
2002	61,051	9.9	5,719	11	24
2003	68,437	11.4	5,662	12	24
2004	74,687	12.6	5,605	13	24
2005	79,801	13.6	5,549	14	24
2006	83,778	14.4	5,494	15	24
2007	86,619	15.0	5,439	16	24
2008	88,323	15.3	5,384	16	24
2009	88,891	15.4	5,330	17	24
2010	89,390	15.5	5,277	17	24
2011	89,849	15.6	5,224	17	24
2012	90,273	15.7	5,172	17	24
2013	90,663	15.8	5,120	18	24
2014	91,021	15.9	5,069	18	24
2015	91,352	16.1	5,019	18	24

donde: * Factor de Diseño = OA / OHP

OA.- operaciones anuales

OHP.- operaciones en hora pico

$$= 36,878 / 6.32$$

$$= 5,835$$

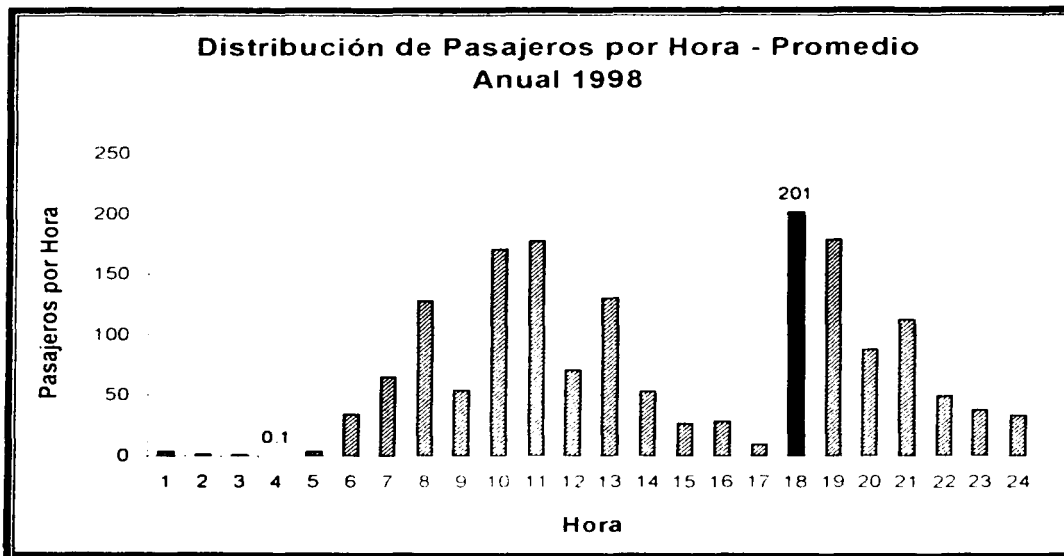
Y como también se puede observar ninguna de las proyecciones a largo plazo rebasa las expectativas que se tienen del campo aéreo para las operaciones promedio en la hora más congestionada como se muestra en la grafica.



Observando que el número de operaciones del aeropuerto durante los próximos 15 años no tiene dificultad alguna, esto nos indica que la plataforma de aviación comercial continuara funcionando como hasta la fecha, recibiendo en sus 3 posiciones aeronaves del tipo Boeing 727-100.

En lo que respecta al edificio terminal este se encuentra sujeto aun nivel de servicio, el cual define el área que requiere para un tope de pasajeros dentro del edificio terminal. Ahora bien lo que correspondería es el saber si la capacidad del edificio es del todo adecuada para las necesidades que se presentarían durante los siguientes 15 años, ya que esto podría cambiar el nivel de servicio y como consecuente el área terminal.

Como anteriormente se había enfocado en el año 1998 para la cuestión de las operaciones, se basara la siguiente grafica en las cifras obtenidas de este año representando los pasajeros promedio en la hora de máxima demanda.



Aquí se puede observar que a las 18:00Hrs. se presenta lo que sería la máxima demanda del edificio, por lo que la capacidad teórica terminal es suficiente con el respaldo que tiene de 428 pasajeros por hora, por lo que también se espera que cumpla a futuro.

ANÁLISIS DE LA CAPACIDAD TEORICA TERMINAL

Año	Pasajeros Comerciales	Carga (Miles Tons.)	FACTOR * DE DISEÑO	Pasajeros por Hora	Cap Teo Terminal
2001	320,145	8.4	2,307	139	428
2002	364,942	9.9	2,284	160	428
2003	403,767	11.4	2,261	179	428
2004	436,618	12.6	2,239	195	428
2005	436,497	13.6	2,216	197	428
2006	484,402	14.4	2,194	221	428
2007	499,335	15.0	2,172	230	428
2008	508,294	15.3	2,150	236	428
2009	511,281	15.4	2,129	240	428
2010	513,519	15.5	2,108	244	428
2011	515,559	15.6	2,087	247	428
2012	517,419	15.7	2,066	250	428
2013	519,113	15.8	2,045	254	428
2014	520,657	15.9	2,025	257	428
2015	522,062	16.1	2,004	260	428

donde: * Factor de Diseño = OA / OHP

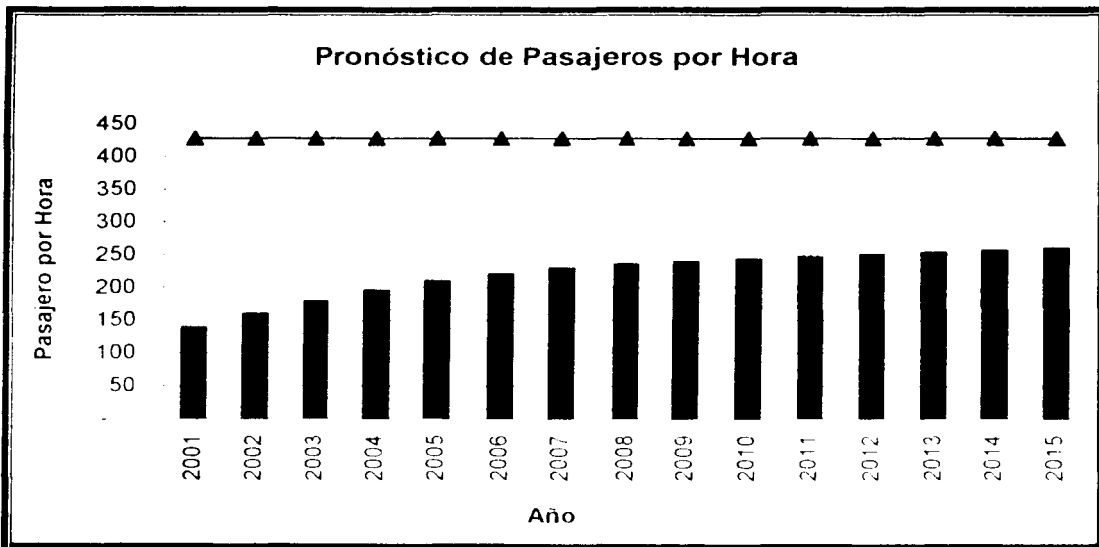
OA.- operaciones anuales

OHP.- operaciones en hora pico

$$= 468,412 / 201.0$$

$$= 2,330$$

Como era de esperarse y así como en el campo aéreo el edificio terminal cumple con la capacidad horaria para los pasajeros tal y como se puede observar en la siguiente grafica.



La infraestructura aeroportuaria tal y como es en los próximos 15 años solamente requerirá de mantenimiento, pero con el creciente mercado que se tiene hoy en día la infraestructura aeroportuaria podría ser insuficiente para atenderlo, ya que con el manejo de grandes aeronaves comerciales de pasajeros y carga como el Boeing 747 dentro de una gran familia de aeronaves que existen de gran envergadura, son motivo de desarrollo no solamente del mismo aeropuerto sino que y también de la urbe donde se encuentre situado.

**ESTA TESIS NO SALE
DE LA BIBLIOTECA**

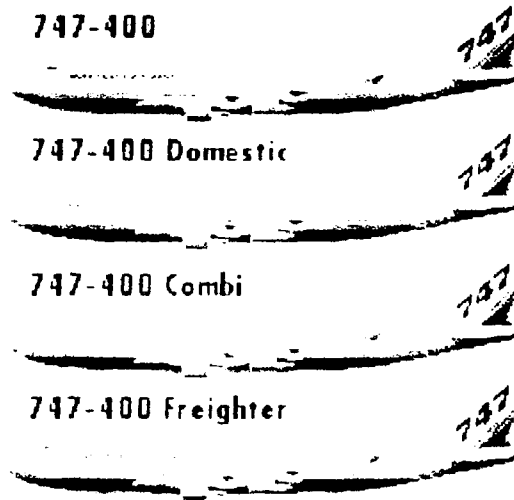
Por lo que en el siguiente capítulo será motivo de propuesta alguna de estas grandes aeronaves con lo que seguramente habrá modificaciones en algún elemento de la infraestructura, lo cual permitirá el desarrollo del aeropuerto así como del municipio para un nuevo mercado.

PROGRAMA DE DESARROLLO.

IV. PROGRAMA DE DESARROLLO.

Antes de comenzar el desarrollo del presente capítulo es del todo conveniente mencionar a que tipo de aeronave se tiene destinado el presente proyecto. La aeronave en cuestión es el Boeing 747-400, por que precisamente esta aeronave, esto se debe a que es una de las aeronaves de mayor envergadura dentro de la flota comercial capaz de transportar cuatro y media veces más pasajeros que un Boeing 727-100, así como, la capacidad de transportar solamente carga.

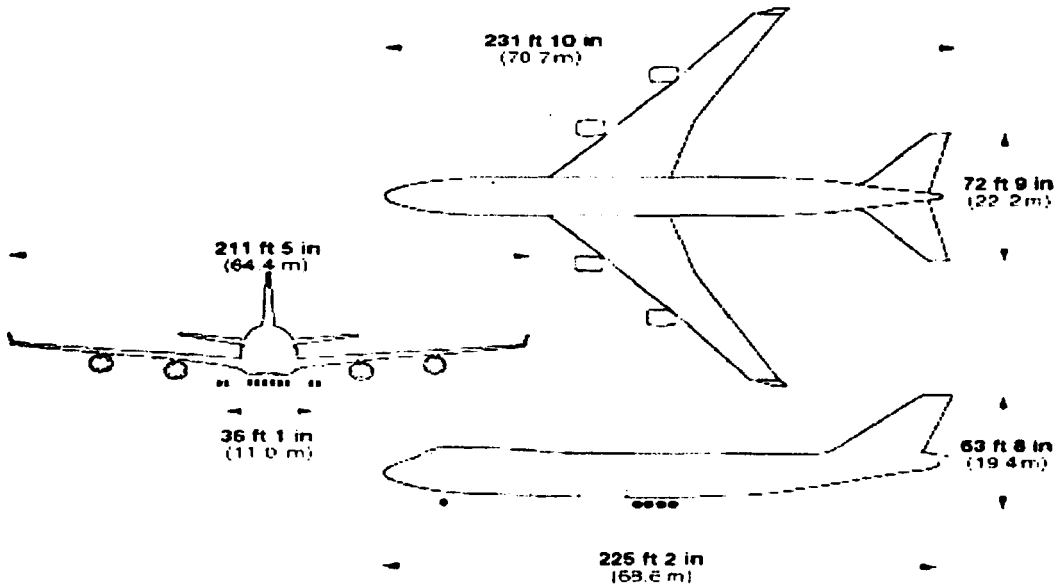
Dentro de la familia de los Boeing 747-400 tenemos cuatro tipos de modelos de los cuales el modelo estándar y el Domestic son modelos designados al transporte de pasajeros con gran capacidad y equipaje, el modelo Combi tiene la facilidad de transportar pasajeros y carga y el modelo Freighter que es un modelo de carguero destinado exclusivamente al transporte de embarques y diversos cargamentos.



Se esta enfocando el proyecto en cuanto a un desarrollo en carga, por lo que se destinaran los cálculos al Boeing 747-400 Freighter, pero esto no implica que el presente proyecto no pueda ser utilizado por los otros modelos comerciales del 747-400, ya que a su vez también y dentro de este capítulo se presenta una propuesta de modificación a la terminal comercial, con lo que se espera desarrollar al aeropuerto como uno de los principales centro de intercambio más importantes del norte del país.

Las especificaciones del Boeing 747-400 Freighter son las siguientes:

- Tripulación - 2 a 3
- Envergadura - 64.4m
- Longitud total - 70.6m
- Altura - 19.4m
- Separación entre ruedas 12.4m
- Peso máxima de despegue - 394,980Kg
- Carga útil máxima - 109.800Kg
- Longitud mínima de pista - 3400m



De acuerdo a las características de la aeronave esta requiere un aeropuerto con clave de referencia 4E por lo que el capítulo tratara las necesidades y cambios operacionales, así como, los efectos que se tendrán a raíz de su incorporación. (Nota: El anterior contexto esta referido a la bibliografía No. 14)

IV.1 Campo aéreo.

a) Propuesta de ampliación de pistas, rodajes y plataformas

De acuerdo al proyecto el aeropuerto tendrá que pasar de tener una clave de referencia 4C a una 4E por lo que a continuación veremos que partes de la zona aeronáutica requerirán de ciertos cambios y que partes pueden ser aprovechables para los objetivos del presente proyecto.

- Pistas

La introducción del Boeing 747-400 podrá reafirmar su característica como aeropuerto internacional, del tal forma que podrá desarrollar sus rutas comerciales con los diversos continentes a lo que se tendrá que realizar un emplazamiento de la pista principal por motivos constructivos y de costos.

Para realizar un calculo de esta índole es necesario tomar en cuenta ciertos factores como son: temperatura, viento, altitud, pendiente de la pista y características de la aeronave. Por lo cual antes de empezar el calculo paso a paso se presenta una lista de los datos obtenidos de estadísticas, evaluaciones y manuales para el presente desarrollo. (Nota: Los datos a utilizar en el calculo son producto de un investigacion, así como, de la referencia bibliográfica No. 14)

- Temperatura promedio del aeropuerto: 31°C
- Viento en calma
- Altitud el aeropuerto: 1,360 msnm(4,4,62pies)
- Pendiente de la pista: 1°
- Peso máximo de despegue: 870,000lb(394,980Kg)
- Peso máximo de aterrizaje: 666,000lb(301,364Kg)
- Peso máximo del combustible: 86,616Kg

Paso No.1 Calculo de la longitud de pista a peso máximo de despegue.

La Longitud de Pista a Peso Máximo de Despegue se determinara con la figura 4.1. En la figura 4.1 se registra en la ordenada menor el valor de la temperatura $T = 31^{\circ}\text{c}$. Posteriormente se trazara hacia la derecha hasta llegar a la altitud que es 1,360m. En el punto de intersección de la proyección horizontal y de la altitud, se traza nuevamente una proyección vertical hacia el peso de despegue de la aeronave. En el punto de intersección de la proyección y el peso de despegue que es 394,980Kg, se vuelve a trazar nuevamente una proyección horizontal hacia el viento. En el punto de intersección de la proyección y el viento que es en calma, se traza por penúltima vez una proyección vertical hacia la pendiente de la pista. En el punto de intersección de esta con la pendiente de la pista que es del 1%, se traza por ultima vez una proyección horizontal hacia la ordenada menor en donde se registra el valor de la longitud de pista de despegue, de donde la longitud de pista de despegue es 2,530m.

Paso No.2 Calculo de la longitud de pista a peso real de despegue.

La Longitud de Pista a Peso Real de Despegue se determinara con la figura 4.1 y el peso real de despegue (PRD) del B-747-400, que es la suma del peso de aterrizaje (PA) más el peso combustible a vuelo (PCV), esto es:

$$\text{PRD} = \text{PA} + \text{PCV} = 301,364\text{kg.} + 86,616\text{kg.} = 387,980\text{kg.}$$

De esta forma volvemos a entrar a la gráfica de la figura 4.1 se registra en la ordenada menor el valor de la temperatura $T = 31^{\circ}\text{c}$. Posteriormente se trazara hacia la derecha hasta llegar a la altitud que es 1,360m. En el punto de intersección de la proyección horizontal y de la altitud, se traza nuevamente una proyección vertical hacia el peso de despegue de la aeronave. En el punto de intersección de la proyección y el peso de despegue que es 387,980Kg, se vuelve a trazar nuevamente una

proyección horizontal hacia el viento. En el punto de intersección de la proyección y el viento que es en calma, se traza por penúltima vez una proyección vertical hacia la pendiente de la pista. En el punto de intersección de esta con la pendiente de la pista que es del 1%, se traza por ultima vez una proyección horizontal hacia la ordenada menor en donde se registra el valor de la longitud de pista de despegue, de donde la longitud de pista de despegue es 2,200m.

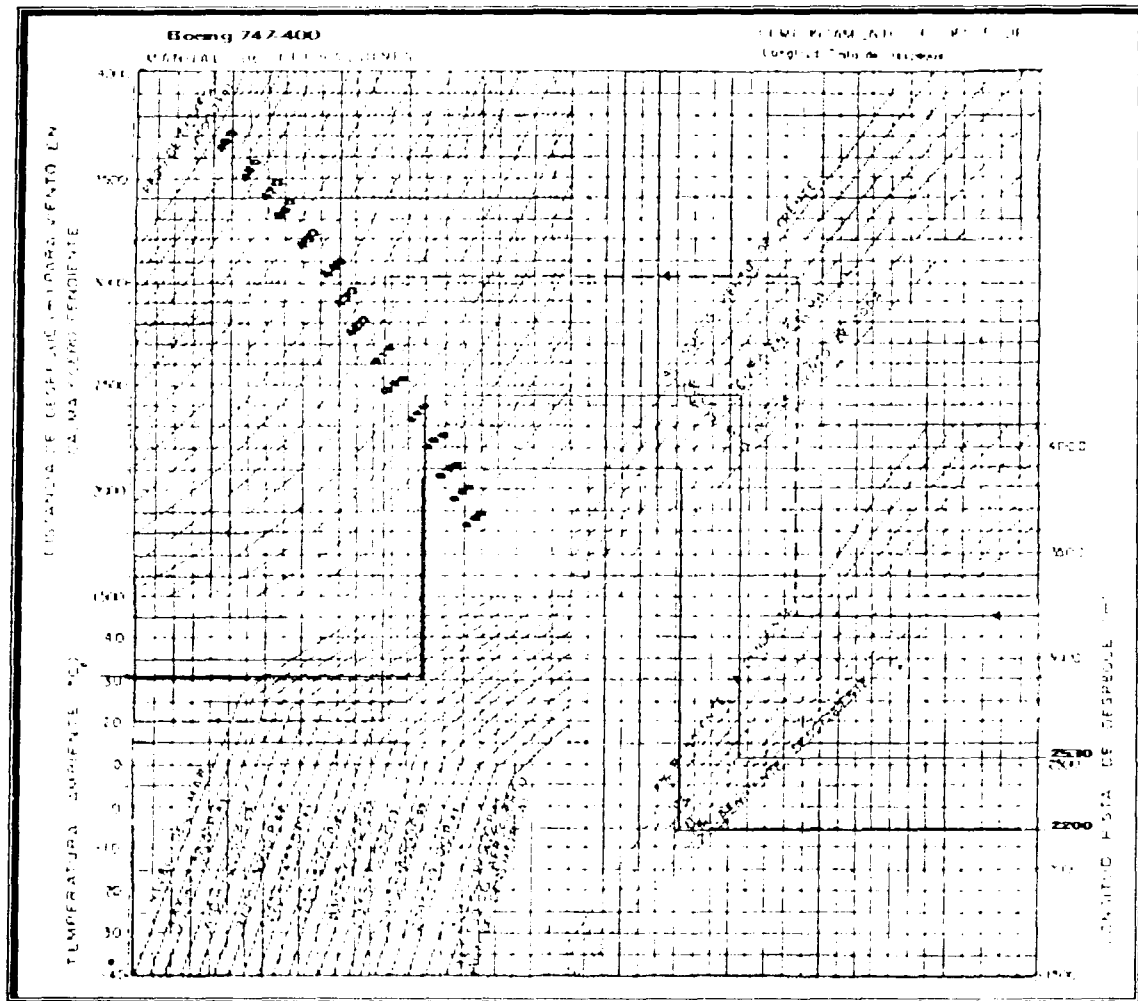


Figura 4.1 Curvas de cálculo para longitud de pista de despegue

Fuente: Referencia Bibliográfica No. 3

Paso No.3 Correcciones de la Longitud de Pista para el despegue y aterrizaje:

Longitud de Pista para el despegue corregida por elevación:

$$L_{lev} = L_{ref} + (L_{ref})(0.07)(alt/300)$$

$$L_{lev} = 2,200 + (2,200)(0.07)(1,360/300)$$

$$\underline{L_{lev} = 2,898 m}$$

Longitud de Pista para el despegue corregida por elevación y temperatura:

$$L_{temp} = L_{lev} + (L_{lev})(0.01)(t_{ref} - t_{atmest})$$

$$L_{temp} = 2,898 + (2,898)(0.01)(31-14.025)$$

$$\underline{L_{temp} = 3,390m}$$

Longitud de Pista para el despegue corregida por elevación, temperatura y pendiente:

$$L_{pend} = L_{temp} + (L_{temp})(0.1)(\%pend)$$

$$L_{pend} = 3,390 + (3,390)(0.1)(0.1)$$

$$\underline{L_{pend} = 3,424m}$$

Corrección de la Longitud de Pista para el aterrizaje:

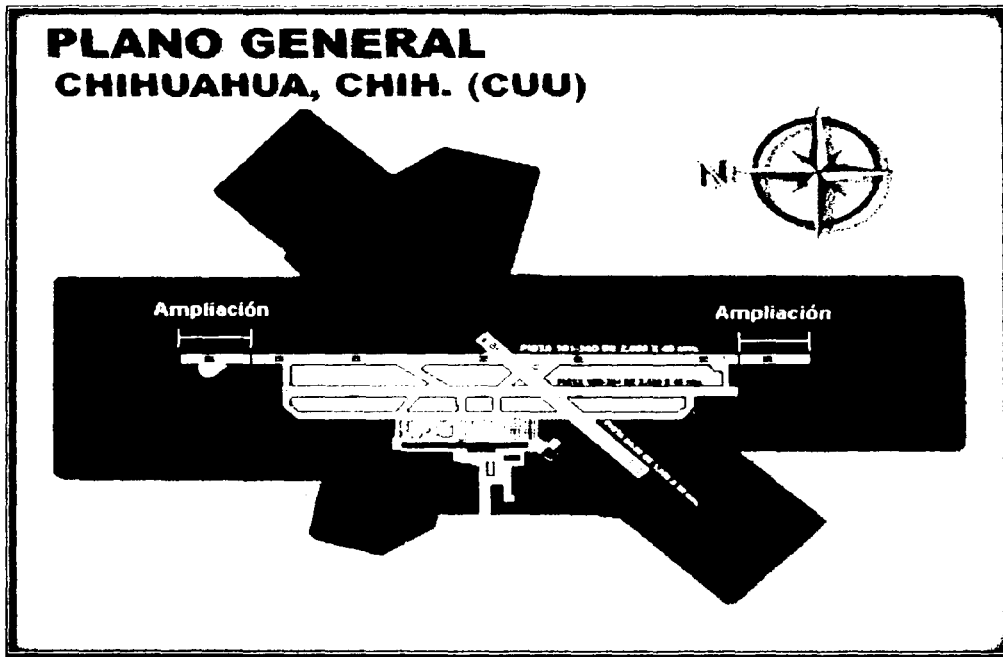
$$L_{lev} = L_{ref} + (L_{ref})(0.07)(alt/300)$$

$$L_{lev} = 2,530 + (2,530)(0.07)(1,360/300)$$

$$\underline{L_{lev} = 3,333m}$$

De todas las longitudes calculadas, se toma la mayor, por lo tanto, La Longitud Efectiva de Pista es de: 3,424m, y para fines constructivos se recomienda que sea de 3,425m. Esto es, que de 2,600 m que mide originalmente la pista principal, se adicionarán 825m más de pista para

satisfacer la demanda de aterrizaje por incremento en el avión máximo operable. A continuación se muestra un croquis con la ampliación en la pista principal:

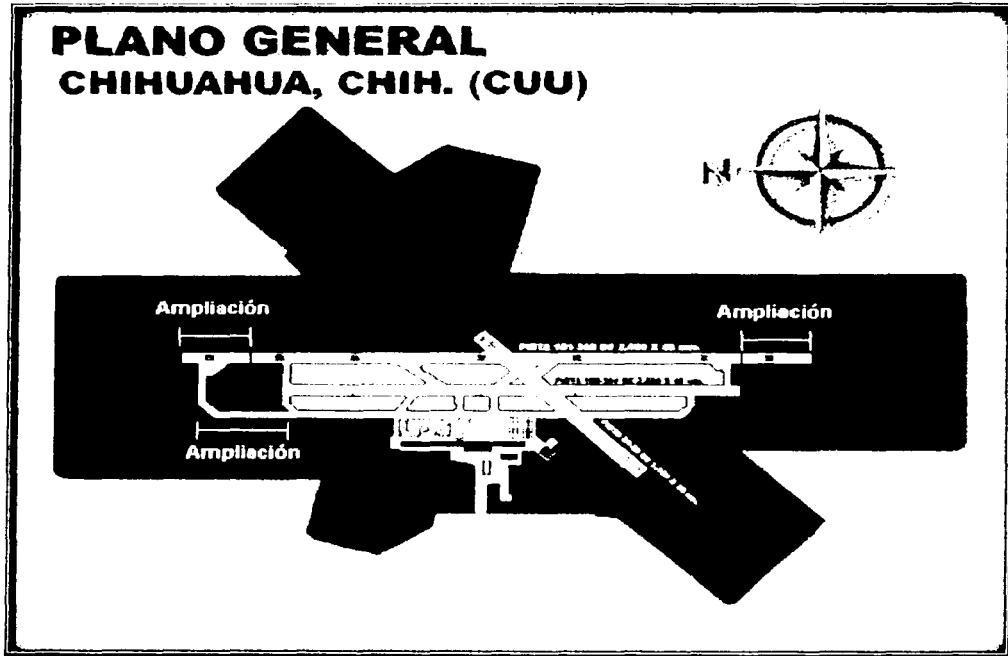


- Rodajes

En el capítulo 3 se analizó las características que tienen las calles de rodaje del aeropuerto en las cuales podemos decir que para la operación del 727 están de sobra, ya que su estructura está hecha para que puedan circular por ellas aeronaves con letra clave D, E y F.

