



**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA  
DE MÉXICO**

FACULTAD DE INGENIERÍA

**CONSTRUCCIÓN DEL NUEVO AEROPUERTO  
DE TEPIC, NAY. PRIMERA ETAPA**

**T E S I S**

QUE PARA OBTENER LA

**LICENCIATURA EN  
INGENIERÍA CIVIL**

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

**RAMONA ISABEL MAZIER ATALA**

DIRECTOR DE TESIS  
ING. ERNESTO RENÉ MENDOZA SÁNCHEZ



MÉXICO, D.F.

2005

m341960



Universidad Nacional  
Autónoma de México



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

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

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

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



UNIVERSIDAD NACIONAL  
AUTÓNOMA DE  
MÉXICO

FACULTAD DE INGENIERÍA  
DIRECCIÓN  
FING/DCTG/SEAC/UTIT/079

Señorita  
RAMONA ISABEL MAZIER ATALA  
Presente

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

**"CONSTRUCCIÓN DEL NUEVO AEROPUERTO DE TEPIC, NAY. PRIMERA ETAPA"**

INTRODUCCIÓN

- I. ANTECEDENTES
- II. ESTUDIO DE FACTIBILIDAD
- III. PROYECTO EJECUTIVO
- IV. CONSTRUCCIÓN DE LA OBRA
- V. PROPUESTA PARA UNA PRIMERA ETAPA OPERATIVA

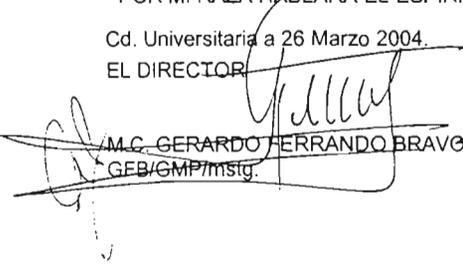
Ruego a usted cumplir con la disposición de la Dirección General de la Administración Escolar en el sentido de que se imprima en lugar visible de cada ejemplar de la tesis el Título de ésta.

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 HABLARÁ EL ESPÍRITU"

Cd. Universitaria a 26 Marzo 2004.

EL DIRECTOR

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

Autorizo a la Dirección General de Bibliotecas de la UNAM a difundir en formato electrónico e impreso el contenido de mi trabajo recepcional.

NOMBRE: Isabel Mazier Atala

FECHA: 11-03-05

FIRMA: Isabel Mazier

# ÍNDICE

	Página
<b>AGRADECIMIENTOS</b>	
<b>INTRODUCCIÓN</b>	<b>1</b>
<b>I. ANTECEDENTES</b>	<b>5</b>
1.1 MARCO GEOGRÁFICO	5
1.2 DATOS SOCIOECONÓMICOS	8
1.3. NECESIDAD DE UN NUEVO AEROPUERTO	
<b>II. ESTUDIO DE FACTIBILIDAD</b>	<b>18</b>
2.1 DEMANDA DE TRANSPORTE	18
2.2 LOCALIZACIÓN DE SITIOS	24
2.3 ELECCIÓN FINAL	26
<b>III. PROYECTO EJECUTIVO</b>	<b>28</b>
3.1 DESCRIPCIÓN Y CARACTERÍSTICAS DEL PROYECTO	28
3.2 ESPECIFICACIONES DEL PROYECTO	42
<b>IV. PROPUESTA PARA UNA ETAPA OPERATIVA</b>	<b>76</b>
4.1 OBJETIVOS SOCIOECONÓMICOS INMEDIATOS	76
4.2 DISPONIBILIDAD DE RECURSOS ECONÓMICOS	78
4.3 SELECCIÓN DE LA ETAPA OPERATIVA	78
<b>V. CONSTRUCCIÓN DE LA OBRA</b>	<b>84</b>
5.1 LICITACIÓN Y ADJUDICACIÓN DE LA OBRA	84
5.2 PROCEDIMIENTO CONSTRUCTIVO	92
5.3 PROBLEMAS Y SOLUCIONES DE LA OBRA	95
5.4 RECONSIDERACIONES DEL PROYECTO	96
<b>CONCLUSIONES</b>	<b>100</b>
<b>BIBLIOGRAFÍA</b>	<b>102</b>