Un ejemplo muy claro a lo que se refiere es el ancho de la calle, donde las calles actuales son de 25m de ancho y el requerimiento de la aeronave es de solo 23 m de ancho, la única excepción que se tendría sería en cuanto a la distancia libre que debe de tenerse entre las ruedas y el borde que persisten en las curvas de las calles de rodaje, por lo que esta

parte de la zona aeronáutica requerirá modificaciones mínimas en cuanto a sus características y donde solamente se tendrá que emplazar 870m más de la calle principal, para así poder llegar al puesto de despegue de la aeronave tal y como se indica en la siguiente croquis.



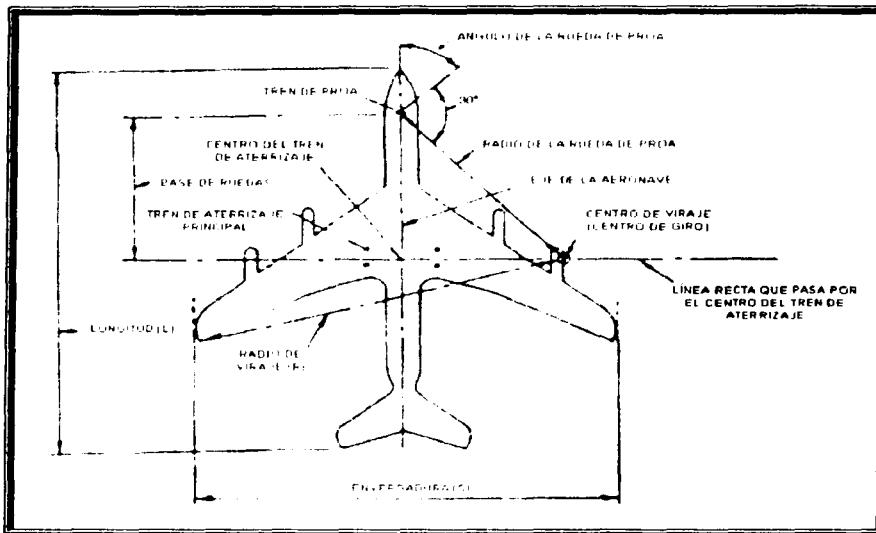
- Plataforma

La plataforma que se configurara para la terminal de carga será del tipo que albergara la posición de remota, a lo cual el espacio necesario para un diseño de plataforma dependerá de los siguientes factores:

- La dimensión y características relativas a las maniobras de la aeronave que utilice la plataforma.
- El volumen del tráfico que utilice la plataforma.
- Requisitos en cuanto a distancias libres.

- Modalidad de entrada y salida del puesto de estacionamiento de aeronaves.

En la figura 4.2 se indican las dimensiones necesarias para evaluar el tamaño de un puesto de estacionamiento de aeronaves.



Figuro 4.2 Dimensiones para determinar el tamaño del puesto de estacionamiento de aeronaves.

Fuente: Referencia bibliográfica No. 6.

Las dimensiones totales de la aeronave relativas a la longitud total (L) y envergadura (S) pueden utilizarse como punto de partida para determinar la dimensión de la superficie total de plataforma. Las características de maniobrabilidad de una aeronave dependen del radio de viraje (R), que a su vez depende de la posición del centro de viraje. El centro de viraje es el punto en torno al cual gira la aeronave. Este punto se encuentra situado a lo largo del eje del tren de aterrizaje principal a una distancia variable del eje del fuselaje que depende del ángulo de deflexión de la rueda de proa en que se lleve a cabo la maniobra de viraje. Los valores de las dimensiones y radio de viraje el cual se deriva del ángulo de la rueda de proa se darán a continuación.

Tipo de aeronave	Longitud (m)	Envergadura (m)	Ángulo de la rueda de proa	Radio de viraje (m)
Boeing 747-400	70.6	64.4	60	60.20

Fuente: Referencia bibliográfica No. 6

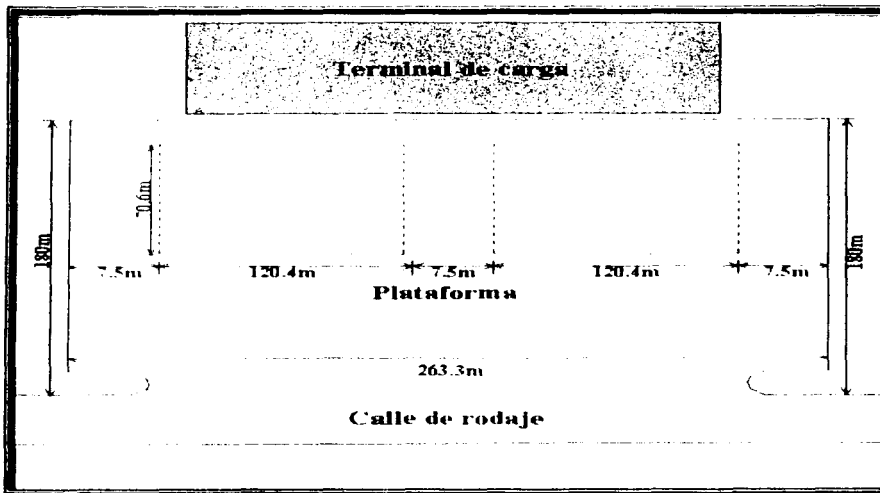
Para obtener el área que ocupara una aeronave hay que considerar primero que nada el centro de viraje y el radio de viraje, puesto que la aeronave girara sobre su centro de modo que quedara en una posición de salida y de tal forma que el ancho del puesto será el doble del radio de giro, y la longitud será la de la aeronave por lo que:

$$A = 2R \cdot L = 2(60.20) \times 70.60 = 8500.24m^2$$

Ahora bien la plataforma va a estar destinada para dos aeronaves por lo consiguiente hay que considerar la separación que tiene que haber entre puesto y puesto, por lo que la separación de los puestos tiene que ser de 7.5m de acuerdo a especificaciones y a su vez se tiene que considerar el espacio en los extremos de la plataforma los cuales serán también de 7.5m, es decir que el área es:

$$A = (8500.24 \cdot 2) + (7.5 \cdot 70.60 \cdot 3) = 18588.98m^2$$

A continuación se muestran la distribución dimensional.



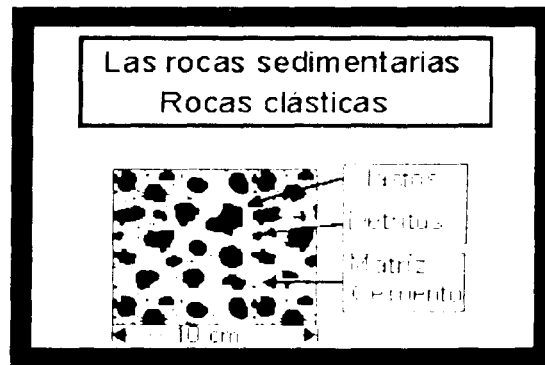
b) Mecánica de suelos y pavimentos

La Mecánica de suelos entra cuando es requerido un estudio detallado sobre la superficie, es decir, saber las características físicas, químicas y biológicas, así como su comportamiento con respecto a factores que no son de origen natural y que pudieran de algún modo modificar las características de este.

Como es de saberse la superficie del municipio de Chihuahua se encuentra constituida en un 72.04% por roca, mientras que el 27.96% restante es suelo aluvial. La superficie donde se sitúa nuestro aeropuerto esta constituida por roca sedimentaria, la cual y de acuerdo a diversos estudios tiene diferentes clasificaciones, y estas son:

- Las sedimentitas detríticas o clásticas
- Las rocas de sedimentación químicas
- Las sedimentitas organógenas

En donde la superficie es de la clase sedimentitas detríticas o clásticas, estas se componen de fragmentos de rocas y minerales, que se han formados a partir de rocas anteriores a causa de su erosión, han sido transportados por agua, viento o hielo y finalmente almacenadas mecánicamente.



A partir de las rocas clásticas se derivan los conglomerados, el cual se constituyen de una cantidad mayor del 50% de los componentes de un diámetro mayor a 2mm, los componentes o fragmentos son redondeados y pueden variar mucho según cual fuese la composición de la zona de erosión suministradora, a continuación se presenta un esquema de la

clasificación de las rocas sedimentarias según su tamaño de clasto. (Nota: La parte referente a la mecánica de suelos es obtenida en base a la referencia bibliográfica No. 16)

Clasificación de rocas sedimentarias por el tamaño de los clastos				según DIN 4022					
según WENTWORTH				Clasificación según DIN 4022	Grano diámetro (mm)				
Grano diámetro (mm)	Subdivisión		Denominación (roca)						
0,0002 mm	pelítica		Pelita	Arcilla					
0,002 mm				psamítica	Arena	fina	Limo	fino	0,002 mm
0,02 mm								gruesa	0,0063 mm
0,2 mm	psamítica	Arena	Psamita	fina	Arena	0,02 mm	0,063 mm		
2mm						gruesa	0,2 mm	0,63mm	
2cm	psefítica	Grava	Psefita	fina	Gravas	2mm	6,3mm		
20 cm						gruesa	20mm	63mm	
			Bloques			Piedras			

W98/SED4022A.cdr

Fuente: Referencia bibliográfica No. 16

Sabiendo que el terreno que se tiene dentro del aeropuerto es un conglomerado, es decir, una grava con un diámetro mínimo de 2 mm se podrá proceder a los estudios requeridos para saber su CBR (California Bearing Ratio).

El CBR(Índice de Penetración California) no es más que la relación de resistencia del suelo determinada mediante la comparación de la carga de penetración del suelo con un material normalizado. Este método de origen Norte Americano empleado con exitosos resultados en ese país abarca la evaluación de la calidad relativa de los terrenos de fundación, aunque es aplicable a la capa de cimentación y a ciertos materiales de la capa del firme.

Gracias a estudios anteriores que se tienen del aeropuerto sobre el terreno de fundación se sabe que el CBR = 10. El terreno de fundación es

considerado como la capa de material que se encuentra inmediatamente debajo de la estructura del pavimento, que se prepara durante la construcción para soportar las cargas transmitidas por el pavimento. Este se prepara extirpando la vegetación, nivelando o bien creando la pendiente planificada mediante operaciones de corte y de relleno y compactando el suelo a la densidad necesaria.

La resistencia del terreno de fundación es un elemento importante que debe tenerse en cuenta para la evaluación o el cálculo de un pavimento o para cada sección de un pavimento evaluado o calculado por separado.

Los pavimentos que se utilizan dentro de un aeropuerto pueden ser "rígido" ó "flexible", a lo cual se explicara las diferencias que existen entre estos.

Pavimento Rígido .-es capa o losa de cemento Pórtland, en forma de hormigón (PCC), armado o no, de diferentes tipos. Debajo del mismo se deja con frecuencia una capa de piedra granular que contribuye a afirmar la estructura y a facilitar el avenamiento. Un pavimento rígido que sufre cargas superficiales las distribuye por flexión o por efecto de viga hacia áreas más amplias del terreno de fundación. La resistencia del pavimento depende del espesor y de la resistencia de la capa de hormigón de cemento y de las capas sucesivas sobre este terreno de fundación. El pavimento debe poseer las características necesarias para distribuir las cargas superficiales de manera que la presión sobre el terreno de fundación no exceda de la resistencia evaluada.

Pavimento flexible .- consiste en una serie de capas cuya resistencia aumenta desde el terreno de fundación hasta la capa superficial. Comúnmente se utiliza una serie tal como: material seleccionado, cimient inferior, cimient, firme y capa de rodadura. Sin embargo, las capas inferiores pueden no existir en un pavimento dado. Los pavimentos previstos para las aeronaves de gran peso por lo general poseen una capa

de rodadura ligada con material de asfáltico. El pavimento flexible cede más bajo las cargas superficiales, llevando simplemente una ampliación de área de carga y la reducción consiguiente de presión capa por capa. En cada nivel, desde la superficie hasta el terreno de fundación, para reducir la presión superficial a un valor que este terreno de fundación pueda aceptar. El pavimento flexible debe poseer una estructura de espesor suficiente sobre cada capa, para reducir la presión a un nivel aceptable para la capa. Además, la capa de rodadura debe tener resistencia suficiente para aceptar sin peligro las presiones provocadas por los neumáticos de la aeronave sobre la misma. (Nota - La parte de pavimentos esta referida a la bibliografía No. 7)

Puesto que el pavimento ya existente en el aeropuerto es flexible la capa de cimentación para la pista, calles de rodaje y plataforma contiene un índice CBR = 30. (Nota - EL CBR es un dato proveniente de investigación)

Con la definición de estos valores tanto del terreno de fundación como de la cimentación, se podrán efectuar los cálculos pertinentes para saber el espesor de la carpeta asfáltica.

Primero se presentara el cálculo correspondiente a el pavimento actual, el cual se hará para un avión Boeing 727-100 avión de diseño que opera en la pista principal, pista que se tendrá que modificar de acuerdo a la propuesta que se presenta para el Boeing 747-400.

Cálculo de la carpeta asfáltica para un Boeing 727-100.

Los datos correspondientes para este calculo son los siguientes:

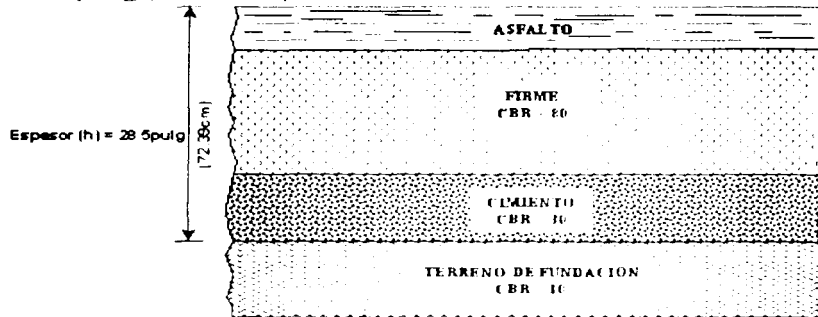
- ✓ Terreno de fundación CBR = 10
- ✓ Capa de cimentación CBR = 30
- ✓ No. de salidas anuales = 25000
- ✓ Peso máximo de despegue = 160,000lb (72,000Kg)

✓ Tren de aterrizaje con ruedas gemelas

Paso No.1 Cálculo del espesor total del pavimento (h).

El espesor total del pavimento requerido se determina utilizando la figura 4.3. En la figura se registrara en la abscisa superior el valor de CBR = 10 para el terreno de fundación. Posteriormente se trazara hacia abajo hasta el peso bruto de la aeronave de cálculo, que es 160,000lb (72,000Kg). En el punto de intersección de la proyección vertical y del peso bruto de la aeronave, se traza una proyección horizontal hasta las salidas anuales equivalentes, que son 25,000. Desde el punto de intersección de la proyección horizontal y del nivel de salidas anuales, se traza una proyección vertical hasta la abscisa inferior y de donde se leerá el espesor total del pavimento el cual es:

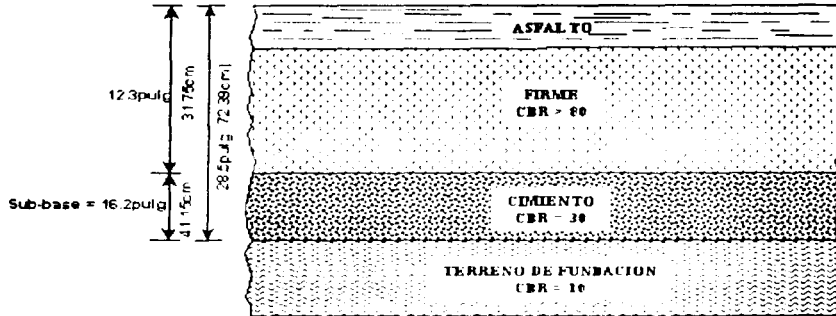
$$\text{Espesor (h)} = 28.5\text{pulg (72.39cm)}$$

**Paso No.2** Cálculo del espesor de la capa de cimentación (Sub-base).

El espesor de la capa de cimentación se determina de modo similar a la del espesor total del pavimento. Aplicando la figura 4.3, se trazara el valor de la capa de cimentación CBR = 30, en la abscisa superior. Se utiliza la grafica del mismo modo que se describe en el paso anterior, o sea que la proyección vertical se hará hasta el peso bruto de la aeronave, la proyección horizontal hasta las salidas anuales y la proyección vertical hasta la abscisa inferior. En este caso el espesor obtenido es de 12.3pulg

(31.75cm) Esto indica que los espesores combinados de la superficie asfáltica y de la capa de firme necesitan una capa de cimentación superior a CBR = 30, de 12.3pulg (31.24cm) con un espesor de la capa de cimentación de:

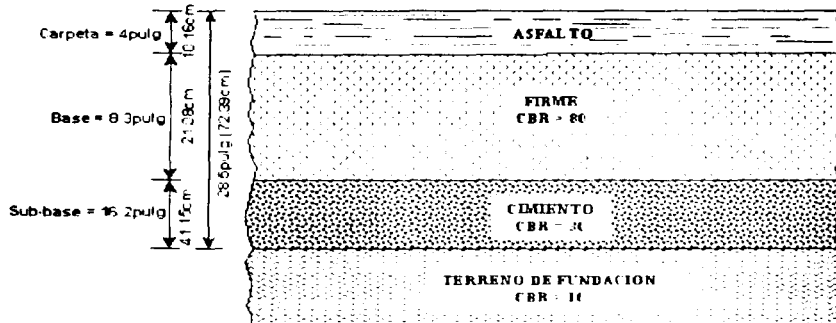
$$\begin{aligned} \text{Sub-base} &= 28.5\text{pulg} - 12.3\text{pulg} \\ &= 16.2\text{pulg} (41.15\text{cm}) \end{aligned}$$



Paso No.3 Cálculo del espesor de la superficie asfáltica (Carpeta).

Como se indica en la nota de la figura 4.3, el espesor de la superficie asfáltica para las zonas críticas es de 4pulg (10.16cm) y para las zonas no críticas, de 3pulg (7.62cm).

Zona Crítica = 4pulg (10.16cm)



NOTA.- Se consideran zona no crítica a la orilla de la pista y calles de rodaje de salida, así como, zona crítica a la plataforma y el interior de la pista

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

Paso No.4 Cálculo del espesor de la capa de firme (Base).

Este espesor puede calcularse sustrayendo el espesor de la superficie asfáltica de los espesores combinados de la superficie y del firme, el cual se determino el paso No.3;

$$\text{Base} = 12.3\text{pulg} - 4\text{pulg} = 8.3\text{pulg} (21.08\text{cm})$$

Este espesor deberá compararse con el mínimo de firme requerido que se indica en la figura 4.5. Aquí se registra en la ordenada izquierda el espesor total del pavimento que se determino en el paso No.1, posteriormente se traza una horizontal hasta la línea del CBR del terreno de fundación, a partir de la intersección de la proyección horizontal y de la línea CBR del terreno de fundación, se traza una proyección vertical hasta la abscisa inferior, de donde se puede observar que el espesor mínimo de la capa de firme es de 14pulg (35.56cm), para zonas críticas.

Puesto que el pavimento tiene que cumplir con los requisitos mínimos y además de el espesor total que se considera debido al terreno de fundación, se tendrá que modificar el espesor de la sub-base de tal forma que la diferencia de los espesores de la base calculada, menos el de la base mínima no da 5.7pulg (14.48cm) los cuales se tendrán que restar para saber el nuevo ancho de sub-base sin modificar el espeso total calculado del pavimento.

$$\text{Sub-base} = 16.2\text{pulg} - 5.7\text{pulg} = 10.5\text{pulg} (26.67\text{cm})$$

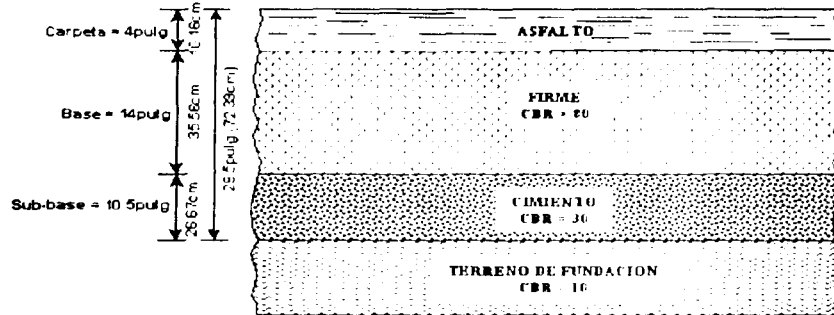
Por lo consiguiente el pavimento queda distribuido de la siguiente forma para una zona crítica:

H = 28.5pulg (72.39cm)

Carpeta = 4pulg (10.16cm)

Base = 14pulg (35.56cm)

Sub-base = 10.5pulg (26.67cm)



Para el caso de las zonas no críticas los espesores correspondientes al pavimento se tendrá que multiplicar por un factor correspondiente, en el caso de los bordes de la pista se tendrá que multiplicar por 0.7 y para las calles de rodaje de salida por 0.9.

Ahora que se tiene la idea clara de que ancho posee el pavimento actual, se tendrá que saber que espesor de pavimento flexible requiere un avión Boeing 747-400, ya que de este cálculo depende la opción o opciones que se tengan a evaluar. A continuación se presentara el cálculo para el avión propuesto tal y como se hizo en el cálculo anterior para el Boeing 727-100.

Calculo de la carpeta asfáltica para un Boeing 747-400.

Los datos correspondientes para este calculo son los siguientes:

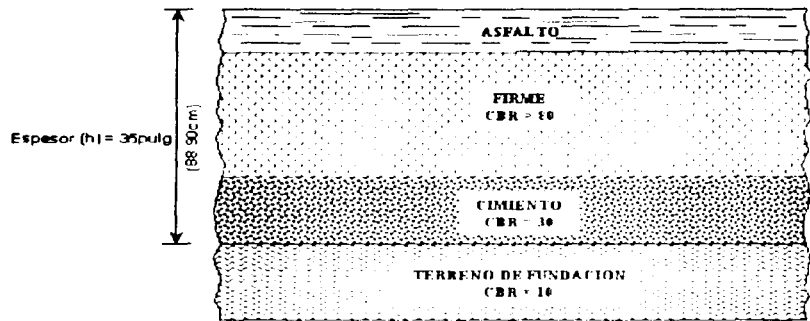
- ✓ Terreno de fundación CBR = 10
- ✓ Capa de cimentación CBR = 30
- ✓ No. de salidas anuales = 6000
- ✓ Peso máximo de despegue = 870,000lb (394,980Kg)

- ✓ Tren de aterrizaje con bogie doble

Paso No.1 Cálculo del espesor total del pavimento (h).

Empleando la figura 4.4, el número de salidas anuales, el peso máximo de despegue y el CBR = 10, obtenemos el siguiente valor de h.

Espesor (h) = 35pulg (88.90cm)



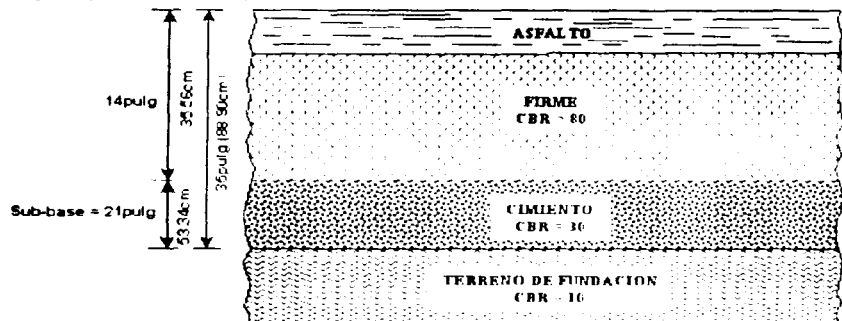
Paso No.2 Cálculo del espesor de la capa de cimentación (Sub-base).

Empleando la figura 4.4, el número de salidas anuales, el peso máximo de despegue y el CBR = 30, obtenemos el siguiente espesor.

Espesor = 14pulg (35.56cm)

Sub-base = 35pulg - 14pulg

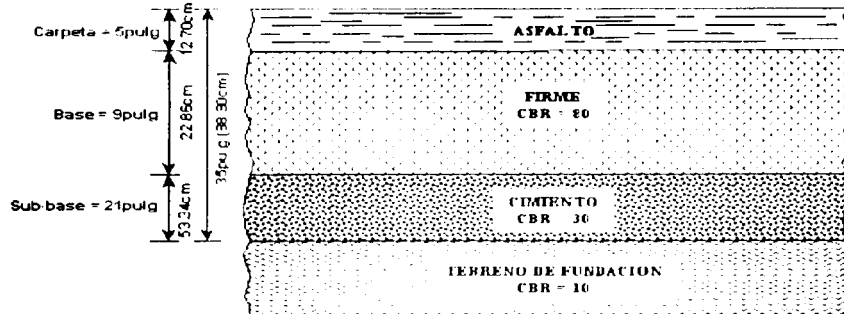
= 21pulg (53.34cm)



Paso No.3 Cálculo del espesor de la superficie asfáltica (Carpeta).

Como se indica en la nota de la figura 4.4, el espesor de la superficie asfáltica para las zonas críticas es de 5pulg (12.7cm) y para las zonas no críticas, de 4pulg (10.16cm).

Zona Critica = 5pulg (12.70cm)

Paso No.4 Cálculo del espesor de la capa de firme (Base).

Con los resultados que se obtuvieron de los cálculos pasados se obtendrá el espesor de la base.

$$\text{Base} = 14\text{pulg} - 5\text{pulg} = 9\text{pulg} (22.86\text{cm})$$

Ahora habría que verificar que cumpliera con el mínimo requerido el cual se obtendrá de la figura 4.5.

$$\text{Base mínima} = 18.5\text{pulg} (46.99\text{cm})$$

Esto indica que la base calculada no cumple con el mínimo requerido, por lo que se tendrá que tomar la base mínima. Esto implica que habrá un cambio en la sub-base por lo siguiente la nueva sub-base será la siguiente.

$$\text{Sub-base} = 21\text{pulg} - 9.5\text{pulg} = 11.5\text{pulg} (29.21\text{cm})$$

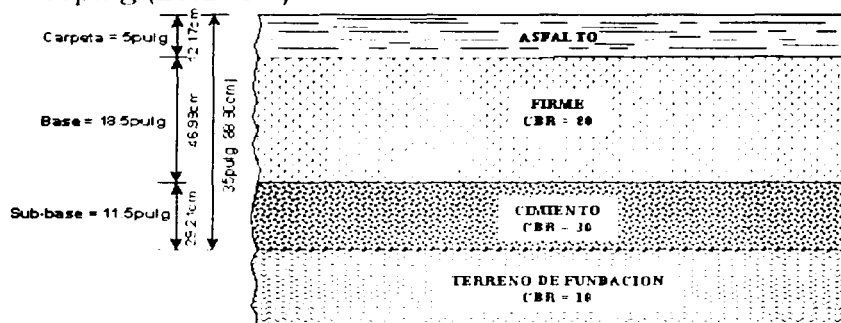
Por lo consiguiente el pavimento queda distribuido de la siguiente forma para una zona critica:

$$H = 35\text{pulg} (88.90\text{cm})$$

$$\text{Carpeta} = 5\text{pulg} (12.70\text{cm})$$

$$\text{Base} = 18.5\text{pulg} (46.99\text{cm})$$

$$\text{Sub-base} = 11.5\text{pulg} (29.21\text{cm})$$



El análisis que se presentó para cada aeronave nos arroja diferentes pero interesantes espesores de pavimento, ya que para un avión Boeing 727-100 se requieren un espesor de carpeta de 28.50 pulg y para un avión Boeing 747-400 se requiere un espesor de carpeta de 35 pulg.

La situación que se presenta es que espesor de pavimento se debe de emplear si ambos aviones entraran en operaciones dentro de la misma pista, para lo cual se tiene el siguiente análisis en el que se comprende las necesidades de ambas aeronaves siendo considerado como avión de diseño principal el Boeing 727-100 debido a su mayor número de operaciones dentro del aeropuerto.

289

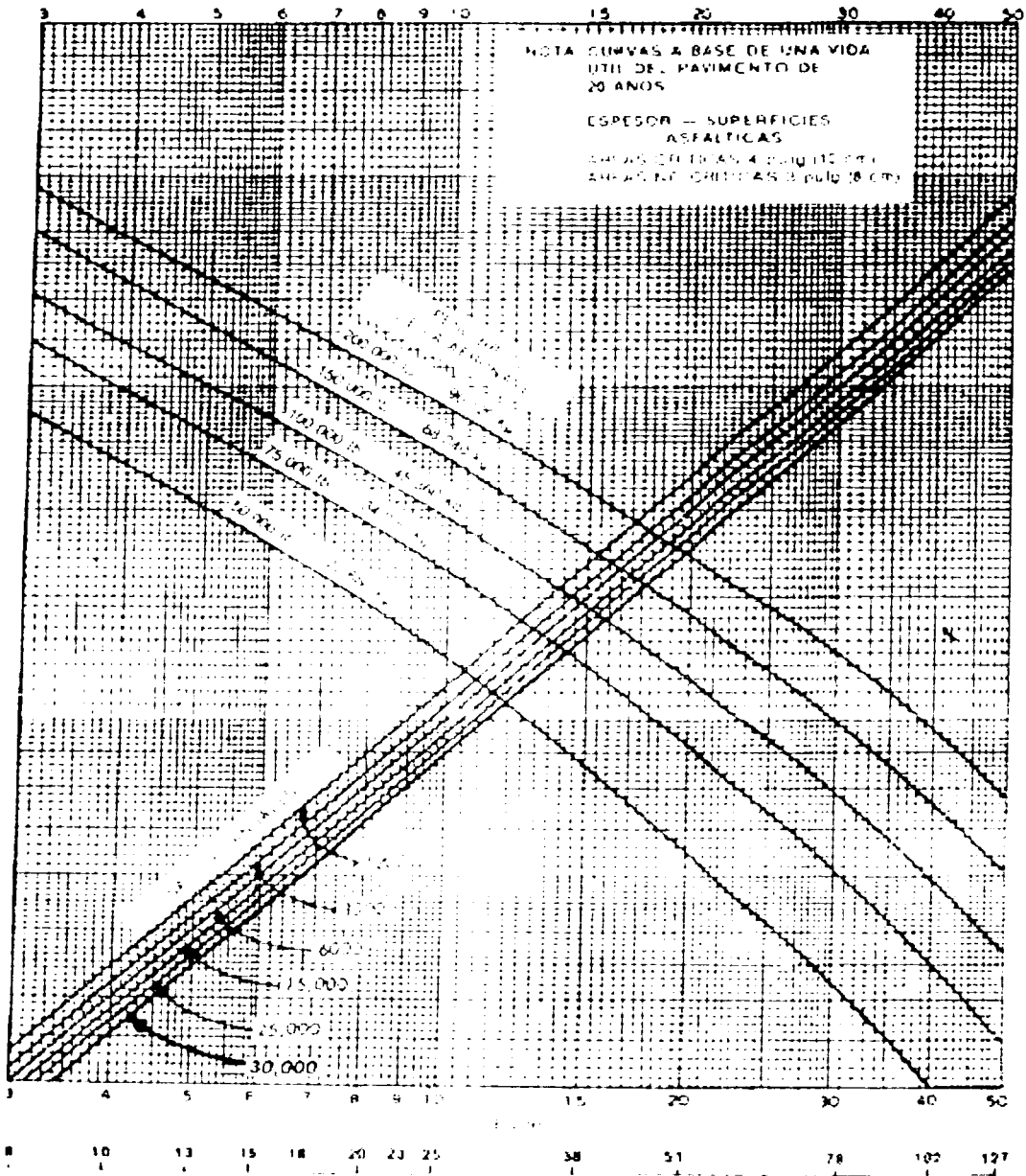


Figura 4.3 Curvas de cálculo de pavimentos flexibles para áreas críticas, tren de ruedas gemelas.

Fuente: Referencia bibliográfica No.7

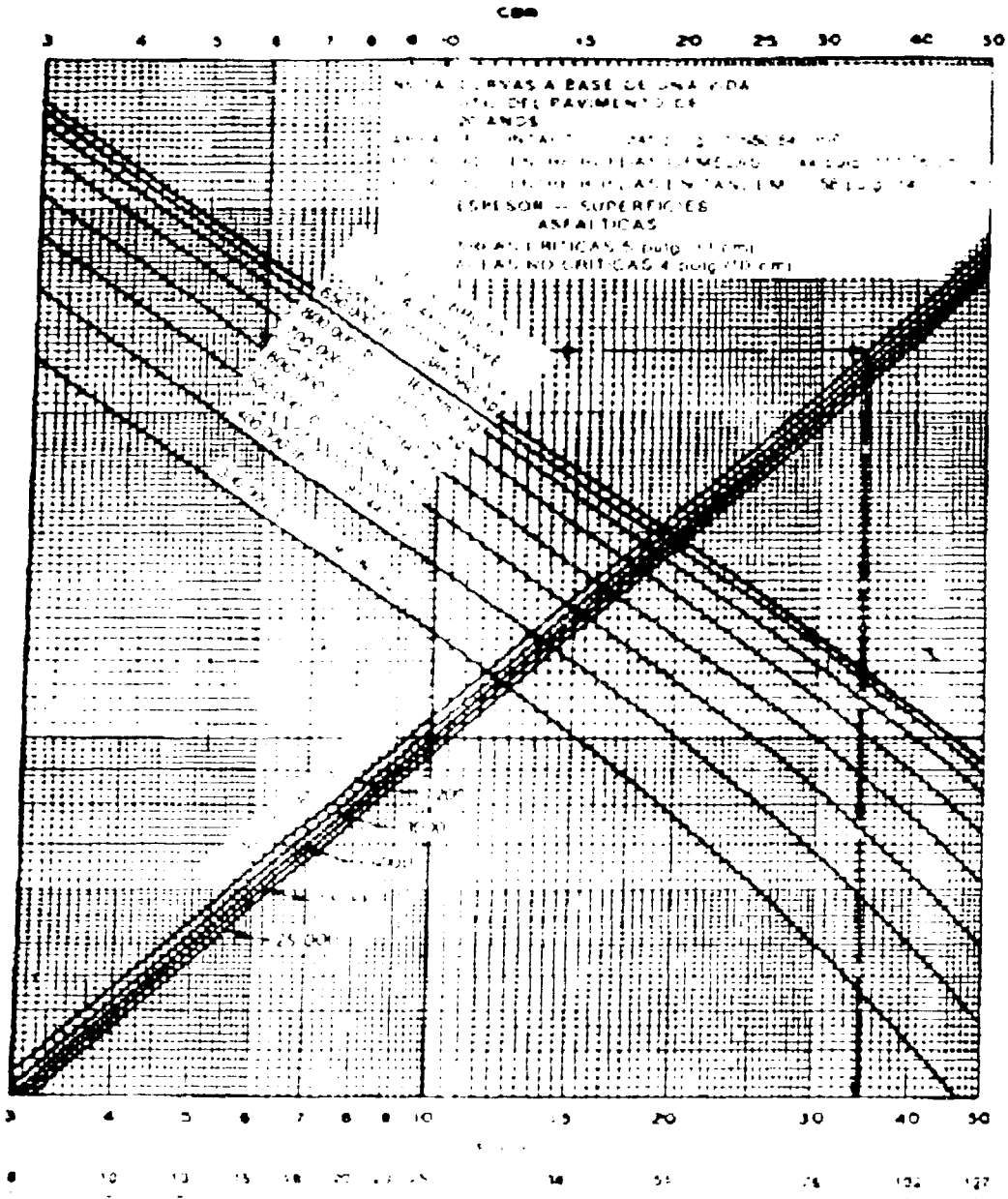


Figura 4.4 Curvas de cálculo de pavimentos flexibles para áreas, B-747-400

Fuente: Referencia bibliográfica No.7

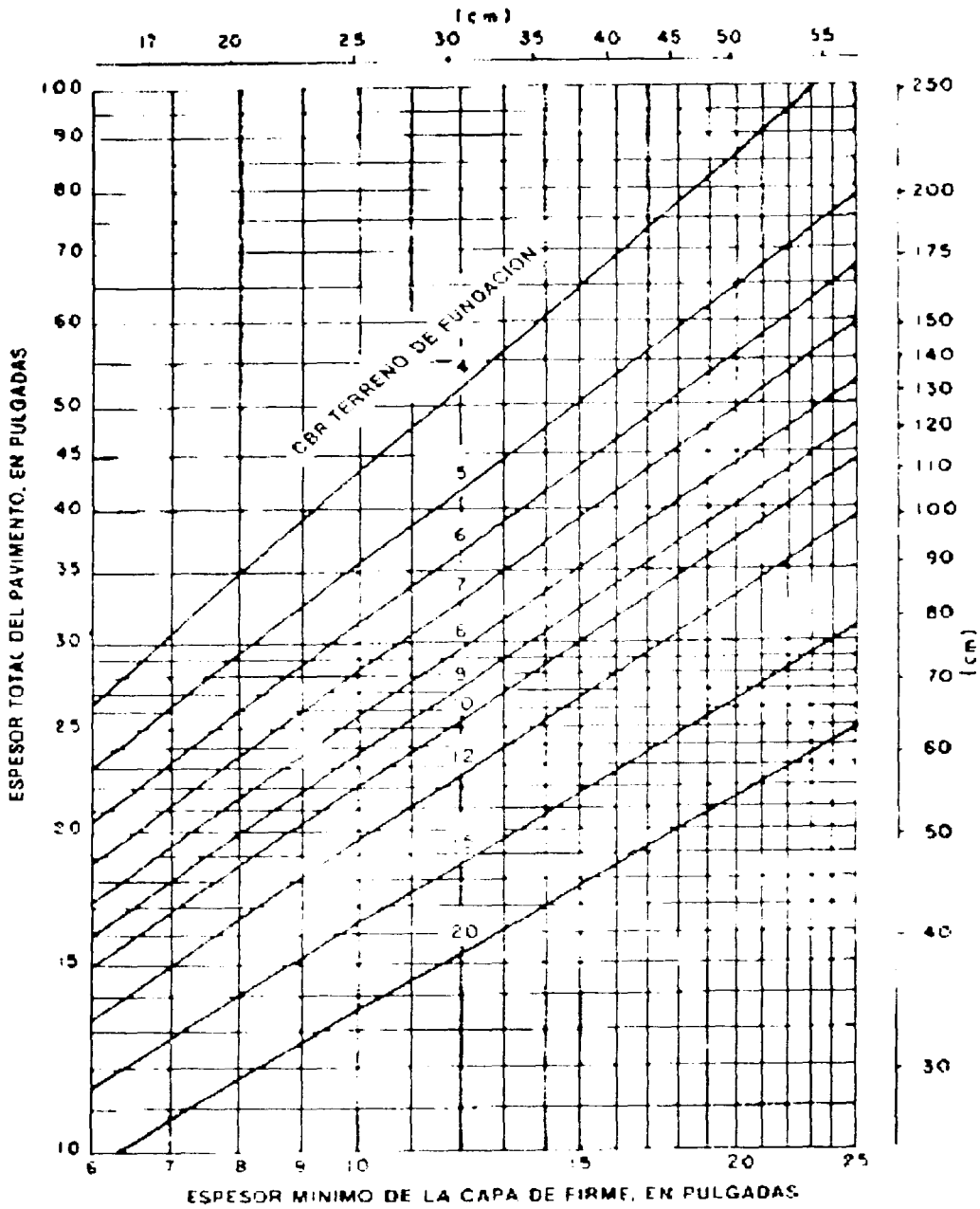


Figura 4.5 Requisitos mínimos de espesor de la capa de firme.

Fuente: Referencia bibliográfica No.7

Calculo de la carpeta asfáltica para las operaciones en conjunto del
Boeing 727-100 y Boeing 747-400.

Datos de la aeronaves.

Boeing 727-100

- Terreno de fundación CBR = 10
- Capa de cimentación CBR = 30
- No. de salidas anuales = 25000
- Peso máximo de despegue = 160,000lb (72,000Kg)
- Tren de aterrizaje con ruedas gemelas

Boeing 747-400

- Terreno de fundación CBR = 10
- Capa de cimentación CBR = 30
- No. de salidas anuales = 6000
- Peso máximo de despegue = 870,000lb (394,980Kg)
- Tren de aterrizaje con bogie doble

En este cálculo se tomaran en cuenta dos tipos diferentes de aeronaves que operaran en la pista y principal e infraestructura aeroportuaria restante, recalcando nuevamente que el avión de diseño será el Boeing 727-100, a lo cual el número de salidas anuales y la carga por rueda que produce que producen cualquier otra aeronave tendrán que ser convertidos en un equivalente al avión de diseño como se podrá demostrar a continuación.

Avión			
727-100	Despegues anuales estimados	25,000	
	Peso máximo de despegue (lb)	160,000	
	Tipo de tren	Ruedas gemelas	
	Despegues convertidos en tren de avión de diseño	25,000	
	Carga por rueda (lb)	$160,000 \cdot 0.95$	38,000
		4	
	Salidas anuales equivalentes de la aeronave	25,000	
747-400	Despegues anuales estimados	6,000	
	Peso máximo de despegue (lb)	870,000	
	Tipo de tren	Bogie doble	
	Despegues convertidos en tren de avión de diseño	$6000 \cdot 1.7$	10,200
	Carga por rueda (lb)	$300,000 \cdot 0.95$	35625
		8	
	Salidas anuales equivalentes de la aeronave	4551.76	

Como se puede observar en los despegues convertidos el número de salidas anuales es multiplicado por un factor, este factor representa la conversión para pasar de un tipo de tren a otro el cual puede ser variable dependiendo del tipo de tren a convertir.

En lo que respecta a la carga por rueda existen ciertas restricciones con respecto a las aeronaves de fuselaje ancho, ya que en estas se considera como la carga por rueda de una aeronave de 300,000lb (136,100Kg), tal es el caso del Boeing 747-400 en donde se sustituyo el peso máximo de despegue de 870,000lb (394,980Kg) por la restricción máxima.

También la carga por rueda se multiplica por un factor de 0.95, ya que este representa el 95% del peso bruto de la aeronave soportado por el tren de aterrizaje principal. Y finalmente el número por el cual se divide es la representación del tipo de tren de aterrizaje.

Las salidas anuales equivalentes son obtenidas mediante la siguiente formula:

$$\log R_1 = \log R_2 \times \left(\frac{W_2}{W_1} \right)^{1/2}$$

donde:

R_1 = salidas anuales equivalentes de la aeronave de cálculo

R_2 = salidas anuales expresadas en el tren de aterrizaje de la aeronave en cuestión

W_1 = carga sobre la rueda de la aeronave de cálculo

W_2 = carga sobre la rueda de la aeronave en cuestión

(Nota.- la formula es obtenida en base a la referencia bibliografica No. 7)

El número total de salidas anuales equivalentes = 29,551.76, a lo cual se redondeara a 30,000 salidas anuales equivalentes para el cálculo del espesor del pavimento.

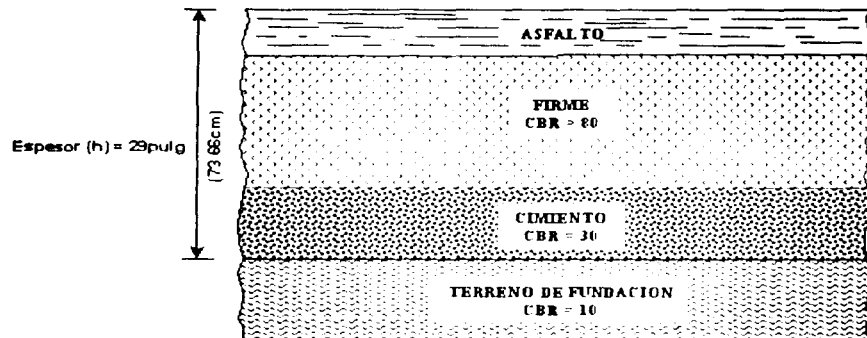
Los datos correspondientes para este cálculo son los siguientes:

- ✓ Terreno de fundación CBR = 10
- ✓ Capa de cimentación CBR = 30
- ✓ No. de salidas anuales = 30,000
- ✓ Peso máximo de despegue = 160,000lb (72,600Kg)
- ✓ Tren de aterrizaje con ruedas gemelas

Paso No.1 Cálculo del espesor total del pavimento (h).

Empleando la figura 4.3, el número de salidas anuales, el peso máximo de despegue y el CBR = 10, obtenemos el siguiente valor de h.

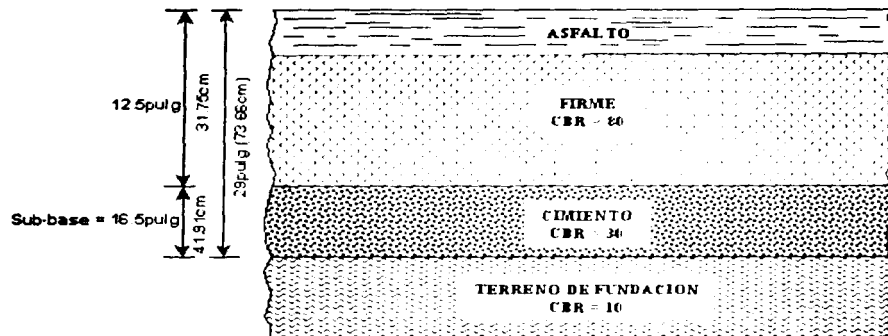
Espesor (h) = 29pulg (73.66cm)



Paso No.2 Cálculo del espesor de la capa de cimentación (Sub-base).

Empleando la figura 4.3, el número de salidas anuales, el peso máximo de despegue y el CBR = 30, obtenemos el siguiente espesor.

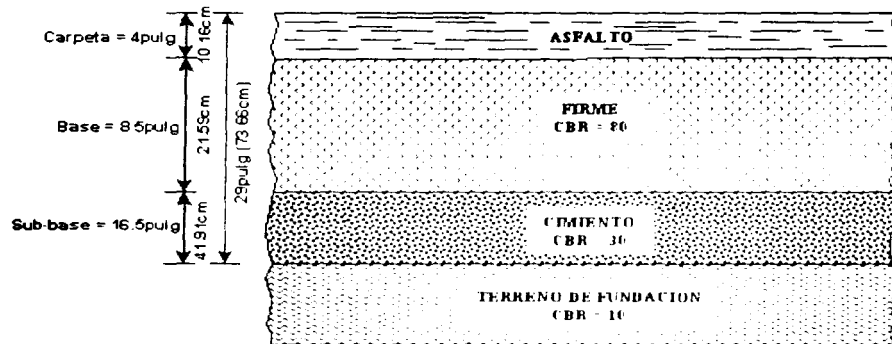
$$\begin{aligned} \text{Espesor} &= 12.5\text{pulg} (31.75\text{cm}) \\ \text{Sub-base} &= 29\text{pulg} - 12.5\text{pulg} \\ &= 16.5\text{pulg} (41.91\text{cm}) \end{aligned}$$



Paso No.3 Cálculo del espesor de la superficie asfáltica (Carpeta).

Como se indica en la nota de la figura 4.3, el espesor de la superficie asfáltica para las zonas críticas es de 4 pulg (10.16cm) y para las zonas no críticas, de 3 pulg (7.62cm).

Zona Crítica = 4 pulg (10.16cm)



Paso No.4 Cálculo del espesor de la capa de firme (Base).