## FIGURAS

FIGURA 1. Mapa de localización del Estado de Nayarit	5
FIGURA 2. Mapa de división de Municipios	6
FIGURA 3. Mapa de provincias fisiográficas	7
FIGURA 4. Mapa de localización del antiguo aeropuerto	12
FIGURA 5. Foto del aeropuerto anterior	13
FIGURA 6. Tentativa de ampliación	17
FIGURA 7. Mapa de área de influencia	19
FIGURA 8. Mapa de localización actual del aeropuerto de Tepic "El Pantanal"	26
FIGURA 9. Máximo desarrollo	29
FIGURA 10. Sección estructural pista 02-20	31
FIGURA 11. Sección estructural calles de rodaje	31
FIGURA 12. Sección estructural plataforma de operaciones 02-20	32
FIGURA 13. Sección del camino de acceso	35
FIGURA 14. Planta del sistema de drenaje	39
FIGURA 15. Espacio aéreo	41
FIGURA 16. Estado actual del aeropuerto	83

## GRÁFICAS

GRÁFICA 1. Movimiento diario de pasajeros en aviación regional	20
GRÁFICA 2. Movimiento diario de operaciones	21
GRÁFICA 3. Demanda de operaciones para 1988	21
GRÁFICA 4. Demanda estimada de pasajeros anuales para el año 2000	22
GRÁFICA 5. Estimación de operaciones anuales para el año 2000	23
GRÁFICA 6. Tiempo de recuperación de la inversión	76

## AGRADECIMIENTOS

Deseo agradecer de manera especial al Ing. Ernesto René Mendoza Sánchez por su valioso apoyo para la realización de este trabajo.

Mi reconocimiento por sus acertadas observaciones al trabajo a los profesores Ing. Federico Dovalí Ramos, Ing. Agustín Demeneghi Colina, Ing. Víctor Franco e Ing. José Luis Esquivel Ávila.

Al Ing. Lozano con cariño y agradecimiento por su apoyo incondicional tanto para iniciar este trabajo así como por sus valiosos comentarios y sugerencias durante su desarrollo.

A la M. en C. María Angélica Alucema Molina todo mi agradecimiento y admiración por sus valiosos comentarios y sugerencias en la estructuración de este trabajo, sin los cuales no hubiera podido concluir de manera científica esta tesis.

Agradezco con todo mi amor a mis hermanos Evangelina, María Antonieta, Amparo, Salud (†) y Guillermo por su incondicional amor y apoyo en todo momento de mi vida.

A mi sobrina Gamali Estrella por su invaluable apoyo para que se lograra concretizar este proyecto, por las difíciles condiciones existentes para finalizarlo.

Y en forma muy especial a quien fue mi principal mentor, mi hermano Antonio (q.e.p.d.), quién me dio sus valiosos conocimientos y experiencia durante todo el desarrollo de este trabajo y que desafortunadamente ya no podrá ver el fruto de lo que sembró.

**Dedico este trabajo a mis padres con amor**

**Antonio Mazier Martínez (†) y Lilia Ernestina Atala Villegas (†)**

**Quienes me inculcaron la ayuda al prójimo, la honradez y el  
respeto, valores que han sido la guía en mi vida...**

**Y**

**Al Ing. Alberto Mead Veramendi (†)**

**A quien no tengo con qué agradecer su aprecio, dedicación y  
orientación para que retomara mis estudios que son el sustento  
para mi trabajo, lo cual nunca dejaré de valorar...**

## INTRODUCCIÓN

Para el hombre volar desde tiempos muy remotos ha sido uno de sus más caros anhelos, por lo que desde los inicios de la aviación lo han llevado a acondicionar determinadas extensiones de terreno con instalaciones adecuadas para el ascenso y descenso de aparatos voladores; por otra parte, fue necesario que estas instalaciones albergaran talleres para fabricar, reparar aparatos voladores y cobertizos para resguardarlos. Se puede decir que este conjunto de instalaciones es lo que conocemos actualmente como aeródromos o aeropuertos.