Con los resultados que se obtuvieron de los cálculos pasados se obtendrá el espesor de la base.

$$\text{Base} = 12.5 \text{ pulg} - 4 \text{ pulg} = 8.5 \text{ pulg} (21.59 \text{ cm})$$

Ahora habría que verificar que cumpliera con el mínimo requerido el cual se obtendrá de la figura 4.5.

$$\text{Base mínima} = 14.5\text{pulg (36.83cm)}$$

Esto indica que la base calculada no cumple con el mínimo requerido, por lo que se tendrá que tomar la base mínima. Esto implica que habrá un cambio en la sub-base por lo siguiente la nueva sub-base será la siguiente.

$$\text{Sub-base} = 16.5\text{pulg} - 6\text{pulg} = 10.5\text{pulg (26.67cm)}$$

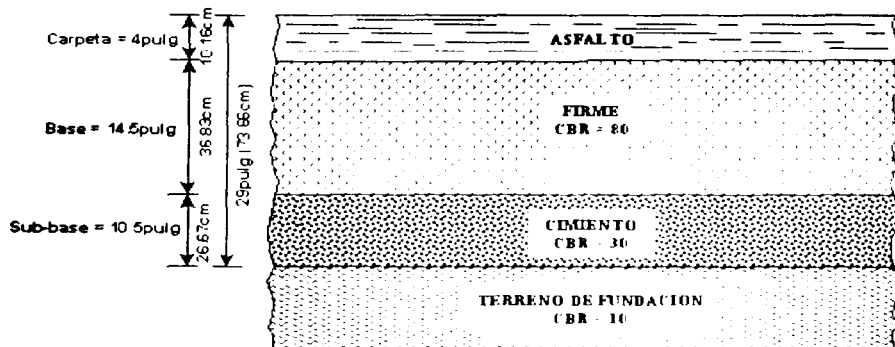
Por lo consiguiente el pavimento queda distribuido de la siguiente forma para una zona crítica:

$$H = 29\text{pulg (73.66cm)}$$

$$\text{Carpeta} = 4\text{pulg (10.16cm)}$$

$$\text{Base} = 14.5\text{pulg (36.83cm)}$$

$$\text{Sub-base} = 10.5\text{pulg (26.67cm)}$$



Como se puede observar el cálculo que se acaba de realizar y el que se realizó para el Boeing 727-100 en cuestión al espesor del pavimento no diferencian mucho por lo que se hacen los siguientes planteamientos:

1) Que la ampliación de la pista y calle de rodaje sean del mismo espesor de pavimento existente para las operaciones correspondientes de ambas aeronaves, así como, la colocación de una sobre carpeta en la pista actual y ampliación, considerando que la parte correspondiente a la nueva plataforma de carga sea del espesor calculado para el Boeing 747-400, por lo que a un mediano o largo plazo la pista y calles de rodaje requerirán de un mayor mantenimiento que la plataforma de carga.

2) Que la ampliación y modificaciones de la pista actual se realice de acuerdo al cálculo presentado para el Boeing 747-400, es decir, que se tendría que demoler la carpeta y la base haciendo un pequeño incremento en la sub base existente de tal forma que se pudiera aprovechar lo ya existente, siendo que se conservarían las calles de rodaje con el espesor actual y de tal modo que la plataforma de carga se construya con el espesor correspondiente al 747-400, por lo que a un largo plazo el mantenimiento de la pista y la plataforma podrán ser menores que el correspondiente a las calles de rodaje.

c) Impacto ambiental

El estudio detallado de las repercusiones de la construcción o ampliación de un aeropuerto sobre el medio ambiente, constituye una parte esencial para evaluar todo proyecto de envergadura. Las consecuencias sociales y ecológicas deberían investigarse a fondo antes de emprender las obras, o, en el caso de un aeropuerto nuevo, al seleccionar su emplazamiento.

Para este proyecto los impactos potenciales considerados a evaluar son: ruido, calidad del aire, calidad del agua, impactos sociales e impactos socioeconómicos inducidos, siendo que algunos proyectos de aeropuertos consideran impactos ambientales como: clima, suelo, vegetación, fauna, paisaje y valores culturales.

Cada uno de estos impactos potenciales afecta al proyecto aeroportuario en dos fases diferentes, la *fase de construcción* y la *fase de operación*. Para lo cual se analizara en adelante cada uno de los impactos potenciales, contemplando ambas fases que permitirán una evaluación de los efectos que causarían la ampliación de la infraestructura aeroportuaria de acuerdo al proyecto.

Ruido

La evaluación del impacto por ruido proporciona información suficiente para asegurar que se lleva a cabo la apropiada acción restrictiva, incluyendo la adopción de reglamentos y normas locales e internacionales.

➤ **Fase de Construcción**

Lo correspondiente a este subtítulo es el evaluar el impacto por ruido que se provocaría al iniciar la construcción y ampliación de la pista principal, donde básicamente las fuentes de emisión estarán producidas por maquinaria pesada destinada al proyecto. Algunos de estos equipos podrían ser los bulldozer, taladros, camiones de volteo, compactadoras, entre otros equipos que pudieran emplearse.

La parte más afectada vendrían siendo el mismo aeropuerto, por lo consiguiente se plantean los problemas que se pueden presentar, así como, las soluciones que se le pueden dar sin afectar las operaciones e individuos que laboren dentro del mismo aeropuerto.

Problemas y Soluciones	
Problema	Solución
Las operaciones del aeropuerto pueden representar una molestia para el personal encargado de elaborar el proyecto, así como, a su vez para el personal del mismo aeropuerto. ¿Que medidas se deben de tomar al respecto?	Lo ideal sería que las actividades de la empresa constructora fueran por la noche, de tal modo, que estas no represente una incomodidad para el personal y las operaciones del aeropuerto, y a su vez las operaciones de las aeronaves no sean incomodidad alguna para los trabajadores debido a las intensas emisiones sonoras.

¿Que problema pueden representar los equipos destinados a la construcción y ampliación de la pista así la población aledaña?.	De hecho no existe forma alguna de que las emisiones sonoras provocadas por los equipos afecte a la población en sus actividades diurnas y nocturnas, puesto que la extensión del aeropuerto es más que suficiente para disipar tales emisiones.
---	--

➤ Fase de Operación

El motor de las aeronaves es, con mucho, el factor que más influye en el ruido de un aeropuerto. La intensidad y naturaleza del ruido del motor de las aeronaves es bastante variable, según el tipo de motor y de operación que se realiza. La molestia debida al ruido, en relación con un aeropuerto, está también estrechamente relacionado con la frecuencia de las actividades realizadas con la aeronave y su distribución diurna, es decir, que el ruido representa una molestia mayor de noche que de día.

Existen a la fecha 3 tipos de métodos de evaluación de ruido los cuales no solamente han sido empleados en nuestro país con gran éxito sino que también en los diversos países que se encuentran afiliados a la OACI, estos métodos son los siguientes:

- ✓ Clasificación de ruido compuesto, (CNR, Composite Noise Rating)
- ✓ Pronóstico de Exposición al Ruido, (NEF, Noise Exposure Forecast)
- ✓ Nivel de Sonidos Diurnos-Nocturnos, (LDN, Day-Night Average Sound)

De estos métodos los más confiables son el NEF y LDN, de donde el LDN se ha venido aplicado desde 1978 en nuestro país debido a que podía ser relacionado en forma directa con otras mediciones de ruido ambiental; el NEF ha sido empleado recientemente y con gran éxito en la evaluación del Nuevo Aeropuerto Internacional de la Ciudad de México, ya que se estimo el número de habitantes afectados por el ruido evaluando la

intensidad y duración de las emisiones sonoras producidas por las aeronaves.

Con el conocimiento de estos métodos se recomienda que la evaluación de impacto por ruido sea efectuada por medio del NEF, ya que se tendrán que evaluar los efectos que produzcan la introducción del Boeing 747-400 a la sugerencia de una largo plazo, es decir, a unos 15 años puesto que la posible población dentro del municipio a afectar será para el 2015 de 1,227,329 Hab.

El número de decibeles que produce esta aeronave se determinara mediante la siguiente tabla donde la peso máxima de despegue y el número de motores, aclarando que debido a las condiciones del lugar estas pueden variar en mas/menos 2 decibeles.

M = Masa máxima de despegue en unidades de 1000Kg		0	34	48.3	66.72	133.45	325
Niveles de ruido de sobrevuelo dB	2 motores	93	$70.62 + 13.29 \log M$				104
	3 motores	93	$67.56 + 16.61 \log M$		$73.62 + 13.29 \log M$		107
	4 motores	93	$67.56 + 16.61 \log M$			$74.62 + 13.29 \log M$	108

Fuente: Referencia bibliográfica No. 9

Como se puede observar para aeronaves con 4 motores y peso máximo igual o mayor a 325,000Kg el número de decibeles correspondiente es de 108dB , por lo que esta es la emisión sonora que producirá el Boeing 747.

Ahora no solamente se propondrá el método por el cual se evaluara el impacto por ruido, sino que también hay que exponer los problemas a los cuales se pueden enfrentar ya una vez operando el aeropuerto, así como, las posibles soluciones que se le pueden dar.

Problemas y Soluciones

Problema	Solución
<p>El personal que se encuentra laborando durante las operaciones aéreas dentro de la zona aeronáutica, se encuentra expuesto a grandes variaciones de niveles de presión sonora, representados como dBA. ¿Que es lo más conveniente para la protección auditiva que se encuentra acostumbrada a niveles de 45 dBA a 55 dBA?</p>	<p>Por lo general las aeronaves modernas de fuselaje ancho como, B 747, DC 10, LI 011 y A 300B, son mucho más silenciosas que las aeronaves de generaciones anteriores, por lo que el empleo de tapones protectores auditivos podrán mantenerlos resguardados de la emisiones sonoras.</p>
<p>Estando el aeropuerto en operación se encontrará que diversas áreas como plataformas, zonas de mantenimiento, cámaras de ensayo, extremos de pista y vías de acceso y de servicio, están sometidas al ruido generado por los chorros de las aeronaves. ¿Que se puede hacer para controlar o mitigar esta situación?</p>	<p>Lo más conveniente para cualquiera de estas zonas es el implementar barreras acústicas, lo más recomendable es que fueran de hormigón y hechas de acuerdo a las especificaciones que emite la OACI. Con lo cual la disipación del ruido y de otros tantos factores que interviene en el chorro de los turbo reactores puedan ser controlados.</p>
<p>Existe la posibilidad de que ciertos sectores del aeropuerto generen una mayor cantidad de ruido debido a la disipación del mismo. ¿Como se pueden mitigar o controlar estas disipaciones?</p>	<p>La plantación de arboles es una solución totalmente adecuada, ya que al ser plantados en un talud convenientemente permite lograr un aislamiento considerable del ruido, aun en la etapa inicial, cuando los arboles no han adquirido todavía su pleno desarrollo, el talud mismo presenta un efecto aislante pronunciado contra los ruidos terrestres producidos por los motores.</p>
<p>En el caso de presentar construcciones aledañas al aeropuerto y que pudieran ser de beneficio económico. ¿Que medidas deben de implementarse para evitar que estas sean afectadas por el ruido?</p>	<p>Se tendrá que estudiar adecuadamente el tipo de edificio que se va a levantar en las cercanías, ya que si se tratase de un hotel como un ejemplo este tendrá que ser insonorizado de tal forma que la afectación del ruido dentro de la estructura sea casi nula.</p>
<p>El aeropuerto cumple rigurosamente con un horario de operación de 07:00 - 21:00 Hrs. en la introducción de una nueva aeronave como afectara esto.</p>	<p>Las operaciones que se llevan realizadas con el B 727 no se verán afectadas en lo absoluto, pero existe la posibilidad de que el B 747 tendrá que ser sometido a un horario, en el cual sus operaciones no presente disturbios en las actividades cotidianas de la población y del aeropuerto, predecendo también que de ninguna forma se prestara para realizar operaciones nocturnas de cualquiera de las aeronaves en cuestion.</p>

Cabe mencionar que antes de permitir la explotación de una aeronave, el Estado de matrícula tiene que otorgar el correspondiente certificado de homologación en cuanto al ruido. Suele darse el caso en el que las Entidades y autoridades locales aplican con frecuencia restricciones muy aparte de las limitaciones del ruido que impone el certificado, de tal forma que afectan a determinados aeropuertos, tipos de aeronaves y actividades aeronáuticas, y muchas de estas limitaciones son

inconvenientes, ya que reducen el aprovechamiento de las instalaciones del aeropuerto.

Después de estas evaluaciones se puede observar que la etapa de operación representa más complicaciones para el ambiente, pero no hay que pasar por alto los cambios y benéficos si es que existiesen estos para el aeropuerto y la población del mismo municipio.

Cambios y beneficios derivados del proyecto

Será inevitable el incremento de los niveles sonoros continuos y puntuales, por lo que se espera una mejora de los servicios viales para el transporte terrestre, así como, una correcta pronosticación de la emisiones sonoras mediante modelos de fuentes puntuales y lineales.

Nota: Las referencias bibliográficas empleadas en la evaluación del ruido son: 4, 9 y 17

Calidad del aire

Los estudios sobre la calidad del aire en algunos grandes aeropuertos y en áreas inmediatas han indicado, por lo general, que la contaminación atmosférica en estas áreas ha de atribuirse principalmente a los automóviles, a los vehículos terrestres de los aeropuertos y a otras fuentes urbanas de contaminación.

Sin hacer omisión las condiciones climatológicas también juegan un papel muy importante, ya que cuando llegan a existir condiciones turbulentas en las capas inferiores de la atmósfera no es probable que las emisiones afecten perceptiblemente a la población. En cambio, cuando prevalecen condiciones atmosféricas estables durante largos periodos, las acumulaciones de agentes contaminantes pueden en ocasiones afectar al bienestar de los pobladores a sotavento del aeropuerto.

Aunque se sabe que Chihuahua no es parte de los Estados con que cuanta con un índice alarmante de contaminación, sería conveniente que se llevara acabo una simulación de la calidad del aire en esa región mediante equipos que aparenten las condiciones climatológicas del lugar.

de tal forma, que se calibre y pruebe el modelo a aplicar en la región. Para que posteriormente a las pruebas e investigaciones se construya un escenario de emisiones conservadoras a 15 años, para lo cual será necesario obtener los datos de compra de automóviles nuevos, retiro de usados, factores de emisiones del inventario de por lo menos 2 años a la fecha, las tendencias demográficas y económicas de la región, la tasa de consumo de gas natural y el consumo de combustible por parte de las industrias.

Habiendo realizado un planteamiento sobre lo que se debería hacer para evaluar la calidad del aire, analicemos los aspectos que conciernen a la fase de construcción y de operación.

➤ Fase de Construcción

Como ya antes se había mencionado la mayor contaminación al aire de un aeropuerto es debido a los vehículos, esto debería ser preocupante ya al iniciarse los trabajos de construcción y remodelación se tendrán que utilizar vehículos de carga y maniobras pesadas que emplean diesel como combustible básico para realizar su labor, pero esto no es definitivo, ya que solamente se empleara la maquinaria durante un corto tiempo lo cual no implicaría alteración alguna en el entorno del aeropuerto.

Siendo que la cuestión vehicular que implicará esta etapa no será para toda la vida útil del aeropuerto, veamos que problemas se pueden presentar y como se pueden solucionar a su vez.

Problemas y Soluciones	
Problema	Solución
Las emisiones provenientes de maquinarias y el sin número de partículas que serán suspendidas por los movimientos de material, representarán un efecto nocivo en la salud de cualquier individuo.	Estos efectos pueden ser controlados mediante la adopción de medidas y lineamientos de tal forma que no perjudique las actividades del proyecto y de los habitantes

➤ Fase de Operación

En esta fase es muy importante identificar las emisiones contaminantes que pueden producir tanto las aeronaves como los vehículos terrestres, de tal forma, que se puedan identificar los efectos que se tendrían en el ambiente. Por lo cual la siguiente tabla nos ubicara en una perspectiva sobre los productos y los efectos que tienen los motores de combustión para una aeronave.

Productos de emisión	Efectos en el ambiente
No contaminantes	
CO ₂ (Bioxido de carbono)	Ligeras modificaciones
H ₂ O (Agua)	
Contaminantes	
SO ₂ (Bioxido de azufre)	Neblinas smog
CO (Monoxido de carbono)	Restriccion de visibilidad
NO _x (Oxido de nitrogeno)	Acciones fotoquimicas
HC (Hidrocarburos)	Acciones sobre la salud del hombre, fauna y la flora
PST (Particulas suspendidas)	Toxicidad
RS (Residuos sólidos)	Olores
	Acciones destructivas sobre materiales

Todo este tipo de emisiones contaminantes tienen limites establecidos por las Normas Oficiales Mexicanas (NOM), las cuales permiten y especifican una determinada cantidad de contaminantes del tal modo que no afecte el ambiente, entre estas NOM tenemos las siguientes:

- ✓ NORMA OFICIAL MEXICANA NOM-020-SSA1-1993. "SALUD AMBIENTAL. CRITERIO PARA EVALUAR LA CALIDAD DEL AIRE AMBIENTE, CON RESPECTO AL OZONO (O₃). VALOR NORMADO PARA LA CONCENTRACION DE OZONO (O₃) EN EL AIRE AMBIENTE, COMO MEDIDA DE PROTECCION A LA SALUD DE LA POBLACION".

Especificación.- La concentración de ozono, como contaminante atmosférico, no debe rebasar el límite máximo normado de 0.11 ppm

(partes por millón), o lo que es equivalente a $216 \mu\text{g}/\text{m}^3$, en una hora, una vez al año, en un periodo de tres años, para protección a la salud de la población susceptible.

- ✓ NORMA OFICIAL MEXICANA NOM-021-SSA1-1993. "SALUD AMBIENTAL. CRITERIO PARA EVALUAR LA CALIDAD DEL AIRE AMBIENTE CON RESPECTO AL MONOXIDO DE CARBONO (CO). VALOR PERMISIBLE PARA LA CONCENTRACION DE MONOXIDO DE CARBONO (CO) EN EL AIRE AMBIENTE, COMO MEDIDA DE PROTECCION A LA SALUD DE LA POBLACION".

Especificación.- La concentración de monóxido de carbono, como contaminante atmosférico, no debe rebasar el valor permisible de 11.00 ppm (partes por millón) o lo que es equivalente a $12,595 \mu\text{g}/\text{m}^3$ en promedio móvil de ocho horas una vez al año, como protección a la salud de la población susceptible.

- ✓ NORMA OFICIAL MEXICANA NOM-022-SSA1-1993. "SALUD AMBIENTAL. CRITERIO PARA EVALUAR LA CALIDAD DEL AIRE AMBIENTE, CON RESPECTO AL BIOXIDO DE AZUFRE (SO_2). VALOR NORMADO PARA LA CONCENTRACION DE BIOXIDO DE AZUFRE (SO_2) EN EL AIRE AMBIENTE, COMO MEDIDA DE PROTECCION A LA SALUD DE LA POBLACION".

Especificación.- La concentración de bióxido de azufre como contaminante atmosférico no debe rebasar el límite máximo normado de 0.13 ppm (partes por millón) o lo que es equivalente a $341 \mu\text{g}/\text{m}^3$, en 24 horas una vez al año y 0.03 ppm ($79 \mu\text{g}/\text{m}^3$) en una media aritmética anual, para protección a la salud de la población susceptible.

- ✓ NORMA OFICIAL MEXICANA NOM-024-SSA1-1993. "SALUD AMBIENTAL. CRITERIO PARA EVALUAR LA CALIDAD DEL AIRE AMBIENTE, CON RESPECTO A LAS PARTICULAS SUSPENDIDAS

TOTALES (PST). VALOR PERMISIBLE PARA LA CONCENTRACION DE PARTICULAS SUSPENDIDAS TOTALES (PST) EN EL AIRE AMBIENTE, COMO MEDIDA DE PROTECCION A LA SALUD DE LA POBLACION".

Especificación.- La concentración de partículas suspendidas totales como contaminante atmosférico, no debe rebasar el límite máximo permisible de 260 µg/m³, en 24 horas, en un periodo de un año y 75 µg/m³ en una media aritmética anual, para protección a la salud de la población susceptible.

El tipo de aeronaves que emplearan en las operaciones comerciales y de carga son del tipo de motores de turborreactor, este motor representa lo ultimo en tecnología aeronáutica en pro del medio ambiente como se puede observar.

Tipos de motor	Productos de emisión		
	%Contaminantes	%CO	%H ₂ O
Alternativo en lo Otto	34	36	30
Alternativo Diesel	5	65	30
Turborreactor	1	70	29

Realmente los turborreactores generan una contaminación mínima por lo que se puede esperar mucho de las operaciones del Boeing 747-400 sin perjudicar al medio. Pero como ya antes se habia mencionado el parque vehicular sería el más alarmante, puesto que se requerirán de vehículos de transporte que trasladen la carga, lo cual implicaría un incremento en el tránsito vehicular en las inmediaciones del aeropuerto, por lo que será muy conveniente incorporar disposiciones que limiten la contaminación por este medio.

Como se puede apreciar la calidad del aire se encuentra muy bien respaldado tanto por normas, como por, tecnología y técnicas que hacen del servicio de un aeropuerto una infraestructura optima y ambiental. Ahora bien como en todo proyecto o obra en funcionamiento debe de tener

sus problemas y por lo consiguiente sus soluciones lo cual se expondrá a continuación.

Problemas y Soluciones	
Problema	Solución
La contaminación atmosférica en la región norte de la República Mexicana aumentará significativamente en el futuro	Para esto hay que mejorar las condiciones de circulación de la red vial e impulsar la oferta y el uso del transporte público, además de hacer efectivas todas las normas y leyes ambientales para una mejor calidad de vida
El proyecto afectará posiblemente el desarrollo de la flora en la zona. Esto repercutirá negativamente sobre la calidad del aire.	Por eso se tiene que realizar una planeación de urbanización y construcción de la infraestructura a levantar, de tal forma que se permita la recuperación de las áreas
Las operaciones de la nueva terminal de carga pueden llegar a inducir un desarrollo industrial desordenado que exacerbe el problema de la contaminación atmosférica.	Esto invita a que el desarrollo industrial sea planeado con base en criterios, de tal modo que la industria no se vea afectada.
Los procedimientos operacionales de las aeronaves influye directamente en la calidad del aire	Estos procedimientos operacionales toman tiempo por lo que es importante reducirlos al mínimo, así como, el establecimiento de criterios operacionales de aterrizaje y despegue y la posibilidad de contemplar un tractor que saque a las aeronaves de la plataforma.

Existen también organismos como la Organización Internacional de Aviación Civil (OACI) y la Administración Federal de Aviación de los Estados Unidos (FAA), los cuales impusieron estrictas normas a los fabricantes de motores de aviones y al mantenimiento de las compañías aéreas, para reducir a niveles muy bajos la emisión específica de cada uno de los contaminantes. Estos mismos también sancionan la posibilidad de operar así como de también retirar certificado de homologación.

Después de estas evaluaciones se puede observar que la etapa de operación presenta ligeras complicaciones para el ambiente, pero no hay que pasar por alto los cambios y benéficos si es que existiesen estos para el aeropuerto y la población del mismo municipio.

Cambios y beneficios derivados del proyecto

Los contaminantes presentan importantes cambios lo cual indicaría que el O₃ no mostrara gran variación, pero el resto de los gases y partículas tenderán a subir a niveles que representen una violación a los límites establecidos en las normas ambientales, además de, aplicar la mejor alternativa a industrias y vehículos automotores para una mejor calidad de aire.

Nota: Las referencias bibliográficas empleadas en la evaluación de la calidad del aire son: 1, 9, 17 y 18

Calidad del agua

Los impactos en la calidad del agua son causados por el escurrimiento superficial de las extensas áreas pavimentadas debido a las nuevas pistas, plataforma de operaciones, edificio terminal y estacionamiento de pasajeros y visitantes. Adicionalmente los proyectos de aeropuertos generan requerimientos de agua potable y de descarga de aguas residuales.

Esta agua residuales pueden provenir del lavado de vehículos terrestres y de las aeronaves, de los servicios terminales, del servicio de atención de las aeronaves, del lavado del pavimento y de los trabajos de construcción y mantenimiento del aeropuerto. Los contaminantes típicos comprenden los productos derivados del petróleo, fragmentos de caucho y de metal, sedimentos del suelo, detergentes y otras sustancias químicas, deyecciones humanas y desperdicios. El control de esta agua residuales evita, por lo general, la contaminación de ríos y cauces de agua.

Aquí la pregunta que surgiría sería las construcción y ampliación de las instalaciones afectarán de alguna manera la recarga de los mantos acuíferos, además de, alterar la aportación que se hace a la red municipal de aguas residuales debido a las necesidades del aeropuerto.

Para esto se tendría que realizar una serie de pruebas y recopilación de datos como la topografía del lugar, el registro de escurrimientos superficiales de las estaciones hidrométricas, la temperatura promedio de la región, etc. De tal forma que se pueda predecir en que porcentaje podría descender la recarga de los mantos.

Ahora bien pasemos a ver de que forma las fases de construcción y de operación pueden afectar a la calidad del agua en la región y para desarrollo del proyecto.

➤ Fase de construcción

Los trabajos de construcción pueden causar la contaminación de las corrientes de agua, tales serían como la eliminación de la vegetación lo cual trae consigo una mayor cantidad de tierra arrastrada hacia las corrientes de agua. La lucha contra las plagas, donde sustancias químicas de lenta degradación son aportadas al agua por medio de la dispersión. El derrame de combustible y de los productos químicos que se emplean en los trabajos de construcción de los edificios y de los pavimentos también pueden contribuir al desequilibrio hidrológico.

Además todo proyecto de construcción requiere de la explotación de bancos de materiales lo cual puede alterar la filtración natural, la erosión y sedimentación del suelo y su capacidad de almacenamiento de agua.

A continuación se pasara a evaluar los problemas y las posibles soluciones que se le pueden dar.

Problemas y Soluciones	
Problema	Solución
El manejo del asfalto para la carpeta implicara la movilización del mismo material para su colocación, así como, el empleo de combustible para su funcionamiento.	La dispersión del material de pavimentación y el derrame accidental de combustible puede perjudicar las filtraciones del lugar, por lo cual sera del todo conveniente emplear barreras y recubrimientos que mitiguen o retengan estos agentes.