Los aeropuertos se encuentran actualmente dotados de modernas instalaciones para facilitar el movimiento de las aeronaves y brindar a los pasajeros los servicios necesarios para realizar trámites y operaciones relacionadas con la transportación aérea.

Nuestro país, México, no se ha visto desligado de los constantes cambios y adelantos de la aviación, por lo que ha tenido la necesidad de adecuar e incrementar la Red Aeroportuaria Nacional. En los casos en que las readecuaciones en los ya existentes no hayan sido factibles, se construyen nuevos aeropuertos, como es el caso del aeropuerto de Tepic, objeto de la presente investigación. Éste está localizado en las cercanías de la Ciudad de Tepic, Nayarit, región considerada como polo turístico y zona de desarrollo agrícola e industrial, lo que implica un incremento en el transporte terrestre y aéreo.

El Estado de Nayarit, tiene su asiento en la Sierra Nayarita y en ella subsisten aún algunos grupos indígenas como son los coras, huicholes y tepehuanos; esta sierra desciende al litoral del pacífico, por lo cual se le considera como centro de atractivo turístico por sus grandes riquezas y porque está dotada por kilómetros de playa.

La ciudad de Tepic es la Capital de Nayarit y es de gran importancia dentro de la estructura estatal por ser un centro administrativo, lo cual genera la necesidad de transportar personas y mercancías.

Tepic está considerada como una de las 22 áreas de concentración de atractivos turísticos prioritarios que la establece como unidades de Planeación especial, a las que se canalizan inversiones públicas, además de estar propuesto como centro Agro-Industrial para abasto, con características de integración regional.

Como necesidad sustancial, tanto en la actividad industrial como en la turística y en la de movimientos internos y de internación, fue prioritario el planteamiento de la infraestructura de Comunicaciones y Transportes, para el Estado de Nayarit partiendo de su capital Tepic, como eje de atención prioritaria.

Las primeras instalaciones aeroportuarias fueron construidas en el Estado de Nayarit alrededor del año 1947, con un aeródromo al que posteriormente se le realizaron adiciones a fin de hacerlo más seguro, suficiente y cómodo para prestar los servicios aeroportuarios en buenas condiciones de operación.

Los estudios económicos y financieros realizados en los años 70's y 80's, manifestaron que era importante la actividad aérea para la ciudad de Tepic y su área de afluencia, ya que hacía prever demandas estimadas en 100 mil pasajeros para 1990 y un crecimiento de hasta 325 mil en el mediano plazo, por lo que fue importante revisar las instalaciones existentes en relación a las nuevas demandas, dado que éstas se manifestaban insuficientes.

La revisión de un estudio de los antecedentes del aeropuerto existente, concluyó que no contaba con la capacidad para atender la demanda prevista y además su ubicación impedía ampliarlo, pues se encontraba rodeado por la mancha urbana de la ciudad; adicionalmente, los obstáculos orográficos aledaños importantes complicaban la seguridad de las operaciones aéreas, de tal forma estaba impedido

el crecimiento del aeropuerto. Posteriormente, para cubrir las expectativas de desarrollo económico de la región, se consideró indispensable planear y proyectar de inmediato la reubicación del aeropuerto existente, ya que se manifestaba claramente como incapaz de absorber la demanda creciente, lo cual exigía el empleo de equipo más moderno y capaz de mover un número de pasajeros y mercancías que demandaban ya su urgente atención.

Como consecuencias de lo anterior, en los años 80's, la extinta Dirección General de Aeropuertos dependiente de la Secretaría de Comunicaciones y Transportes efectuó el Estudio del Plan Maestro, el cual determinó la necesidad de construir un nuevo Aeropuerto, que atendiera la necesidad de operación de equipos de mayor capacidad, con el objeto de poder integrar al Estado de Nayarit y en especial a su ciudad Capital Tepic, a la red de vuelos troncales de la República Mexicana.

Con todos los antecedentes antes descritos, la Dirección General de Aeropuertos, se dio a la tarea de la localización de un sitio apropiado para alojar el nuevo Aeropuerto de Tepic, con características geométricas propias, para lograr el fin deseado. Para lo anterior, se debió considerar para ello a la Dirección de Aeronáutica Civil, como autoridad aeronáutica del país.

Se logró así ubicar el sitio denominado "El Pantanal" como el de mejor características, por lo que se concretó una primera Etapa Operativa que se llevaría a cabo tanto por la Dirección General de Aeropuertos, como por el Organismo descentralizado de Aeropuertos y Servicios Auxiliares, en dos etapas de construcción de las cuales la primera, se vio afectada por la situación económica prevaleciente del país. Por lo anterior, la presente tesis se enfoca a la descripción de las características generales de la construcción en su primera etapa.

En el primer capítulo se describe la situación geográfica del lugar, destacando las características positivas y negativas de lugar con relación a su ubicación, clima,

hidrografía, orografía y datos socioeconómicos, el estatus que guardaba el anterior aeropuerto y la tentativa de ampliación del mismo a un mediano plazo.

En el segundo capítulo se explica el estudio de factibilidad realizado, en el que se analizó la demanda del transporte aéreo (pasajeros, operaciones, carga) en todas sus formas (anual, horaria , hora crítica), para valorar la oferta de infraestructura, en cuanto a su inversión, que determino el impacto que se causaba a nivel Regional o Nacional y concluyó la necesidad de realizar la construcción del nuevo aeropuerto, obligando con esto a la elección del sitio de acuerdo a las normas establecidas por la Organización de Aviación Civil Internacional.

En el tercer capítulo se describen cada uno de los elementos que integran el proyecto ejecutivo, el espacio aéreo requerido de acuerdo a su ubicación, así como las especificaciones de construcción establecidas para la construcción de la pista, rodajes camino de acceso y obras de drenaje para el nuevo aeropuerto.

En el cuarto capítulo se menciona que después de haber determinado los beneficios socioeconómicos que impactaría la construcción del nuevo aeropuerto, la disponibilidad de recursos, se dispuso de entre diversas alternativas, la elección de la primera etapa operativa del aeropuerto.

En el quinto capítulo veremos como se llevo a cabo la contratación de la obra, el proceso constructivo y las problemáticas y soluciones presentadas en su desarrollo constructivo.

## ANTECEDENTES

### 1.1 Marco Geográfico

El Estado de Nayarit se localiza entre los paralelos 20°37' y 23°00' Latitud Norte y los meridianos 103°58' y 105°45' Longitud Oeste. Su territorio es alargado con dirección sureste a noreste, a continuación en la figura 1 se muestra un mapa de localización.