➤ Fase de Operación

Por lo general, las ordenanzas locales regulan los puntos de descarga autorizados y la cantidad de aguas residuales que pueden verterse. Dentro de las ordenanzas que tenemos en la Republica Mexicana están las siguientes:

- ✓ Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente (LGEEPA)

- ✓ **NORMA OFICIAL MEXICANA NOM-001-ECOL-1996, QUE ESTABLECE LOS LIMITES MAXIMOS PERMISIBLES DE CONTAMINANTES EN LAS DESCARGAS RESIDUALES EN AGUAS Y BIENES NACIONALES.**

- ✓ **NORMA OFICIAL MEXICANA NOM-002-ECOL-1996, QUE ESTABLECE LOS LIMITES MAXIMOS PERMISIBLES DE CONTAMINANTES EN LAS DESCARGAS DE AGUAS RESIDUALES A LOS SISTEMAS DE ALCANTARILLADO URBANO O MUNICIPAL.**

- ✓ **NORMA OFICIAL MEXICANA NOM-003-ECOL-1997 QUE ESTABLECE LOS LIMITES MAXIMOS PERMISIBLES DE CONTAMINANTES PARA LAS AGUAS RESIDUALES TRATADAS QUE SE REUSEN EN SERVICIOS AL PUBLICO.**

Queda muy claro que las aguas residuales pueden tratarse en el aeropuerto o bien desviarse a una instalación municipal de tratamiento cercana. El tratamiento de las aguas residuales del aeropuerto debe ajustarse a lo previsto por la ley, y si esas aguas se conectan a la red pública, quizás sea necesario un tratamiento previo de las mismas, con el fin de lograr que sea compatible con las instalaciones de tratamiento.

Se a puesto en evidencia que las aguas residuales son un problema muy serio dentro del ambiente y que la medida más adecuada a tomar es por medio de leyes y normas que rijan un estándar, por lo que veremos cuales pueden ser los otros problemas que aquejen a la operación del aeropuerto.

Problemas y Soluciones

Problema	Solución
El requerimiento de agua potable es prescindible en la zona aeronautica y terminal, por lo que cuales son las expectativas que se podran perseguir de la aportacion de aguas residuales	Muchos de estos servicios requieren de agua potable, por lo que sera muy conveniente dividir los flujos de aguas residuales, ya que parte de estas aguas requerran de dispositivos especiales, con el fin de decantar sedimentos u otros contaminantes indeseables.

<p>Las pistas al igual que cualquier otra área del aeropuerto requiere de limpieza, pero una instalación especial para cada pista representa un elevado costo</p>	<p>La pista puede ser limpiada mediante sustancias químicas las cuales eliminan el caucho o el hielo en la misma, dicha sustancia se deberá de seleccionar y emplear de modo que la contaminación del agua sea reducida al mínimo. Se tendrá que contemplar un programa de control de contaminantes, así como, de personal capacitado que supervise los separadores en caso de alguna deficiencia o regulación de productos oleosos</p> <p>Este déficit se puede combatir evaluando y planeando las necesidades a futuro, así como, el ubicar fuentes alternas o cuerpos de captación de agua que puedan contribuir a los requerimientos</p>
<p>Las zonas de hangares, plataformas y depósitos de combustible son áreas que contribuyen proporcionalmente a las descargas de aguas residuales</p>	
<p>El incremento de agua potable para las nuevas instalaciones del aeropuerto creará un déficit en los requerimientos del municipio.</p>	

En México al igual que en otros países la cuestión ambiental es tomada muy en cuenta en cualquier proyecto de construcción y en nuestro país normas y reglamentos se tienen que cumplir para la aprobación de un proyecto. Como se puede ver sigue siendo la etapa de operación la más compleja para el medio ambiente, ahora veamos si se presenta algún cambio o beneficio que perseguir.

Cambios y beneficios derivados del proyecto

La demanda de agua para el municipio presentará un déficit a futuro y el incremento porcentual de las aguas residuales provenientes del aeropuerto podría afectar la demanda que procesan las plantas de tratamiento, lo ideal sería que el aeropuerto tuviera una planta de tratamiento primario de modo que las aguas provenientes del mismo desembogue a la red municipal con una calidad aceptable.

Nota: Las referencias bibliográficas empleadas en la evaluación de la calidad del agua son: 1, 9, 17 y 18.

Impactos sociales

El aeropuerto es un vecino molesto, que amenaza constantemente con expropiaciones, lo cual es un elemento desestabilizador de la propiedad y erosionante de su valor. Cuando ocurren este tipo de impactos es necesario:

- Estimar el número y características de las familias a ser desplazadas.

- Identificar los efectos de la perturbación del tráfico terrestre, incluyendo los efectos en las avenidas de la ciudad, áreas recreativas, y zonas residenciales y comerciales.
- Identificar el impacto en el vecindario cuyos hogares tengan que ser reubicados.
- Describir los negocios que serán desplazados y las consecuencias generales sobre la economía de la zona.

Todos estos aspectos tienen que ser considerados por que de lo contrario, se podría tener el mejor proyecto, con las mejores expectativas de control ambiental y de normatividad, pero si esto implica afectar un gran número de habitantes y el desarrollo de sus actividades por cuestiones del área a requerir, pueda ser incluso un buen impedimento para su construcción y a la vez un problema para el aeropuerto si se presentase una expansión desordenada de la mancha urbana.

Pero este no es el caso del Aeropuerto de Chihuahua, ya que tiene muy bien definidos sus límites en cuanto a la zona urbana, así como, de la zona aeroportuaria. Por lo que no habrá necesidad alguna de expropiar terrenos puesto que el aeropuerto cuenta con un extenso espacio, suficientemente adecuado para el desarrollo del proyecto y por lo que en esta ocasión no se realizara análisis alguno sobre las afectaciones que pueda tener en las fases de construcción y operación.

Impactos socioeconómicos

Algunos de los impactos socioeconómicos incluyen cambios en los patrones de migración y crecimiento de la población, demanda de servicios públicos y cambios en la actividad económica.

Los patrones de migración se irán presentado desde el momento en que se inicie el proyecto, hasta su terminación y operación del mismo;

dichos patrones de comportamiento comenzarán desde las localidades cercanas a la cabecera y posteriormente de las localidades mas lejanas, entre las localidades más destacadas tenemos las siguientes.

- | | |
|--------------------------|----------------|
| ✓ El Sauz | ✓ La Casita |
| ✓ Nueva Delicias | ✓ El Charco |
| ✓ San Isidro (Los Hoyos) | ✓ Colonia Soto |

El crecimiento de la población vendrá poco después de que el proyecto inicie lo mismo que las necesidades de transporte, por lo que en la figura 4.6 veremos como se encuentran distribuidas rutas de transporte carretero y ferroviario de las localidades aledañas a la cabecera.

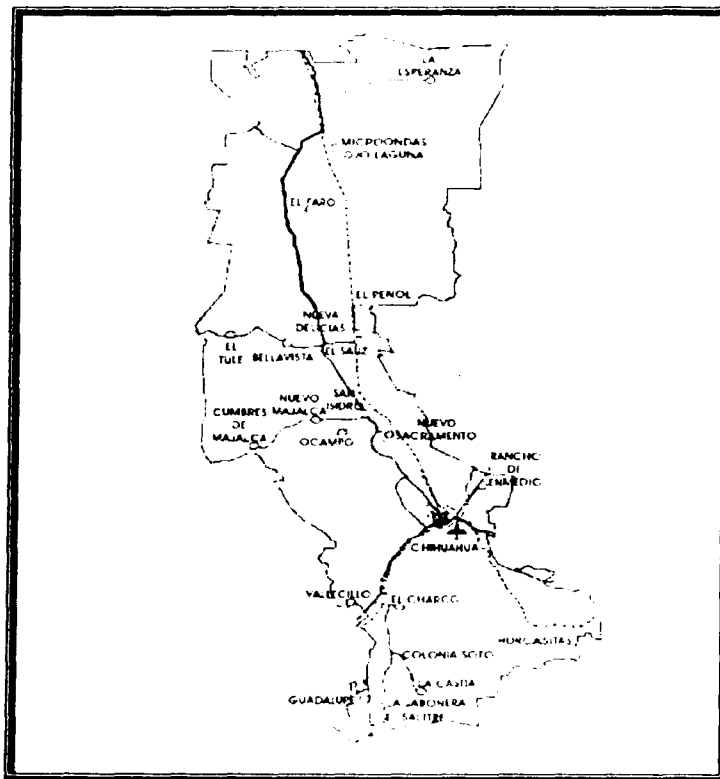


Figura 4.6 Rutas carreteras y ferroviarias del municipio.

Fuente: Referencia bibliográfica No. 3

Las actividades económicas de la cabecera y de las localidades se comenzaran a contemplar en la construcción, comercio, transporte y comunicaciones, servicios financieros, servicios profesionales y técnicos, servicios de restaurantes y hoteles, etc.

Ahora veamos que cambios pueden ocurrir o de que modo puede afectar en la cuestión socioeconómica las fase de construcción y operación.

➤ Fase de Construcción

En esta fase no hay mucho que perseguir como en las de los anteriores impactos, dentro de esta fase la mano de obra tendrá que ser conseguida en las cercanías, ya que de este modo el costo de la construcción y ampliación de las zona aeronáutica no será muy elevado, la afectación podría ser resentida principalmente en aquellas empresas o contratistas y destajistas que no radiquen en las cercanías de la zona urbana.

Problemas y Soluciones	
Problema	Solución
El proyecto puede presentar problemas en cuanto a su desarrollo propio y de las actividades del municipio	Se tendrá que realizar una evaluación del proyecto para los materiales en la cuestión de distancia, tiempo y costo, así como, de la mano de obra y equipos a utilizar, de tal modo que no se afecte el proyecto ni los beneficios del municipio

➤ Fase de Operación

Hablando de esta fase económicamente el aeropuerto percibirá grandes beneficios en sus ingresos, ya que la construcción y ampliación de la infraestructura no solamente va destinada al incremento en la carga pagada, sino que también, al incremento de la aviación comercial y de sus pasajeros, de tal forma que el Aeropuerto de Chihuahua sea el número uno en esa entidad en cuanto al número de operaciones.

Este proyecto a su vez será el generador de fuentes de ingresos y empleos para el municipio.

Problemas y Soluciones	
Problema	Solución
Habrán afectaciones en la actividad económica del municipio a causa del proyecto, ya una vez en operación.	Para ello se tendrá que realizar un estudio socioeconómico de la zona, con el cual se pueda buscar el beneficio para ambas partes.

Es recomendable que para no perder el control sobre los aspectos de este impacto se haga una planeación y evaluación adecuada, de tal modo, que se pueda prevenir un desorden social y económico. Ahora vemos que se concluye dentro de los cambios y beneficios.

Cambios y beneficios derivados del proyecto
Los cambios ambientales ocasionados por el aeropuerto serán de menor magnitud que los causados por la expansión urbana y el crecimiento poblacional, además de presentar con ello un desarrollo económica en todo el estado dentro del sector industrial y comercial.

Nota: La referencia bibliográfica empleada es la No. 3.

IV.2 Zona terminal.

a) Propuesta de ampliación de edificios terminales, zonas de acceso, estacionamiento e instalaciones de apoyo.

En este subcapítulo se analizará los aspectos correspondientes a la zona terminal, en donde de primera instancia se empezará por ver la definición de la terminal de carga y posteriormente la terminal comercial.

Terminal de carga

La terminal de carga es el punto más importante a desarrollar, por lo que el puro edificio tendrá un área correspondiente a 7200m², previsto el edificio para recibir dos Boeing 747 los cuales se estacionarán en posición de remota, este edificio además contará con un estacionamiento previsto para los vehículos del personal que labore en dicha instalación de carga, y

así como una zona de recepción de embarques para vehículos de paquetería y mensajería, siendo que para su acceso a esta zona se contará con un camino de doble sentido, el cual partirá de la desviación que se realice del camino principal que lleva a la terminal comercial.

A su vez tanto la plataforma como el edificio requerirán de ciertas instalaciones de apoyo, que en el caso de la plataforma se deberá colocar un sistema guía basado en señales y luces empotradas de tal forma que se pueda maniobrar sin peligro y establecer una posición correcta, así como, instalaciones de reabastecimiento de combustible, suministro de energía eléctrica desde tierra, suministro de agua, suministro de aire comprimido, etc. Para el edificio terminal será necesario prescindir de una fuente secundaria de energía eléctrica, adecuada para las necesidades del edificio y la plataforma.

En la siguiente figura 4.7 se podrá observar el esquema que se presenta para la terminal de carga, aclarando que para la conclusión de esta etapa la terminal comercial no presentará modificación alguna.

Terminal comercial

En una segunda etapa se desarrollaría la terminal comercial o de pasajeros, ya que debido al área que tiene se puede proponer un cambio de posición de contacto, a lo cual se pasaría de una posición de remota a una posición de muelle o dedo. Con este cambio se podrá aumentar el número de operaciones y la cantidad de estacionamientos destinados a las aeronaves, por lo que se tiene previsto que la posición de muelle o dedo sirva para atender a 2 aviones Boeing 747 y 5 aviones Boeing 727, los cuales podrán desembarcar el pasaje por medio de pasarelas telescópicas.

Al ocurrir tal cambio se tendrá que mejorar muchas de las instalaciones correspondientes al área terminal como son el sistema de guía visual, sistema de comunicaciones, equipo de salvamento y extinción

de incendios, centro de operaciones de emergencia y puesto de mando, equipos de revisión y traslado de equipaje de los pasajeros, etc.

El desarrollo de esta etapa quedará constituido de la siguiente manera por lo que se presenta la figura 4.8, en la cual se incluye el anexo a la nueva zona de carga.

Desplazamiento de las terminales

Tomando en cuenta que el desarrollo del aeropuerto sea del todo favorable en un futuro, se podría considerar la extensión de la terminal comercial, es decir, que se desplazaría la terminal comercial asía donde esta la aviación general por lo que la aviación general tendrá que ser reubicada, una opción es como la que se presenta en la siguiente figura 4.9 la cual nos muestra la ubicación de la aviación general y el crecimiento que tendría la terminal comercial.

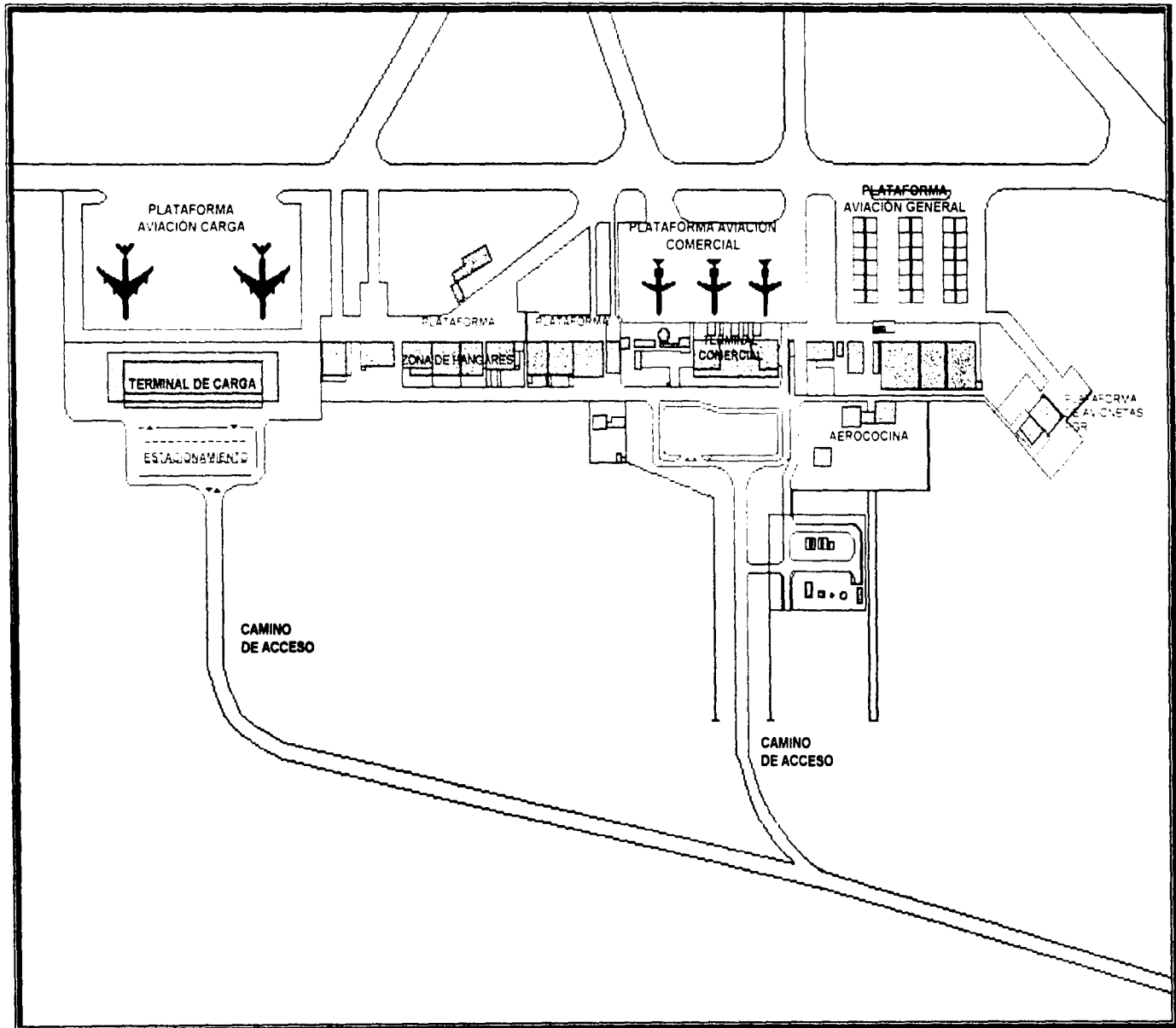


Figura 4.7 Esquema de plataforma, edificio, estacionamiento y acceso a zona de carga.

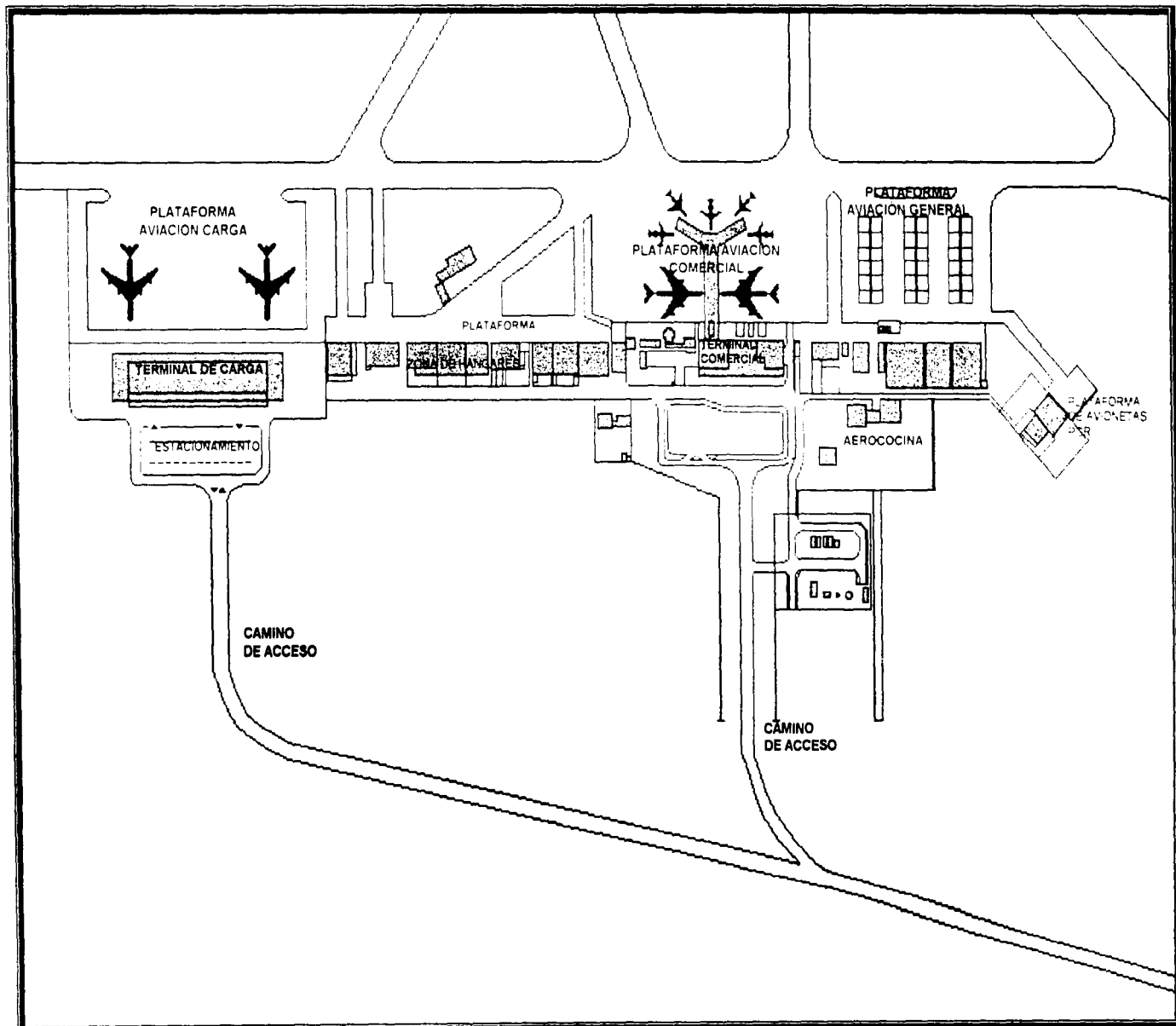


Figura 4.8 Nueva posición de contacto en la terminal comercial.

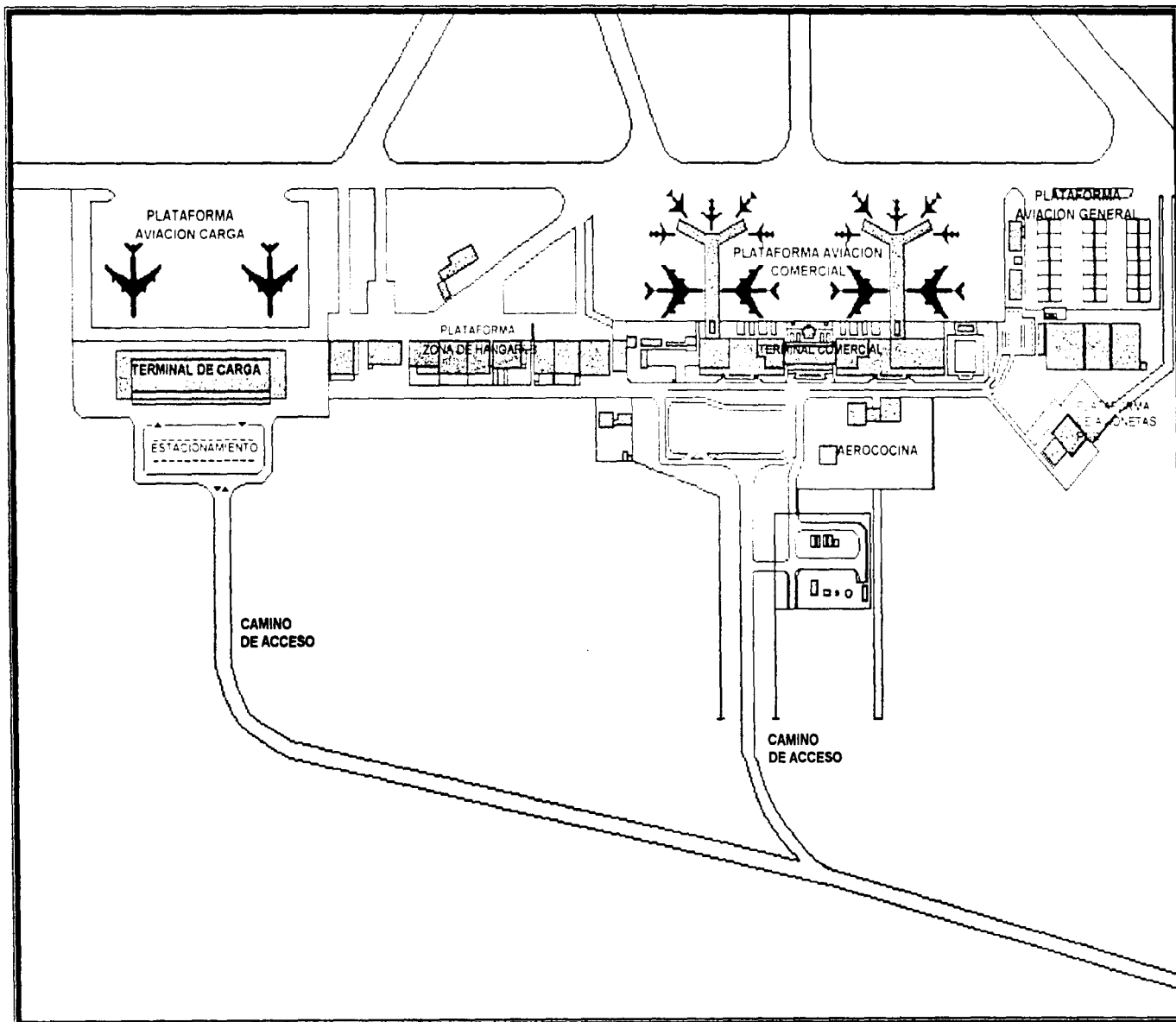


Figura 4.9 Conjunto terminal aeroportuario a futuro.

b) Aspectos constructivos.