**Figura 1. Mapa de localización del Estado de Nayarit**

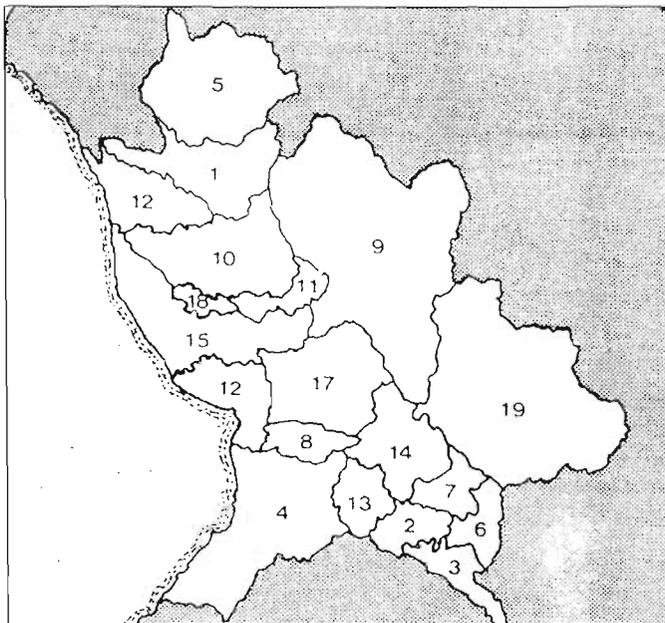


Fuente: Plan maestro del Aeropuerto de Tepic Nayarit

Se ubica al occidente de la mesa central, de modo que desciende de las cúspides de la Sierra Madre hasta el litoral del Pacífico, colinda al norte con Durango y Sinaloa, al oriente con Zacatecas y Jalisco y al Occidente con el Océano Pacífico.

Cuenta con una superficie de 28 mil km<sup>2</sup>, incluyendo los archipiélagos de las Islas Marias. Se divide políticamente en 19 municipios desde 1930 como se muestra en la figura 2 Mapa de División de Municipios y geológicamente en cuatro provincias Fisiográficas: La Sierra Madre Occidental, La Llanura Costera, Pacífico, el Eje Neovolcánico y La Sierra Madre del Sur, figura 3 mapa de Provincias Fisiográficas.

**Figura 2. Mapa de División de Municipios**



Municipio	Superficie en Km <sup>2</sup>	Municipio	Superficie en Km <sup>2</sup>
Acaponeta	1 333,709	Ruiz	371.295
Ahucatlan	494.396	San Blas	888.878
Amaltande Cañas	509,765	San Pedro laquillas	553.656
Compostela	2 681.707	Santa Maria del oro	1 119.556
Huajicori	2 267.507	Santiago ixciuintla	1 870.920
Ixtlan	476.935	Tecuala	1 011.064
Jala	463.070	Tepic	1 629.739
Jalisco	438.110	Tuxpan	178.455
Nayar	5 264.309	La Yesca	4 419.855
Rosamorada	1 891.875	Superficie Total	27 864.801

Fuente: Plan maestro del Aeropuerto de Tepic Nayarit

Figura 3. Mapa de Provincias Fisiográficas



Fuente: Plan maestro del Aeropuerto de Tepic Nayarit

### Clima

El clima que domina la mayor parte del Estado de Nayarit es cálido concentrándose principalmente a lo largo de la costa y en las zonas bajas de los valles de los ríos Huaynamota y San Pedro.

En menor grado, se distribuyen además climas semicálidos en una franja que va de norte a sur situado precisamente en la zona de transición entre la llanura costera y la Sierra Madre Occidental.

Como efecto del predominio de climas cálidos en el Estado se ha desarrollado una intensa actividad agrícola basada en cultivos tropicales, tales como tabaco, caña de azúcar y frutales, que en su mayoría están sujetos épocas de temporal y humedad, sin afectar las zonas de riego.

La precipitación tiene su máxima incidencia en el mes de septiembre, con un valor que oscila entre los 390 y 400 milímetros y la mínima, se presenta en abril con un valor menor a los 5 milímetros.

### **Hidrografía**

El Estado queda comprendido en parte en las siguientes zonas hidrológicas: Río Presidio, San Pedro, Lerma, Chapala y Ameca.

### **Orografía**

La Sierra Madre Occidental y las diversas estribaciones<sup>1</sup> que entran en la entidad cortan su territorio, lo hacen muy accidentado y lo dividen en los tres Sistemas: Occidental del Pacífico, Central Oriental y Sierra Nayarit.

## **1.2 Datos Socioeconómicos**

El desarrollo económico de esta entidad ha sido muy bajo en virtud a que sólo se ha explotado el rubro de agricultura, ganadería, servicultura y pesca.

La agricultura es la actividad más importante de Nayarit, debido al valor de su producción y la ocupación que genera; a ella se dedican las principales localidades de la entidad, las cuales están localizadas en tres zonas: la costa norte que se extiende desde los límites de Sinaloa a la Bahía de San Blas hasta

---

<sup>1</sup>Estribo (de montaña): Proximidad o inmediatez de algo

la bahía de Banderas, con llanuras más estrechas y corrientes menos importantes y la de los fértiles valles que corren en forma escalonada la parte central del Estado.

A la Zona Norte pertenecen las localidades de Santiago Ixcuentla y Tuxpan en donde se encuentra al principal faja de agricultura de riego de la entidad y Tecuala con agricultura de humedad. En la zona sur se encuentran Zacualpan y las Varas con otra banda de riego; ambas localidades pertenecen al municipio de Compostela. En el corredor central se localiza la agricultura de temporal en localidades como Compostela, Tepic, Rosamorada y Acaponeta.

Tepic, Capital del Estado, se localiza entre los 21°23' latitud norte y los 104°14' longitud oeste con una altitud de 687 m sobre el nivel del mar en la región centro sur de Nayarit. Esta región representa el 17.04% del total del Estado y está integrada por los Municipios de Compostela, Tepic y Jalisco en una superficie de 1,630 km<sup>2</sup>.

Pertenece a la denominada provincia del Eje Neovolcánico por la cadena de grandes estratos volcánicos que la atraviesan.

Su clima es cálido subhúmedo y la temperatura media anual de 22°C La máxima ocurrencia de lluvias se registra en agosto y la mínima en mayo.

El Río Huaynamota drena gran parte de la zona y el de Mololoa con un recorrido de 58 km es el río de descarga de la Ciudad de Tepic la cual recorre en dos terceras partes.

La vegetación característica esta formado por asociaciones del tipo templado. Domina la de la selva baja caducifolia<sup>2</sup> en el lomerío suave asociado con cañada en la meseta lávoica.

El Municipio de Tepic entre los 700 y 800 m. sobre el nivel del mar y sus bosques de encino y roble entre 1500 y 1800 metros sobre el nivel del mar, con un promedio de árboles por hectárea. Entre la vegetación se cuenta el palo blanco, linaloe, copal y algunas coníferas.

Rodeando la ciudad se encuentra una pequeña zona con suelos de tipo de pradera montañosa.

Los cultivos frutales más importantes son: la caña de azúcar, tabaco, maíz, frijol, mango, guanábana y aguacate. Los usos de suelo son mayoritariamente (53.2%) pastizales de lomerío, tierras de labor (18.7%) y el 13.7% restante son tierras improductivas.

En su economía predomina la ganadería de tipo extensivo<sup>3</sup>, basada principalmente en bovinos, cría de aves y equinos y en los últimos años la apicultura.

---

<sup>2</sup> Caducifolia: Dicho de los árboles y de las plantas: De hoja caduca, que se les cae al empezar la estación desfavorable

<sup>3</sup> La ganadería de tipo extensivo es la actividad económica principal en el renglón agropecuario. Se desarrolla básicamente en áreas cubiertas de pastizal nativo y ocasionalmente en praderas de zacate buffel. Asimismo, existen algunos casos que pueden considerarse como ganadería semiintensiva ya que integran la utilización de praderas irrigadas. Las razas explotadas son de ganado bovino criollo y criollo cruzado, principalmente, seguidas de Hereford y otras como Charolais, Cebú, Charbray, Brangus y Angus