El entorno que maneja este punto es la determinación del tiempo que se llevará en construir el nuevo edificio de carga, más sin embargo para esta etapa no hay que pasar por alto las Normas Técnicas Complementarias y Reglamentos de Construcción que en caso de existir uno exclusivo para uso de la región se emplearía, pero de lo contrario podría emplearse el Reglamento de Construcción del Distrito Federal.

A su vez no hay que pasar por alto la parte legal puesto que antes, durante y después de la obra se tiene que contemplar acciones relativas a la planeación, programación, presupuestación, gasto, ejecución y control.

Como este no es el punto a tratar pero si de aclarar los aspectos que envuelven a una obra, se pasará a ver los aspecto de la ejecución de la obra por lo cual se presenta el siguiente programa que abarca las actividades correspondientes al edificio de carga, determinando un periodo de actividades de 1 año para el termino de todas las mismas.

Además se anexan los siguientes planos que proyectan al nuevo edificio de carga.

- Planta Arquitectónica
- Cortes y Fachadas

➤ PISTA

PROGRAMA DE OBRA EN PISTA

PART.	DESCRIPCION	MES 01	MES 02	MES 03	MES 04	MES 05	MES 06	MES 07	MES 08	MES 09	MES 10	MES 11	MES 12	MES 13
		SEMANA	SEMANA	SEMANA	SEMANA	SEMANA	SEMANA	SEMANA	SEMANA	SEMANA	SEMANA	SEMANA	SEMANA	SEMANA
		DURACION: 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 16 17 18 19 20 21 22 23 24 25 26 27 28 29 30 31 32 33 34 35 36 37 38 39 40 41 42 43 44 45 46 47 48 49 50 51 52												
1	TRAZO Y NIVELACIÓN		4											
2	TERRACERIAS Y PAVIMENTOS		17											
3	INST. SANITARIAS		12											
4	DISPOSITIVOS E INDICADORES VISUALES		9											
5	LIMPIEZA		25											

➤ CALLE DE RODAJE

PROGRAMA DE OBRA EN CALLE DE RODAJE

PART.	DESCRIPCION	MES 01	MES 02	MES 03	MES 04	MES 05	MES 06	MES 07	MES 08	MES 09	MES 10	MES 11	MES 12	MES 13
		SEMANA	SEMANA	SEMANA	SEMANA	SEMANA	SEMANA	SEMANA	SEMANA	SEMANA	SEMANA	SEMANA	SEMANA	SEMANA
		DURACION: 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 16 17 18 19 20 21 22 23 24 25 26 27 28 29 30 31 32 33 34 35 36 37 38 39 40 41 42 43 44 45 46 47 48 49 50 51 52												
1	TRAZO Y NIVELACIÓN		3											
2	TERRACERIAS Y PAVIMENTOS		12											
3	INST. SANITARIAS		7											
4	DISPOSITIVOS E INDICADORES VISUALES		5											
5	LIMPIEZA		16											

PLATAFORMA

PROGRAMA DE OBRA EN PLATAFORMA

PART.	DESCRIPCION	MES 01	MES 02	MES 03	MES 04	MES 05	MES 06	MES 07	MES 08	MES 09	MES 10	MES 11	MES 12	MES 13
		SEMANA	SEMANA	SEMANA	SEMANA	SEMANA	SEMANA	SEMANA	SEMANA	SEMANA	SEMANA	SEMANA	SEMANA	SEMANA
1	TRAZO Y NIVELACIÓN	3												
2	TERRACERIAS Y PAVIMENTOS	12												
3	INST. SANITARIA	7												
4	DISPOSITIVOS E INDICADORES VISUALES	4												
5	LIMPIEZA	19												

EDIFICIO TERMINAL

PROGRAMA DE OBRA EDIFICIO TERMINAL

PART.	DESCRIPCION	MES 01	MES 02	MES 03	MES 04	MES 05	MES 06	MES 07	MES 08	MES 09	MES 10	MES 11	MES 12	MES 13
		SEMANA	SEMANA	SEMANA	SEMANA	SEMANA	SEMANA	SEMANA	SEMANA	SEMANA	SEMANA	SEMANA	SEMANA	SEMANA
1	PRELIMINARES	14												
2	ALBAÑILERIA	24												
3	ACABADOS	26												
4	INST. HIDRAULICA	26												
5	INST. ELECTRICA	35												
6	INST. SANITARIA	27												
7	MUROS Y PLAFOND	20												
8	HERRERIA Y CANCELERIA	20												

PROGRAMA DE OBRA EDIFICIO TERMINAL

PART.	DESCRIPCION	PROGRAMA DE OBRA EDIFICIO TERMINAL												
		MES 01	MES 02	MES 03	MES 04	MES 05	MES 06	MES 07	MES 08	MES 09	MES 10	MES 11	MES 12	MES 13
		SEMANA	SEMANA	SEMANA	SEMANA	SEMANA	SEMANA	SEMANA	SEMANA	SEMANA	SEMANA	SEMANA	SEMANA	SEMANA
9	CARPINTERIA	8												
10	INST. PROTECCION CONTRA INCENDIOS	26												
11	VOZ Y DATOS	31												
12	AIRE ACONDICIONADO	21												
13	IMPERMEABILIZACION	10												
14	LIMPIEZA	44												

CAMINO DE ACCESO

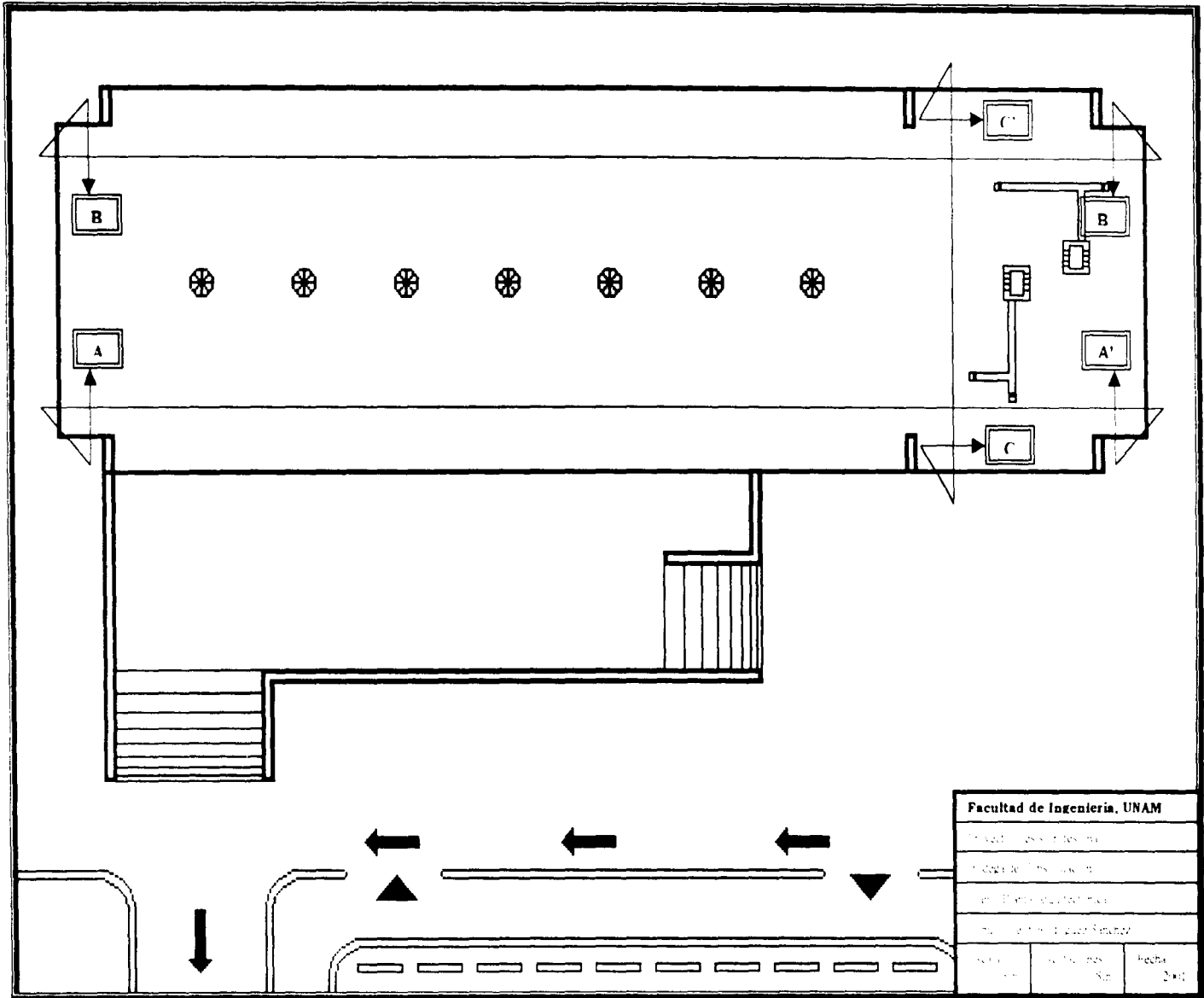
PROGRAMA DE OBRA EN CAMINO DE ACCESO

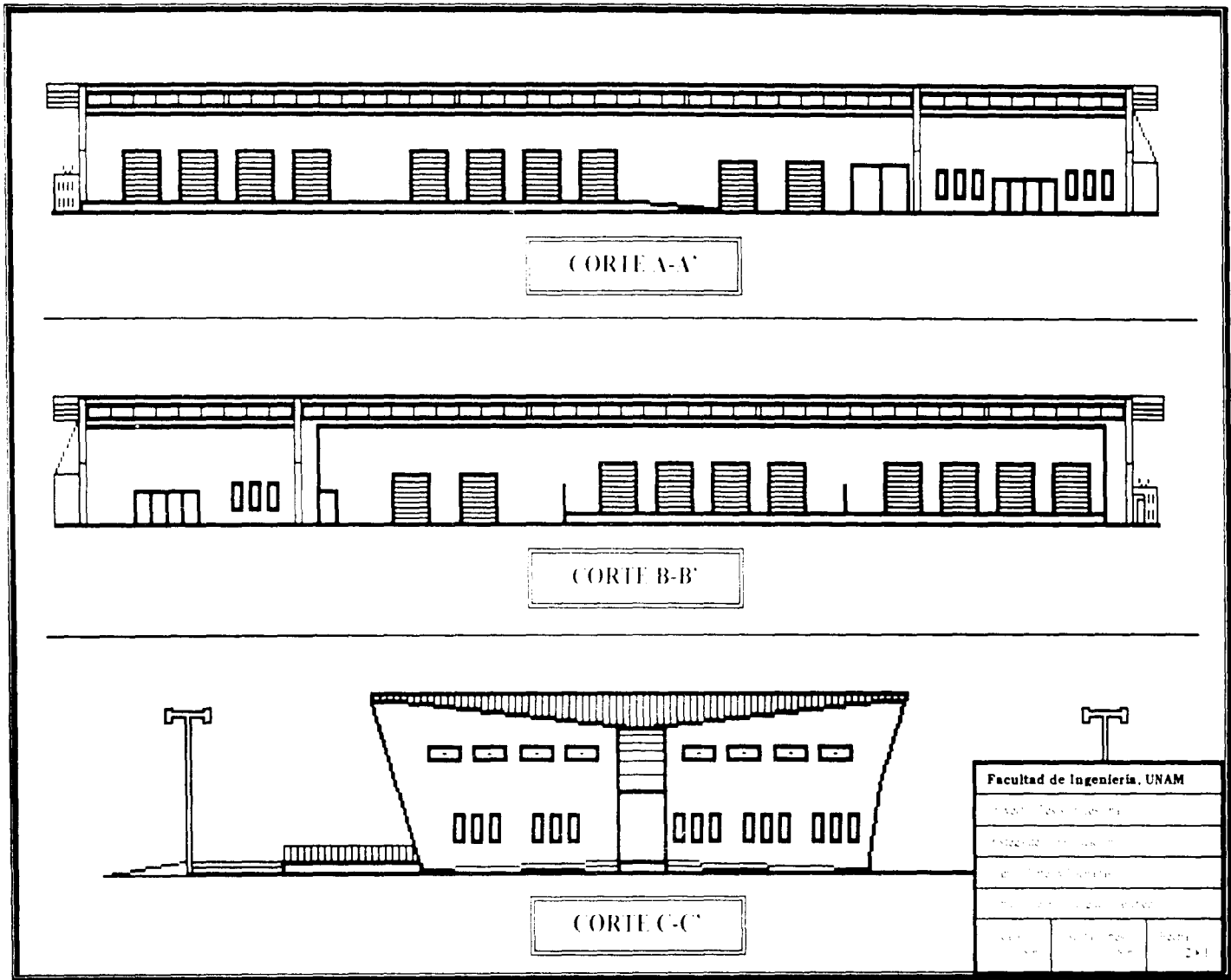
PART.	DESCRIPCION	PROGRAMA DE OBRA EN CAMINO DE ACCESO												
		MES 01	MES 02	MES 03	MES 04	MES 05	MES 06	MES 07	MES 08	MES 09	MES 10	MES 11	MES 12	MES 13
		SEMANA	SEMANA	SEMANA	SEMANA	SEMANA	SEMANA	SEMANA	SEMANA	SEMANA	SEMANA	SEMANA	SEMANA	SEMANA
1	TRAZO Y NIVELACION	27												
2	TERRACERIAS Y PAVIMENTOS	18												
3	ILUMINACION Y SAÑALAMIENTOS	5												
3	LIMPIEZA	21												

PROGRAMA SIMPLIFICADO DE OBRA

PROGRAMA DE OBRA GENERAL

PART.	DESCRIPCION	MES 01	MES 02	MES 03	MES 04	MES 05	MES 06	MES 07	MES 08	MES 09	MES 10	MES 11	MES 12	MES 13	
		SEMANA	SEMANA	SEMANA	SEMANA	SEMANA	SEMANA	SEMANA	SEMANA	SEMANA	SEMANA	SEMANA	SEMANA	SEMANA	SEMANA
		DURA. 01	02	03	04	05	06	07	08	09	10	11	12	13	
1	PISTA													27	
2	CALLE DE RODAJE													18	
3	PLATAFORMA													21	
4	EDIFICIO TERMINAL													46	
5	CAMINO DE ACCESO													46	





Facultad de Ingeniería, UNAM		
Instituto Tecnológico de México		
Instituto de Ingeniería		
Departamento de Ingeniería		
Proyecto de Ingeniería		
Autores	Fecha de Ejecución	Escala
		1:200

c) Impacto ambiental.

Anteriormente en el campo aéreo se realizó una evaluación ambiental de los efectos que pudieran proceder a raíz de la introducción de una nueva aeronave, tanto es su fase de construcción como de operación. Ahora se evaluarán los efectos que pudieran proceder en la introducción de la nueva terminal de carga, de tal forma que la evaluación a realizar será como anteriormente se había manejado, omitiendo algunas aspectos que resultan generales tanto para la evaluación en campo aéreo como para la zona terminal.

Ruido

Existen en la actualidad ciertos márgenes normativos en cuestión de algunas edificaciones, pero esta edificación no pertenece a esos parámetros en cuestión de ruido, por lo que ahora analizaremos las fases.

➤ Fase de Construcción

Por lo general todo tipo de levantamiento en edificaciones provoca ruidos molestos para los vecinos adjuntos, pero en nuestro caso no tenemos habitantes algunos a quienes se les sea molestados por lo que los equipos empleados solamente afectarán a los mismos operadores de estos, así como, al personal que labore en la obra. De hecho las edificaciones cercanas del aeropuerto a la zona de obra no persistirán molestia alguna ya que el ruido mas fuerte es de cerca de 94 dB(A), aunque en conjunto los ruidos de la obra pueden resultar molestos sin ser continuos estos tendrán que ser tolerados durante del periodo de ejecución de la obra.

En este caso no se presenta ningún problema que sea de gran atención y mitigación o control por lo que se considera de poco impacto esta fase.

➤ Fase de Operación

Aquí se tiene que considerar realmente el ruido que provocarían los vehículos automotores, más que los montacargas y demás equipos de apoyo auxiliar, ya que de acuerdo a la siguiente norma establece una igualdad proporcional del ruido conforme al peso, la norma a referir es:

- ✓ NORMA OFICIAL MEXICANA NOM-080-ECOL-1994, QUE ESTABLECE LOS LIMITES MAXIMOS PERMISIBLES DE EMISION DE RUIDO PROVENIENTE DEL ESCAPE DE LOS VEHICULOS AUTOMOTORES, MOTOCICLETAS Y TRICICLOS MOTORIZADOS EN CIRCULACION Y SU METODO DE MEDICION.

Los límites máximos permisibles de los automóviles, camionetas, camiones y tractocamiones son expresados en dB(A) de acuerdo a su peso bruto vehicular y son mostrados en la tabla.

PESO BRUTO VEHICULAR (Kg.)	LIMITES MAXIMOS PERMISIBLES dB(A)
Hasta 3,000	86
Más de 3,000 y hasta 10,000	92
Más de 10,000	99

Fuente: Referencia bibliográfica No 18

Tomando en cuenta que existen normas que restringen los niveles como la que se acaba de presentar, se puede tener la certeza de que el ruido también puede ser controlado o mitigado en el área terminal por lo que a continuación se exponen las complicaciones que pudieran ocurrir.

Problemas y Soluciones	
Problema	Solución
La participación de una serie de vehículos representan un factor de afectación al equilibrio por lo que la terminal y áreas circundantes a esta o su paso percibirán los efectos de las emisiones sonoras.	Se tendrá que realizar una evaluación del tipo de vehículos de carga para predecir los alcances y afectaciones que percibirá la terminal de carga y colindancias, así como, un estudio de tránsito que defina el tipo de servicio que prestara la vialidad proyectada a la terminal.

Toda evaluación lleva consigo mejorar la calidad de un proyecto por lo que se aprecia que la fase de operación causará mayor impacto, pero a su vez no hay que pasar por alto los cambios y beneficios que se pueden obtener.

Cambios y beneficios derivados del proyecto

La vialidad que sirve al aeropuerto se verá muy favorecida con la ampliación o derivación de nuevas rutas de acceso, con lo que se evitará una congestión de las emisiones sonoras que afectan a transeúntes y automotores del aeropuerto y vecindades.

Nota: Las referencias bibliográficas empleadas en la evaluación del ruido son 1, 17 y 18.

Calidad del aire

Anteriormente se habían manejado normas y parámetros para la calidad del aire, los cuales tendrán que ser aplicados a su vez en la zona terminal. El edificio en sí no será generador de emisiones contaminantes pero si la función que desempeñará éste, al ser un centro de atención y distribución de carga, por lo que esto implica un mayor flujo vehicular en dirección del aeropuerto y principales vialidades que lo conecten con éste. Por lo que se analizará las expectativas que se tienen en cada fase.

➤ Fase de Construcción

Generalmente las construcciones en su etapa de desarrollo provocan impactos en la calidad del aire, pero estos solamente se presentaran en los primeros avances de la obra ya que el resto del programa tendrá medios menos nocivos para el ambiente.

Lo que si pudiera afectar de cierto modo a la población sería el levantamiento y dispersión de polvo producto de los trabajos, los cuales se asentaran o viajaran de acuerdo a la orientación y fuerza del viento. Debido a esto no se presentan problemas de gran impacto dentro de esta fase.

➤ Fase de Operación

Como en muchas obras o edificaciones la fase de operación es la que lleva como consecuencia la mayor parte de la afectación en un medio ambiente, por lo que el mayor problema a resolver o mitigar es la introducción de vehículos automotores, puesto que estos en la actualidad son los mayores contribuyentes a la deficiencia de la atmósfera.

Problemas y Soluciones	
Problema	Solución
En el caso de que se rebasaran los límites permisibles ¿Que medidas son convenientes a emplear?	Se tendría que prever con anterioridad un plan de contingencia atmosférico, que relacione tanto un horario adecuado como una ajuste o renovación de las fuentes emisoras.
La acumulación de las emisiones vehiculares terrestres representan un aumento de contaminantes atmosféricos.	La evaluación y planificación de las vías debe de llevarse a cabo para tener un flujo vehicular constante, de tal forma, que no afecte los procedimientos operacionales del aeropuerto ni las actividades de la zona urbana.

Nuevamente se denota que la fase de operación es la que genera mayor conflicto en la cuestión ambiental, pero apreciemos cuales son lo cambios y beneficios que pueden venir.

Cambios y beneficios derivados del proyecto

Las evaluaciones y contingencias podrán mejorar la calidad de vida de la zona urbana, así como, el tiempo de vida útil del aeropuerto, por lo que se evitarán futuros conflictos ambientales como los que existen en otras urbes.

Nota: Las referencias bibliográficas empleadas en la evaluación de la calidad del aire son: 1 y 17

Calidad del agua

En la evaluación para la zona aeronáutica se contemplan aspectos de interés mutuo y que conciernen a la zona terminal, por lo que resultaría repetitivo volver a retomar ciertos parámetros de la cuestión ambiental de esta forma veremos cuales son las afectaciones que se tienen en la construcción y operación.

➤ Fase de Construcción

Antes de levantar una obra sobre cualquier superficie se tiene que verificar que esta no sea un cuerpo de captación, por lo que sería muy conveniente verificar si alguna o algunas áreas del aeropuerto funcionan como cuerpos receptores de los mantos acuíferos.

Problemas y Soluciones	
Problema	Solución
Que afectaciones puede acarrear la nueva ala anexa del aeropuerto para la captación de agua.	Puede traer consecuencias si es parte de la recarga de algún manto acuífero, por lo que se recomienda que un porcentaje del área a construir sea destinada para la recarga de los acuíferos, siendo estas seleccionadas antes de comenzar la obra.

➤ Fase de Operación

Como todo edificio requerirá de una dotación de agua que cumpla con las necesidades de uso doméstico, limpieza, protección contra incendios, etc; pero a su vez también aportará aguas residuales a la red municipal por lo que normas y reglamentos anteriormente mencionados en materia deberán ser aplicados.

Problemas y Soluciones	
Problema	Solución
La estructura municipal de aportación y recolección será adecuada para el proyecto y sus fines.	Se tendrá que verificar por medio de evaluaciones y cálculos la dotación de agua requerida para la terminal de carga, con lo que se espera evitar deficiencia alguna en el abastecimiento, así como, el cuidado de que no exceda las aportaciones a la red municipal.

Como se puede ver ambas fases presentan un problema los cuales deberán de ser evaluados para evitar futuros conflictos.

Cambios y beneficios derivados del proyecto
Las evaluaciones y decisiones que se tomen pueden mejorar la calidad de vida de la zona urbana y las localidades adyacentes, ya que a raíz del proyecto comenzará a haber una expansión poblacional que requiera de una determinada aportación de agua.

Nota: Las referencias bibliográficas empleadas en la evaluación de la calidad el agua son: 1 y 17

Impactos sociales

Como anteriormente se había previsto el aeropuerto no se verá en la necesidad de expropiar propiedades, ni de desplazar a colonos ya establecidos por lo que el proyecto contemplado no tendrá problemas legales de uso de terreno.

Lo que se tiene que considerar como un factor sorpresa es la aceleración que pueda tener la infraestructura antes de su período vida, ya que el crecimiento operacional puede significar un desplazamiento y expropiación de propiedades, por el momento, pero si estar muy pendientes de algún factor sorpresa.

Impacto socioeconómico

Con el levantamiento de toda obra se tienen que considerar los cambios económicos que surgirán en la zona, ya que esto simboliza una generación de empleos e incremento del capital de circulación.

Debido a esto veremos a continuación cual es la situación del municipio y de su población económicamente activa e inactiva, así como, su participación dentro de los sectores.

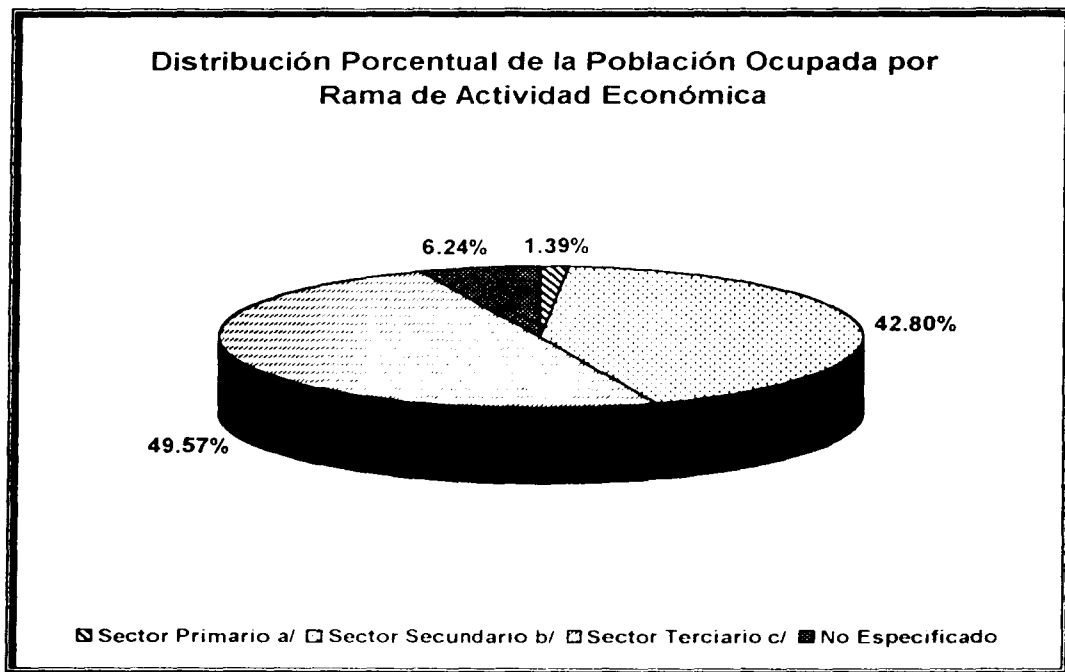
Para el año 2000 la población de 12 años y más es de 546,073hab., los cuales tiene el siguiente desarrollo económico.

Municipio	Población económicamente activa	Población económicamente inactiva	Total
Hombres	187747	73618	261365
Mujeres	116232	168476	284708

Fuente: Referencia bibliográfica No. 13

En donde el 55.50% de la población es económicamente activa, es decir, que tienen un empleo o que está buscando uno, y si se compara esta cifra con la que se tiene para 1990 que es de 47.55% de población económicamente activa, se vera que se han creado pocos empleos para 10 años transcurridos.

Esta parte de la población municipal se encuentra distribuida de la siguiente manera en los tres grandes sectores laborales.



a/ Comprende Agricultura, Ganadería, Silvicultura, Caza y pesca

b/ Comprende Minería, Extracción de Petróleo y Gas, Industria Manufacturera,

Generación de Energía Eléctrica, Comunicaciones y Transportes y Construcción

c/ Comprende Comercio y Servicios

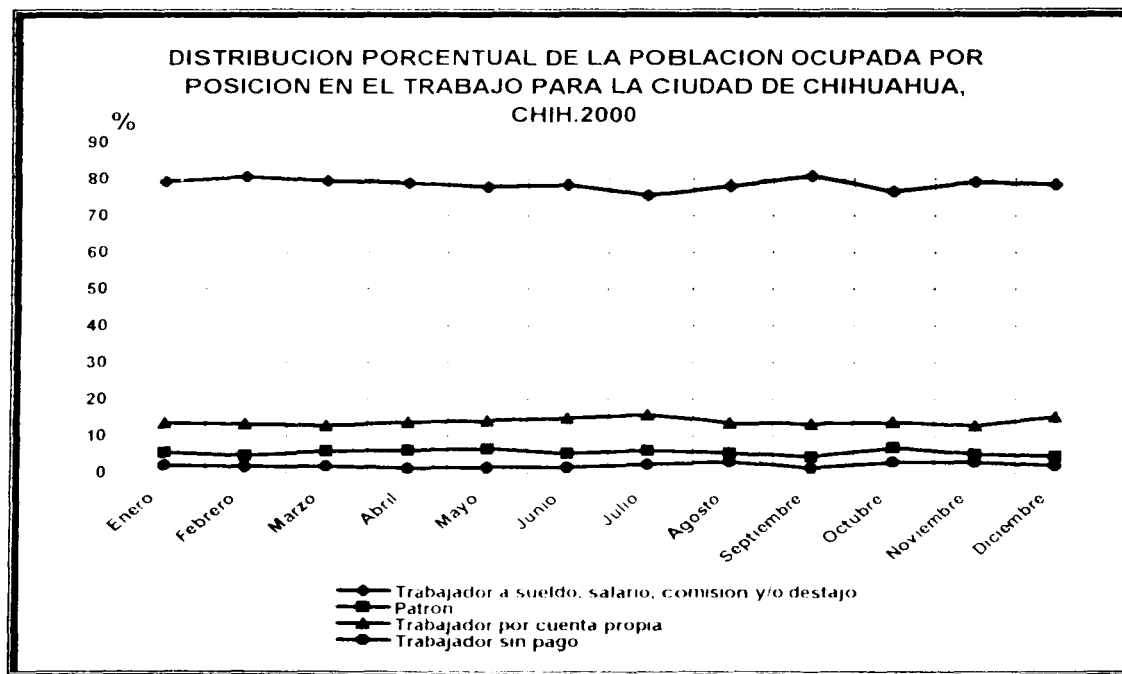
Fuente: Referencia bibliográfica No. 15

Conociendo estos antecedentes veremos cuales son las repercusiones que se tendrán en la fase de construcción y operación.

➤ Fase de Construcción

En esta fase se enfocará básicamente en las posibilidades que se tiene de incrementar la actividad del sector secundario en relación a la construcción, ya que la mano de obra por lo general se paga por destajo y muchos de estos trabajadores laboran por su cuenta y de los cuales en muchos casos no logran tener el éxito esperado por falta de obras. Este es un caso muy general que afecta a albañiles, electricistas, carpinteros, plomeros, herreros y trabajadores especializados en instalaciones especiales.

Debido a estos efectos solamente una porción de la población tiene un trabajo seguro al igual que un sueldo, como se presenta en la siguiente grafica.

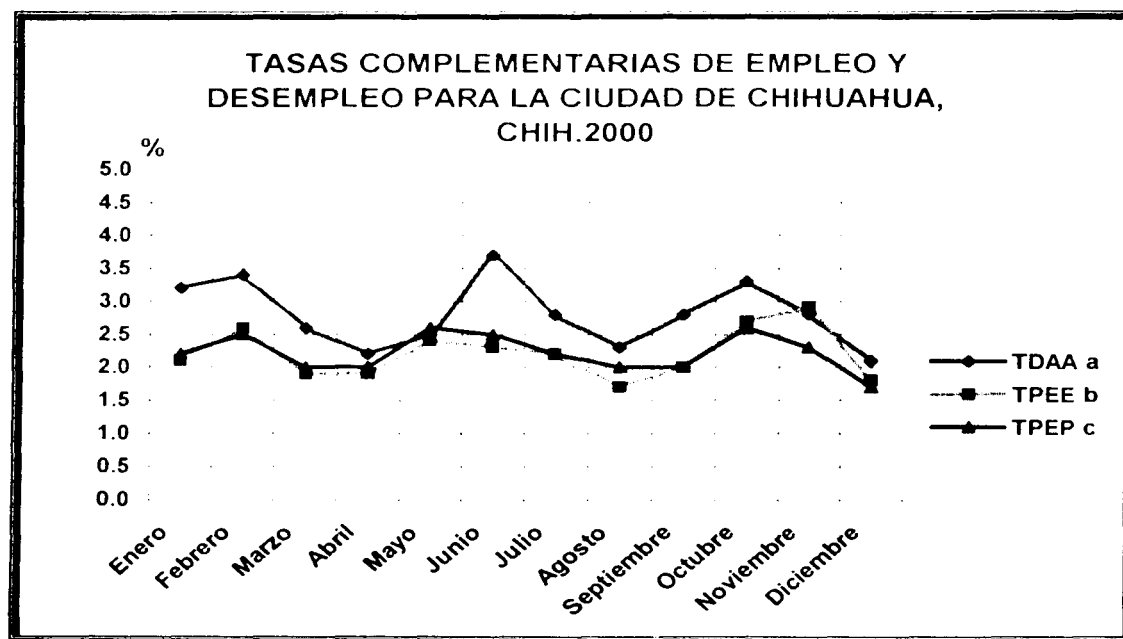


De ser bien realizado el estudio que soportará el proyecto este no presentará problema dentro del impacto socioeconómico.

➤ Fase de Operación

Como en la fase anterior esta se verá inmiscuida dentro del sector secundario en la cuestión de comunicaciones y transportes, haciendo que se formalicen fuentes de empleos, así como, de vías de comunicación y transporte que reduzcan tiempo y costo en cuestión de servicio.

Pero no necesariamente tiene que influir directamente en el sector secundario, sino que también en los sectores primario y terciario con lo que se espera que las tasa de empleo y desempleo que existen en el municipio cambien, por eso la presente grafica nos demuestra una idea muy clara de su situación económicamente activa e inactiva.



Fuente: Referencia bibliográfica No. 13

• **Tasa de Desempleo Abierto Alternativa (TDAA):** El concepto de población **desocupada** utilizado en esta definición es más amplio que en la tasa tradicional, ya que **se considera** no sólo a los desocupados abiertos, sino también a aquella parte de la **población económicamente inactiva** que suspendió la búsqueda de empleo para refugiarse en actividades del hogar o estudio, pero que se encuentran disponibles para trabajar.

• **Tasa de Presión Efectiva Económica (TPEE):** Mide la proporción de la población económicamente activa que se encuentra desocupada, o que está ocupada, pero busca un empleo adicional.

• **Tasa de Presión Efectiva Preferencial (TPEP):** Se refiere a la proporción de la población económicamente activa que se encuentra desempleada o que, estando ocupada, busca trabajo con objeto de cambiarse voluntariamente de empleo.

Como se puede ver la tasa de desempleo esta por encima de las tasa correspondientes a la población activa, por lo que un proyecto de esta magnitud será un importante generador de empleos a presente y futuro, lo cual a su vez permitirá el desarrollo de otros aspectos socioeconómicos que concluirán con cualquier problema.

Cambios y beneficios derivados del proyecto

En la actualidad se vive una falta invaluable de empleos, por lo que la ejecución del proyecto beneficiará a muchos habitantes que suelen desenvolverse en los diversos sectores por medio de una especialidad.

Nota: Las referencias bibliográficas empleadas en la evaluación socioeconómica es: 15

EVALUACIÓN FINANCIERA Y
ECONÓMICA.

V. EVALUACIÓN FINANCIERA Y ECONÓMICA.

V.1 Programa de inversiones requeridas.

En las siguientes tablas se presentaran las inversiones que requieren cada elemento de la infraestructura aeroportuaria para el desarrollo del proyecto.

Pista				
Elemento	Longitud (m)	Ancho (m)	Inversión específica (\$/m ²)	Inversión
Construcción				
Subrasante (0 15 m)	825 0	45 0	\$ 60 30	\$ 2,238,637 50
Sub-base (0 265 m)	825 0	45 0	\$ 83 60	\$ 3,103,650 00
Base (0 368 m)	825 0	45 0	\$ 85 49	\$ 3,173 816 25
Carpeta Asfáltica (0 101 m)	825 0	45 0	\$ 155 65	\$ 5,778 506 25
Sobrecarpeta (0 050 m)	3425 0	45 0	\$ 92 47	\$14,251 938 75
Canaletas	1650 0	0 3	\$ 45 67	\$ 22,606 65
Total				\$28,569,155.40
Mantenimiento menor (anual)				
Pavimento	825 0	45 0	\$ 10 07	\$ 373 848 75
Canaletas	1650 0	0 3	\$ 50 04	\$ 24 769 80
Total				\$ 398,618.55
Mantenimiento mayor (cada 6 años)				
Pavimento	825 0	45 0	\$ 77 01	\$ 2 858 996 25
Canaletas	1650 0	0 3	\$ 16 80	\$ 8 316 00
Total				\$ 2,867,312.25

Calle de Rodaje				
Elemento	Longitud (m)	Ancho (m)	Inversión específica (\$/m ²)	Inversión
Construcción				
Subrasante (0 15 m)	870 0	23 0	\$ 60 30	\$ 1,206,603 00
Sub-base (0 265 m)	870 0	23 0	\$ 83 60	\$ 1,672,836 00
Base (0 368 m)	870 0	23 0	\$ 85 49	\$ 1,710,654 90
Carpeta Asfáltica (0 101 m)	870 0	23 0	\$ 155 65	\$ 3,114,556 50
Canaletas	1740 0	0 3	\$ 45 67	\$ 23,839 74
Total				\$ 7,728,490.14
Mantenimiento menor (anual)				
Pavimento	870 0	23 0	\$ 10 07	\$ 201,500 70
Canaletas	1740 0	0 3	\$ 50 04	\$ 26,120 88
Total				\$ 227,621.58
Mantenimiento mayor (cada 6 años)				
Pavimento	870 0	23 0	\$ 77 01	\$ 1,540,970 10
Canaletas	1740 0	0 3	\$ 16 80	\$ 8,769 60
Total				\$ 1,549,739.70

Plataforma				
Elemento	Longitud (m)	Ancho (m)	Inversión específica (\$/m ²)	Inversión
Construcción				
Subrasante (0 15 m)	263 3	180 0	\$ 60 30	\$ 2,857,858 20
Sub-base (0 292 m)	263 3	180 0	\$ 84 73	\$ 4,015,693 62
Base (0 469 m)	263 3	180 0	\$ 89 17	\$ 4,226,122 98
Carpeta Asfáltica (0 127 m)	263 3	180 0	\$ 156 49	\$ 7,416,687 06
Canaletas	435 0	0 3	\$ 45 67	\$ 5,959 94
Total				\$18,522,321.80
Mantenimiento menor (anual)				
Pavimento	263 3	180 0	\$ 10 07	\$ 477,257 58
Canaletas	435 0	0 3	\$ 50 04	\$ 6,530 22
Total				\$ 483,787.80

Mantenimiento mayor (cada 6 años)				
Pavimento	263 3	180 0	\$ 77 01	\$ 3,649,811 94
Canaletas	435 0	0 3	\$ 16 80	\$ 2,192 40
Total				\$ 3,652,004.34

Terminal de Carga				
Elemento	Longitud (m)	Ancho (m)	Inversión específica (\$/m ²)	Inversión
Construcción				
Inmueble	160 0	45 0	\$2,500 00	\$18,000,000 00
Total				\$18,000,000.00
Mantenimiento menor (anual)				
Inmueble	160 0	45 0	\$ 43 00	\$ 309,600 00
Total				\$ 309,600.00

Camino de Acceso				
Elemento	Longitud (m)	Ancho (m)	Inversión específica (\$/m ²)	Inversión
Construcción				
Pavimento (0 15 m)	970 0	9 0	\$ 293 89	\$ 2,565,659 70
Total				\$ 2,565,659.70
Mantenimiento menor (anual)				
Pavimento	970 0	9 0	\$ 16 40	\$ 143,172 00
Total				\$ 143,172.00

Dispositivos e indicadores visuales para el tráfico					
Elemento	Señalamientos e indicadores de tráfico (Pza)	Inversión específica (\$/Pza)	Luces guía y de borde (Pza)	Inversión específica (\$/Pza)	Inversión
Construcción					
Pista	2	\$ 929 46	38	\$ 180 13	\$ 8,613 80
Calle de Rodaje	1	\$ 929 46	116	\$ 180 13	\$ 21,824 54
Plataforma	4	\$ 469 73	8	\$ 180 13	\$ 3,319 96
Total					\$ 33,758.30
Mantenimiento menor (anual)					
Pista	0	\$ -	38	\$ 10 52	\$ 399 76
Calle de Rodaje	0	\$ -	116	\$ 10 52	\$ 1,220 32
Plataforma	0	\$ -	8	\$ 10 52	\$ 84 16
Total					\$ 1,704.24

Concentrado de Inversiones en Construcción	
Elemento	Inversión
Pista	\$ 28,569,155 40
Calle de Rodaje	\$ 7,728,490 14
Plataforma	\$ 18,522,321 80
Terminal de Carga	\$ 18,000,000 00
Camino de Acceso	\$ 2,565,659 70
Dispositivos e Indicadores	\$ 33,758 30
Total	\$ 75,419,385.33

En la siguiente tabla se muestra el año en que se realiza la inversión por construcción, así como, los costos de mantenimiento anuales que se realizarán.

Inversiones Anuales del 2003 al 2015

Año	Pista		Calle de Rodaje		Plataforma		Terminal de Carga		Camino de Acceso		Total Anual
	Construcción	Mantenimiento	Construcción	Mantenimiento	Construcción	Mantenimiento	Construcción	Mantenimiento	Construcción	Mantenimiento	
2001	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -
2002	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -
2003	\$ 28 577 769 20	\$ -	\$ 7 750 314 68	\$ -	\$ 18 525 641 76	\$ -	\$ -	\$ 18 000 000 00	\$ -	\$ 2 565 659 70	\$ 75 419 385 33
2004	\$ -	\$ 399 018 31	\$ -	\$ 228 841 90	\$ -	\$ 483 871 96	\$ -	\$ 309 600 00	\$ -	\$ 143 172 00	\$ 1 564 504 17
2005	\$ -	\$ 399 018 31	\$ -	\$ 228 841 90	\$ -	\$ 483 871 96	\$ -	\$ 309 600 00	\$ -	\$ 143 172 00	\$ 1 564 504 17
2006	\$ -	\$ 399 018 31	\$ -	\$ 228 841 90	\$ -	\$ 483 871 96	\$ -	\$ 309 600 00	\$ -	\$ 143 172 00	\$ 1 564 504 17
2007	\$ -	\$ 399 018 31	\$ -	\$ 228 841 90	\$ -	\$ 483 871 96	\$ -	\$ 309 600 00	\$ -	\$ 143 172 00	\$ 1 564 504 17
2008	\$ -	\$ 399 018 31	\$ -	\$ 228 841 90	\$ -	\$ 483 871 96	\$ -	\$ 309 600 00	\$ -	\$ 143 172 00	\$ 1 564 504 17
2009	\$ -	\$ 2 867 312 25	\$ -	\$ 774 971 54	\$ -	\$ 1 826 009 18	\$ -	\$ 309 600 00	\$ -	\$ 143 172 00	\$ 5 921 064 98
2010	\$ -	\$ 399 018 31	\$ -	\$ 228 841 90	\$ -	\$ 483 871 96	\$ -	\$ 309 600 00	\$ -	\$ 143 172 00	\$ 1 564 504 17
2011	\$ -	\$ 399 018 31	\$ -	\$ 228 841 90	\$ -	\$ 483 871 96	\$ -	\$ 309 600 00	\$ -	\$ 143 172 00	\$ 1 564 504 17
2012	\$ -	\$ 399 018 31	\$ -	\$ 228 841 90	\$ -	\$ 483 871 96	\$ -	\$ 309 600 00	\$ -	\$ 143 172 00	\$ 1 564 504 17
2013	\$ -	\$ 399 018 31	\$ -	\$ 228 841 90	\$ -	\$ 483 871 96	\$ -	\$ 309 600 00	\$ -	\$ 143 172 00	\$ 1 564 504 17
2014	\$ -	\$ 399 018 31	\$ -	\$ 228 841 90	\$ -	\$ 483 871 96	\$ -	\$ 309 600 00	\$ -	\$ 143 172 00	\$ 1 564 504 17
2015	\$ -	\$ 2 867 312 25	\$ -	\$ 774 971 54	\$ -	\$ 1 826 009 18	\$ -	\$ 309 600 00	\$ -	\$ 143 172 00	\$ 5 921 064 98
\$ 102,906,556.98											

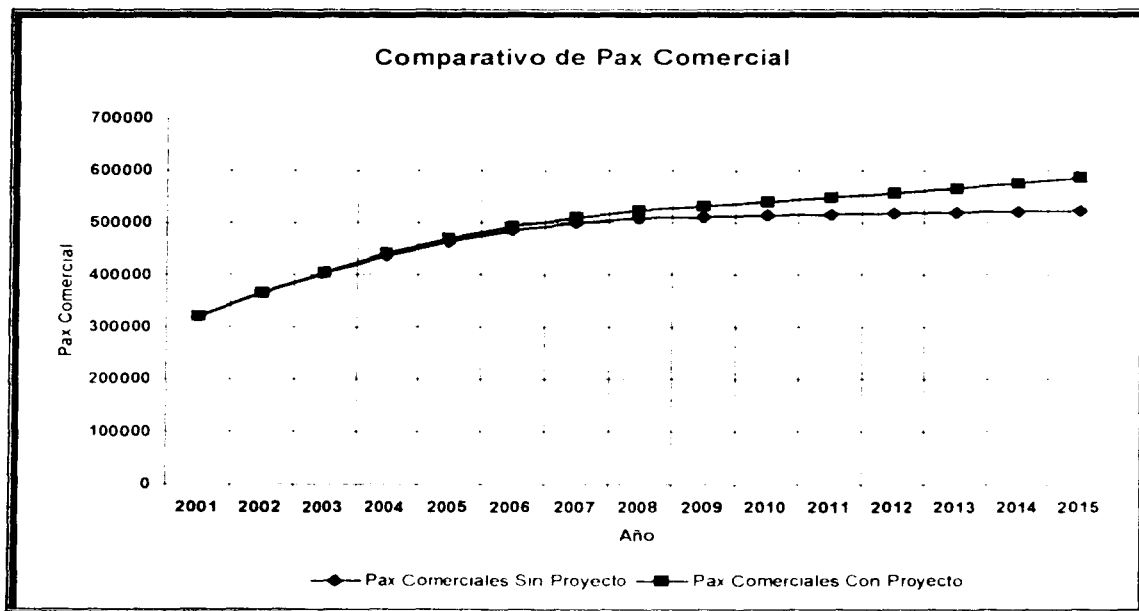
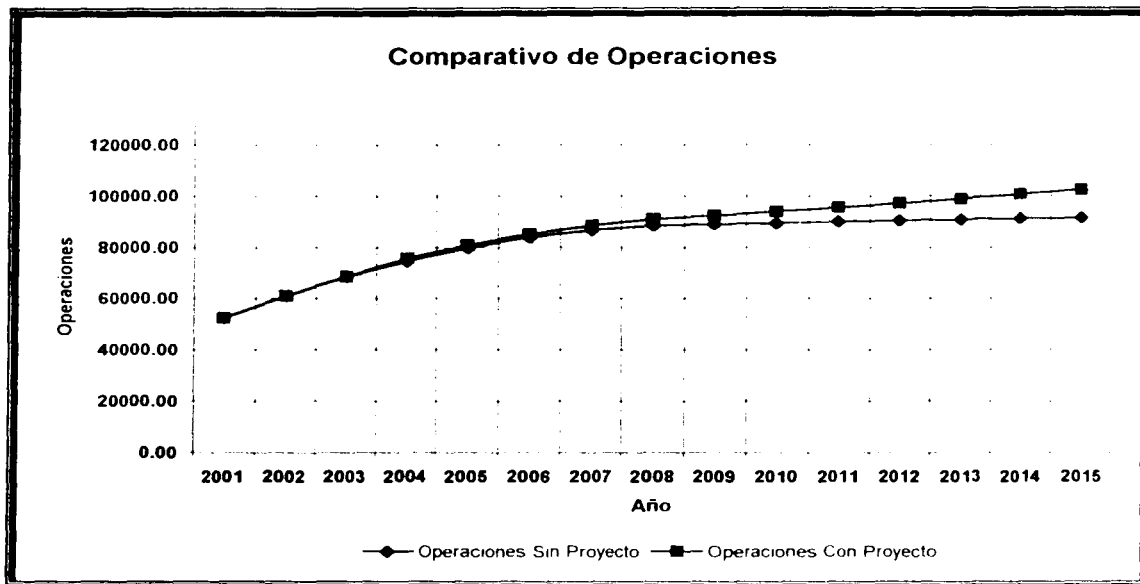
V.2 Estimación de los beneficios y corrida financiera.

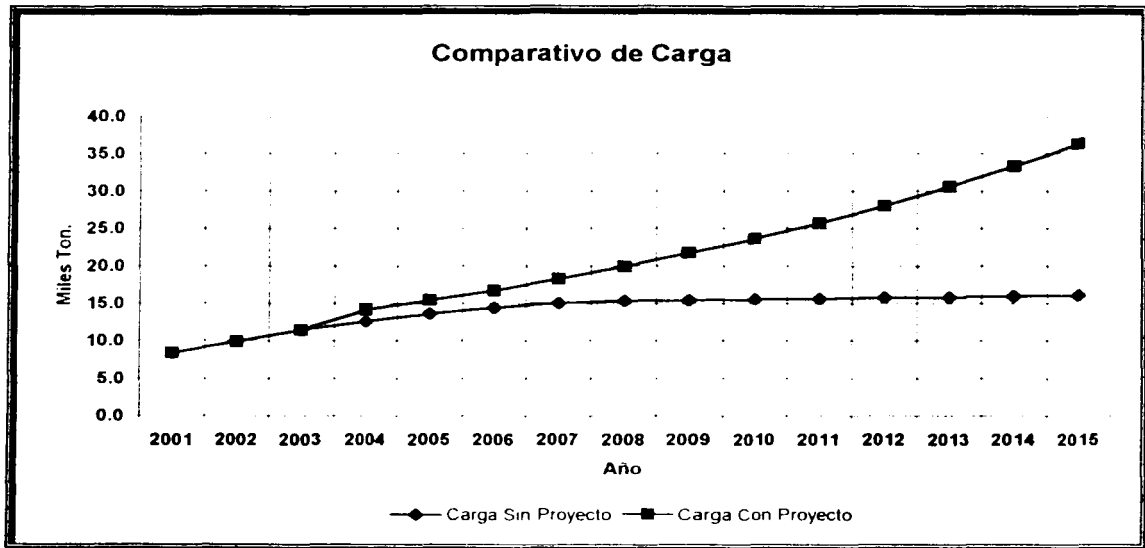
La aplicación del proyecto traerá consigo un incremento en el tráfico aéreo, así como, ingresos provenientes de las operaciones, pasajeros(Pax) y carga que circulara por la Infraestructura aeroportuaria.