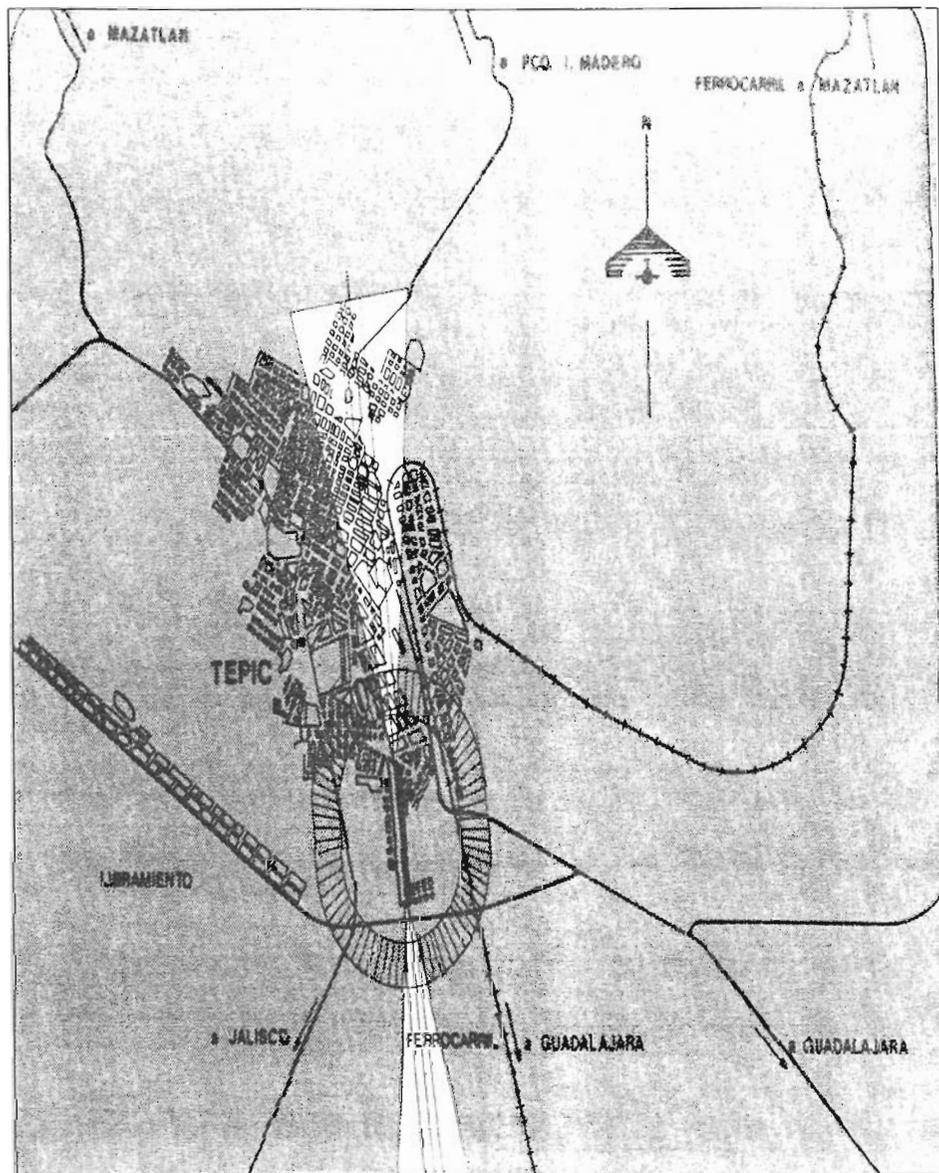
La necesidad de construir un nuevo Aeropuerto en Tepic surgió a principio de la década de los 80's cuando se observó el sucesivo incremento en la demanda aeroportuaria y la falta de capacidad para atenderla por medio de las instalaciones con que se contaba para esas fechas, instalaciones que ya comprometían seriamente la seguridad de las operaciones aeronáuticas y por supuesto de la propia población, dada la ubicación de las mismas.

### **1.3 Necesidad de un nuevo aeropuerto**

En la creación del nuevo aeropuerto influyó la necesidad de utilizar aeronaves más modernas y de mayor fuselaje apropiadas para la nueva y creciente demanda, pues la que operaban hasta entonces, apenas si eran capaces de mover un máximo de 40 pasajeros, acorde a la escasa longitud de pista con que se contaba de 1 600 m la cual estaba totalmente impedida de crecer por la cercanía de la mancha urbana que la rodeaba.