Para ver los beneficios que se obtendrán con la implementación del proyecto se tienen que visualizar las proyecciones que se tendrán a raíz de este.

Comparativo del Tráfico Aeroportuario						
Año	Operaciones Sin Proyecto	Operaciones Con Proyecto	Pax Comerciales Sin Proyecto	Pax Comerciales Con Proyecto	Carga (Miles Ton) Sin Proyecto	Carga (Miles Ton) Con Proyecto
2001	52 528 75	52,528 75	320,145	320,145	8 4	8 4
2002	61,051 38	61,051 38	364,942	364,942	9 9	9 9
2003	68 437 65	68,437 65	403,767	403,767	11 4	11 4
2004	74,687 58	75,507 25	436,618	441,410	12 6	14 1
2005	79,801 16	80,766 06	463,497	469,101	13 6	15 4
2006	83,778 38	85,059 89	484,402	491,812	14 4	16 7
2007	86 619 26	88,394 34	499,335	509,568	15 0	18 2
2008	88 323 78	90,830 11	508,294	522,718	15 3	19 9
2009	88,891 96	92,319 18	511,281	530,993	15 4	21 7
2010	89 390 40	93,826 09	513,519	539,001	15 5	23 6
2011	89 849 85	95,389 45	515,559	547,345	15 6	25 7
2012	90 273 18	97,020 69	517,419	556,094	15 7	28 0
2013	90 663 05	98,731 81	519,113	565,313	15 8	30 6
2014	91,021 99	100,535 52	520,657	575,076	15 9	33 3
2015	91,352 33	102,390 58	522,062	585,144	16 1	36 3

A continuación veremos las diferencias gráficamente de la tabla antes expuesta.





Con estas proyecciones y basándonos en las diferencias que hay entre la aplicación y la no aplicación del proyecto veremos cuales son los beneficios mediante las siguientes tarifas a implementar.

Tarifa		
Por Operación	Por Pax	Por 1Ton. de carga
\$900.00	\$120.00	\$1,300.00

Beneficio Anual de las Operaciones			
Año	Operación	Tarifa/Operación	Beneficio
2001	0 00	\$ 1 300 00	\$ -
2002	0 00	\$ 1 300 00	\$ -
2003	0 00	\$ 1 300 00	\$ -
2004	819 67	\$ 1 300 00	\$ 1 065,573 77
2005	964 90	\$ 1 300 00	\$ 1 254,372 45
2006	1 281 51	\$ 1 300 00	\$ 1 665,967 99
2007	1 775 08	\$ 1 300 00	\$ 2 307 606 73
2008	2 506 33	\$ 1 300 00	\$ 3 258,223 78
2009	3 427 22	\$ 1 300 00	\$ 4 455,386 64
2010	4 435 69	\$ 1 300 00	\$ 5 766,397 12
2011	5 539 60	\$ 1 300 00	\$ 7 201,475 44
2012	6 747 51	\$ 1 300 00	\$ 8 771,759 29
2013	8 068 76	\$ 1 300 00	\$ 10 489,386 18
2014	9 513 53	\$ 1 300 00	\$ 12 367 583 24
2015	11 038 25	\$ 1 300 00	\$ 14 349,726 78
			\$ 72,953,459 42

Beneficio Anual de Pax			
Año	Pax	Tarifa/Pax	Beneficio
2001	0 00	\$ 120 00	\$ -
2002	0 00	\$ 120 00	\$ -
2003	0 00	\$ 120 00	\$ -
2004	4 791 74	\$ 120 00	\$ 575 009 03
2005	5 604 29	\$ 120 00	\$ 672 515 23
2006	7 409 64	\$ 120 00	\$ 889,157 13
2007	10 232 84	\$ 120 00	\$ 1 227,940 24
2008	14 423 64	\$ 120 00	\$ 1 730,836 87
2009	19 712 39	\$ 120 00	\$ 2 365,486 44
2010	25 481 61	\$ 120 00	\$ 3 057 792 97
2011	31 786 24	\$ 120 00	\$ 3 814 348 71
2012	38 674 70	\$ 120 00	\$ 4 640 964 32
2013	46 199 61	\$ 120 00	\$ 5 543,953 11
2014	54 418 54	\$ 120 00	\$ 6 530 224 64
2015	63 081 60	\$ 120 00	\$ 7 569,792 58
			\$ 38,618,021 29

Beneficio Anual de la Carga			
Año	Carga	Tarifa/Ton.	Beneficio
2001	0 00	\$ 1.200 00	\$ -
2002	0 00	\$ 1.200 00	\$ -
2003	0 00	\$ 1.200 00	\$ -
2004	1 500 00	\$ 1.200 00	\$ 1.800.000 00
2005	1 765 77	\$ 1.200 00	\$ 2 118 924 54
2006	2 345 17	\$ 1.200 00	\$ 2 814 204 39
2007	3 248 40	\$ 1.200 00	\$ 3 898 080 30
2008	4 586 58	\$ 1.200 00	\$ 5 503 891 86
2009	6 271 81	\$ 1.200 00	\$ 7 526 176 20
2010	8 117 31	\$ 1.200 00	\$ 9 740 775 45
2011	10 137 46	\$ 1.200 00	\$ 12 164 953 90
2012	12 347 94	\$ 1.200 00	\$ 14 817 525 69
2013	14 765 83	\$ 1.200 00	\$ 17 718 993 88
2014	17 409 75	\$ 1.200 00	\$ 20 891 702 16
2015	20,200 00	\$ 1.200 00	\$ 24 240.000 00
			\$123.235.228 37

Beneficio Anual del Tráfico	
Año	Beneficio Total
2001	\$ -
2002	\$ -
2003	\$ -
2004	\$ 3 440.582 80
2005	\$ 4 045.812 23
2006	\$ 5 369.329 52
2007	\$ 7 433.627 26
2008	\$ 10.492.952 51
2009	\$ 14 347.049 28
2010	\$ 18,564.965 55
2011	\$ 23,180.778 06
2012	\$ 28,230,249 29
2013	\$ 33,752,333 17
2014	\$ 39,789,510 05
2015	\$ 46,159,519 36
\$ 234,806,709 07	

V.3 Resultados.

Resumen de flujos de capital

Año													
	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015
Inversiones	\$15 419 395 33	\$	\$	\$	\$	\$	\$	\$	\$	\$	\$	\$	\$
Costos	\$	\$1 564 104 11	\$1 564 504 11	\$1 564 504 11	\$1 564 504 11	\$1 564 504 11	\$5 921 264 98	\$1 564 104 11	\$1 564 504 11	\$1 564 504 11	\$1 564 504 11	\$1 564 504 11	\$5 921 064 98
Beneficios	\$	\$3 447 092 80	\$4 045 412 23	\$5 369 329 52	\$7 433 627 26	\$10 452 952 51	\$14 347 049 24	\$16 564 965 55	\$23 180 778 06	\$29 230 249 29	\$33 752 333 11	\$39 789 510 05	\$46 159 519 36
Flujo Neto	\$15 419 395 33	\$1 882 988 69	\$2 480 908 06	\$3 804 825 35	\$5 869 123 09	\$8 828 448 34	\$8 425 984 31	\$17 000 461 36	\$21 616 273 89	\$26 665 745 12	\$32 187 824 00	\$38 225 005 88	\$40 238 454 38

Tasa de descuento	12.00%
-------------------	--------

Flujos Netos Descontados	\$15 419 395 33	\$1 871 070 20	\$1 978 083 59	\$2 708 199 53	\$3 729 933 83	\$5 066 241 37	\$4 268 865 88	\$7 690 145 37	\$8 730 450 48	\$9 615 935 02	\$10 363 619 48	\$10 988 775 77	\$10 328 209 02
--------------------------	-----------------	----------------	----------------	----------------	----------------	----------------	----------------	----------------	----------------	----------------	-----------------	-----------------	-----------------

VPN	\$1.724.144.19
-----	----------------

Tasa Interna de Retorno	12.31%
-------------------------	--------

Flujos Netos Descontados	\$15 419 395 33	\$1 871 070 20	\$1 967 290 19	\$2 686 063 88	\$3 689 340 16	\$4 997 414 14	\$4 199 367 35	\$7 544 280 03	\$8 541 453 81	\$9 382 067 57	\$10 083 943 14	\$10 663 017 80	\$9 994 653 31
--------------------------	-----------------	----------------	----------------	----------------	----------------	----------------	----------------	----------------	----------------	----------------	-----------------	-----------------	----------------

VPN	\$0.00
-----	--------

CONCLUSIONES.

CONCLUSIONES.

El desarrollo y crecimiento de toda infraestructura aeroportuaria se debe en parte a la localidad en la cual se encuentra situado, llámese esta un centro turístico, financiero o industrial, ya que el transporte aéreo se ha convertido en los últimos años en un medio rápido, seguro y eficaz, además de ser económico en cuanto a las distancias que se quieren recorrer, debe de prestársele una gran atención a las necesidades que puedan requerir para el mismo, sobre todo cuando este transporte llegue al límite máximo de atención del tráfico aéreo, o en su defecto prevenir estos topes máximos con una atención y evaluación de las situaciones futuras.

Actualmente en nuestro país existen planes para mejorar las deficiencias y necesidades que se van acarreando con el tiempo en cuanto al desarrollo de toda infraestructura, no solamente de la aérea si no que también de la terrestre, ferroviaria y marítima, en lo que respecta al sector aéreo se tiene la pauta de los crecimientos que se han tenido aunque en algunos no muy favorables se ha determinado los siguientes datos en cuanto al tráfico se refiere.

Los pasajeros atendidos por esa red pasaron de 5 millones en 1965 a 27 millones en 1980 y a 54 millones en 1998. Esto significa un crecimiento de 10 veces en 32 años.

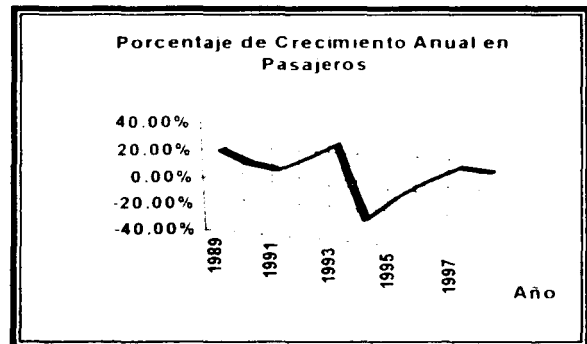
Las operaciones (aterrizajes y despegues) han tenido un incremento de más de 3 veces, al pasar de 400 mil en 1965 a 1.4 millones en 1998.

Actualmente cerca del 40% del movimiento de personas en los aeropuertos se concentra en el aeropuerto de la ciudad de México y en únicamente 7 de ellos (incluido México) se concentra el 60%.

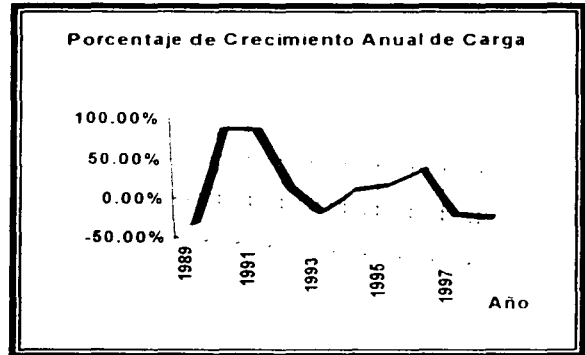
Por lo que hace al movimiento de carga ascendió a 330 mil toneladas el año próximo pasado, casi el doble que 10 años antes.

Estos datos fueron registrados de los 85 aeropuertos que componen el sistema nacional en el 2000, es notoria la falta de atención al desarrollo de la carga aérea por lo que se tiene que mejorar este servicio, así como, para el tráfico de pasajeros por medio de la ampliación y modificación de algunas infraestructuras aeroportuarias mediante la implementación de esquemas de coinversión que permitan con recursos económicos privados, ampliar y mejorar varios edificios terminales y construir instalaciones para la atención de los vuelos de fletamento y de aviación general, tales como pistas, calles de rodaje y plataformas comerciales, generales y de carga. Además de buscar el enlace más adecuado para que medios de transporte terrestre, ferroviarios y marítimos, puedan tener contacto y modo de desplazar a los pasajeros y la carga de alto valor agregado y peso / volumen limitado. Ya que de acuerdo a las estimaciones que se manejan dentro de 15 años el sistema aeroportuario del país deberá transportar a 105 millones de pasajeros y 630 mil toneladas anuales. Es por ello que el desarrollo que a tenido el Aeropuerto de Chihuahua en cuanto a su crecimiento a lo largo del periodo comprendido de 1989 a 1999 en cuanto al tráfico es:

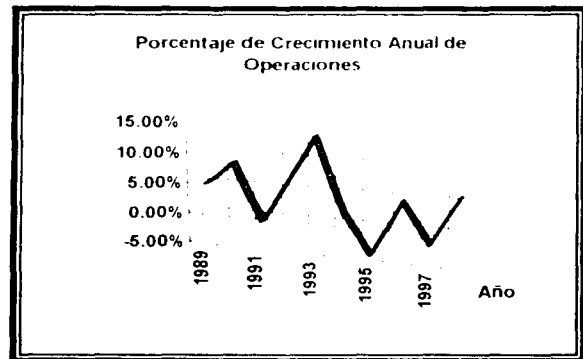
- En cuanto a pasajeros su crecimiento más elevado fue del 27.79% anual y su decrecimiento más crítico fue del -24.91% anual.



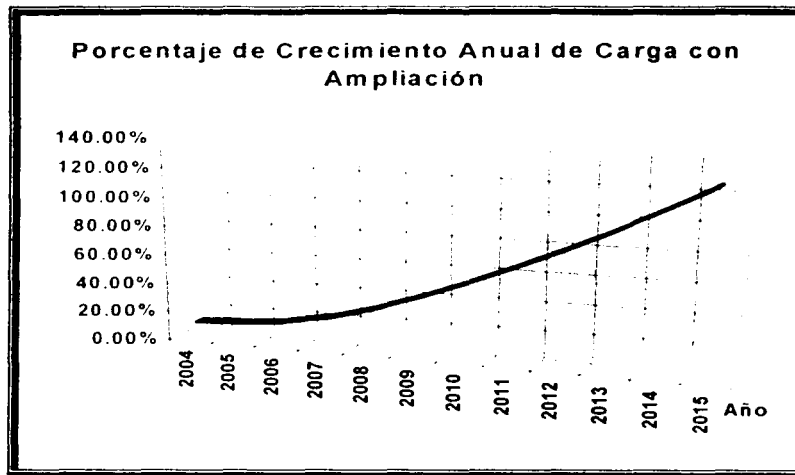
- En cuanto a operaciones su crecimiento más elevado fue del 13.54% anual y su decrecimiento más crítico fue del -4.84%



- En cuanto a carga su crecimiento más elevado fue del 88.96% anual y su decrecimiento más crítico fue del -32.98%



Esto refleja todo lo contrario a las expectativas que se tiene a futuro del aeropuerto, ya sin la ampliación de la infraestructura el crecimiento y la demanda que percibirá será más confiable y uniforme, pero con la ampliación de la infraestructura las expectativas que se tiene sobre la carga en los últimos años se elevan prácticamente al doble de lo esperado por lo que el crecimiento que se espera para el periodo del 2004 al 2015 es:



Esto demuestra que el crecimiento en cuanto a carga se refiere tendrá un comportamiento exponencial, este comportamiento se debe en base a la industria manufacturera ya que en Chihuahua se encuentran establecidos un importante número de maquiladoras, las cuales se dedican a la producción de electrónica y eléctricos, así como, de materias plásticas no descartando que en un futuro la compañías peleteras pueden cobrar fuerza en esa zona, debido a su ganado bovino el cual resulta productor de una excelente carne de alta calidad.

Debido a esto el aeropuerto se puede convertir en un centro concentrador/distribuidor de carga para Chihuahua y el norte del país, obteniendo con esto los beneficios que se han venido buscado con los tratados entre diversas naciones.

El incremento de la carga traerá como consecuencia un excedente en las operaciones a lo que de ninguna manera repercutirá en el futuro operacional del aeropuerto, ya que las operaciones extras a considerar no rebasan la capacidad teórica del campo aéreo.

CAPACIDAD DEL CAMPO AEREO					
Año	Operaciones Comerciales	Carga (Miles Tons.)	FACTOR * DE DISEÑO	Operaciones por Hora	Cap Teo del Campo Aéreo
2001	52,528	8.4	5.777	9	24
2002	61,051	9.9	5.719	11	24
2003	68,437	11.4	5.662	12	24
2004	75,507	14.1	5.605	13	24
2005	80,766	15.4	5.549	15	24
2006	85,059	16.7	5.494	15	24
2007	88,394	18.2	5.439	16	24
2008	90,830	19.9	5.384	17	24
2009	92,319	21.7	5.330	17	24
2010	93,826	23.6	5.277	18	24
2011	95,389	25.7	5.224	18	24
2012	97,020	28.0	5.172	19	24
2013	98,731	30.6	5.120	19	24
2014	100,535	33.3	5.069	20	24
2015	102,390	36.3	5.019	20	24

En el caso de que se presentara la oportunidad de integrar aviones B-747 de exclusividad de pasajeros o de una combinación de carga pasajeros a la terminal comercial, esta cuenta con el área disponible para estacionar dos aviones B-747 en posición de remota, si es que no se contase con el capital suficiente para integrar modificaciones a esta zona.

De presentarse la dicha oportunidad el número de operaciones presentará una reducción, así como, un incremento en el número de pasajeros esto es debido a que en un B-747 puede transportar más pasajeros que el avión de diseño B-727.

Con esta ampliación se considera que el periodo de vida del aeropuerto se extenderá por lo menos otros 15 años más, además de elevar su importancia y lugar dentro del Grupo Aeroportuario Centro Norte en cuestiones de carga, situándolo a su vez dentro de los principales aeropuertos a nivel nacional con infraestructura capaz de manejar aeronaves de gran envergadura como la del B-747, y con la posibilidad de ser uno de los centro de intercambio más importante para el TLC con Estados Unidos y Canadá.

Con la ampliación de la infraestructura aeroportuaria se espera que se cumplan y abarquen todas las expectativas requeridas, tales como las que exigen la OACI (Organización de Aviación Civil Internacional), SSA (Secretaría de Salud y Asistencia) y SEMARNAT (Secretaría del Medio Ambiente y Recursos Naturales); los cuales fueron manejados durante la capitulación de la presente propuesta para la evaluación de aspectos de infraestructura y del medio ambiente.

En cuestiones de infraestructura se puede decir con certeza que se cumplen con todos los rangos mínimos requeridos, sobretodo en dimensiones de la zona aeronáutica. Dentro del entorno del medio ambiente, la mayor afectación por la cual suelen reclamar los habitantes de una comunidad es por el ruido de las aeronaves, el cual será por demás aceptable ya que B-747 utiliza turborreactores los cuales solo emiten 108dB, nivel por de más aceptado por la Organización Mundial de la Salud.

Puesto que la ampliación cumple satisfactoriamente con todas la expectativas requeridas, durante su análisis financiero para definir si es o no rentable la propuesta en el periodo de vida que se plantea las evaluaciones arrojaron interesante resultados en los siguientes 12 años, de los cuales se puede observar que para finales del 2015 los flujos netos descontados presenta una recuperación del capital invertido, así como, de los costos por mantenimiento conciliando una tasa de descuento del 12%.

Año	Flujos Netos Descontados al 12%	Año	Flujos Netos Descontados al 12%
2003	-\$ 75,419,385.33	2010	\$ 7,690,145.37
2004	\$ 1,675,070.20	2011	\$ 8,730,450.48
2005	\$ 1,978,083.59	2012	\$ 9,615,935.02
2006	\$ 2,708,199.53	2013	\$ 10,363,619.48
2007	\$ 3,729,933.83	2014	\$ 10,988,775.77
2008	\$ 5,066,241.37	2015	\$ 10,328,209.02
2009	\$ 4,268,865.88		
		VPN	\$ 1,724,144.19

El resultado final define la rentabilidad del proyecto al final del horizonte de proyección, que por lo general y en base a las experiencias que se tienen de obras de infraestructura el periodo más definido oscila entre los 12 y 15 años para su vida útil.

Dentro de este periodo comprendido de 12 años las tarifas reguladas no representarán alteración alguna para el análisis de costos-beneficios, ya que estas se encontrarán sujetas a las disposiciones de la Secretaría de Comunicaciones y Transportes (SCT), las cuales tendrán un bajo riesgo en cuanto a posibles factores de afectación financieros y políticos, es decir, que se tendrá una demanda inelástica.

Por último y para concluir la propuesta del presente trabajo en el cual se buscó el desarrollo más favorable para la infraestructura del Aeropuerto de Chihuahua y del Grupo Aeroportuario Centro Norte, por lo que se queda por puntualizada la necesidad de mejorar la infraestructura no solamente de ese aeropuerto en especial sino de la mayoría de los aeropuertos del país, ya que en la época actual que se vive, todo desarrollo y seguimiento del mismo depende de la actualización y satisfacción de las necesidades que se vayan estableciendo, es por ello que esta propuesta puede ser un fundamento básico para la presentación de un Plan Maestro de Desarrollo, de tal forma que se puedan prevenir sobrecapacidad del aeropuerto, así como, de una elongación en su periodo de vida útil.

BIBLIOGRAFÍAS.

BIBLIOGRAFÍAS.

1. John R. Wiley, "Air port Administration", Eon foundation for transportation; Inc. Westport 1981 Connecticut.
2. Norman Ashford and Paul H. Wright, "Airport Engineering", Third Edition.
3. Instituto Nacional de Estadística Geografía e Información (INEGI), "Cuaderno Estadístico Municipal. Chihuahua", Edición de 1997, México, 1998.
4. Ing. Alba B. Vázquez G. e Ing. Enrique César V., "Impacto Ambiental", Instituto Mexicano de Tecnología del Agua (IMTA), Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM), Edición de 1994, México.
5. Organización de Aviación Civil Internacional (OACI), "Manual de Proyecto de Aeródromos. Parte 1. Pistas", OACI, Segunda edición de 1984, Québec Canadá.
6. Organización de Aviación Civil Internacional (OACI), "Manual de Proyecto de Aeródromos. Parte 2. Calles de Rodaje, plataformas y apartaderos de espera", OACI, Tercera edición de 1991, Québec Canadá.
7. Organización de Aviación Civil Internacional (OACI), "Manual de Proyecto de Aeródromos. Parte 3. Pavimentos", OACI, Segunda Edición de 1983, Québec Canadá.
8. Organización de Aviación Civil Internacional (OACI), "Manual de Planificación de Aeropuertos. Parte 1. Planificación general", OACI, Segunda edición de 1987, Québec Canadá.
9. Organización de Aviación Civil Internacional (OACI), "Manual de Planeación de Aeropuertos. Parte 2. Utilización del terreno y control del medio ambiente", OACI, Segunda edición de 1985, Québec Canada.
10. Organización de Aviación Civil Internacional (OACI), "Normas y métodos recomendados internacionales. Aerodromos Anexo 14" al convenio sobre Aviación Civil Internacional, OACI, Tercera edición Julio de 1999, Québec Canada.
11. Secretaria de Comunicaciones y Transportes (SCT), Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM), "Planeación de Aeropuertos", México, 1986.
12. Robert Horonjell, "Planeación y Diseño de Aeropuertos", Segunda edición de 1975, United States of America.
13. Aeropuertos y Servicios Auxiliares (ASA), "Sistema Estadístico Aeroportuario", Edición de 1996, Mexico.

Direcciones de la World Wide Web (WWW):

- | | |
|---|---|
| 14. BOEING | http://www.boeing.com |
| 15. Instituto Nacional de Estadística,
Geografía e Informática | http://www.inegi.gob.mx |
| 16. Geología | http://mexico.udg.mx |
| 17. Secretaria del Medio Ambiente
y Recursos Naturales | http://www.semarnat.gob.mx |
| 18. Secretaria de Salud y Asistencia | http://www.ssa.gob.mx |
| 19. Secretaria de Comunicaciones y
Transportes | http://www.sct.gob.mx |