En primera instancia la Dirección General de Aeropuertos consideró ampliar el Aeropuerto existente, cuya superficie era de 25.6 hectáreas. En su origen se encontraba fuera de la zona urbana, sin embargo, a 55 años de su construcción se vió ya limitado por las siguientes colindancias: al norte, Avenida Aviación y un campo deportivo; al este, con la colonia H Providencia y la Unidad Habitacional del INFONAVIT; al sur, con el libramiento carretero y una zona agrícola y al oeste con las colonias Aviación y Lázaro Cárdenas, como se puede observar en la figuras 4 y 5 Mapa y fotografía de localización del antiguo aeropuerto respectivamente.

Figura 4. Mapa de localización del antiguo aeropuerto



Fuente: Plan maestro del Aeropuerto de Tepic Nayarit

Figura 5. Aeropuerto Anterior



Las instalaciones con que contaba el anterior aeropuerto de Tepic, eran las siguientes:

### 1.3.1 Instalaciones

#### a) Zona Aeronáutica:

Pista 16-34, 1600 m de largo x 30m de ancho.

Rodajes, 3 calles de rodaje: alfa 65.44 x 7.35 m bravo 45.75 x 7.75 m, coca 45.05 x 7.85 m

#### b) Zona Terminal:

Plataforma de pernocta de 300 x 30 m

.Edificio Terminal 282 m<sup>2</sup>

Estacionamiento para 1 5 automóviles, 600 m<sup>2</sup>

#### c) Instalaciones de apoyo

Torre de control, es un edificio de cuatro unidades utilizando el cuarto nivel para la cabina.

Zona de combustibles: turbosina 90 000 litros; gas-avión 100-130 125 000 litros; gas avión 80-87 60,000 litros; agua 57,000 litros.

Cuerpo de Rescate y Extinción de Incendios, contaba con una pipa cisterna de agua, otra con agua ligera y una ambulancia para la operación de aeronaves el

aeropuerto estaba equipado con dos conos indicadores de la dirección del viento.

### **1.3.2 Capacidad de Operación**

De conformidad con el Plan Maestro del Aeropuerto de Tepic, Nayarit, la capacidad de operación del anterior aeropuerto consistía en:

#### **Sistema de pista-rodaje**

Capacidad para atender 4 operaciones horarias, por lo que se consideraba que tendría capacidad hasta el año 1995 de acuerdo con la demanda de la aviación regional, sin embargo, se hace énfasis en que estas operaciones estaban restringidas por la Organización de Aviación Civil Internacional debido a que no se cubrían las normas mínimas de seguridad.

#### **Plataforma de aviación comercial**

Cubría la demanda de tres posiciones simultáneas, requiriéndose por el entonces de cuatro posiciones.

#### **Plataforma de aviación general**

Su área de pernocta tenía capacidad para 25 avionetas con lo que se pretendía cubrir la demanda hasta el año de 1995.

#### **Edificio Terminal**

Capacidad para atender aproximadamente 72 pasajeros horarios que requerían en esas fechas, por lo menos, instalaciones para 110 pasajeros.

#### **Hangares**

Su número se consideraba suficiente hasta 1995; sin embargo, de los existentes el 50% estaban localizados fuera del lindero del aeropuerto.

#### **Zona de Combustibles**

Por el tipo de aviación que operaba existía capacidad para cubrir la demanda hasta el año 1995.

El estacionamiento para automóviles resultaba insuficiente ya que sólo contaba con cajones para 15 automóviles en un área de 600 m<sup>2</sup>.

En forma inmediata y para cubrir necesidades de corto plazo, conforme a lo enunciado anteriormente y otras consideraciones, el aeropuerto requeriría para los años 90's lo siguiente:

- Ampliar la pista a 2 300 m. de largo por 45 m. de ancho, con el propósito de atender un incremento en la demanda de aviones de mayor capacidad y autonomía.
- Ampliar de 300 a 450 m<sup>2</sup> el edificio terminal a fin de tener capacidad para atender a 110 pasajeros horarios.
- Instalar, para ayudas a la navegación un radio-faro omnidireccional de alta frecuencia (VOR/DME).
- Ampliar la capacidad de vehículos en el estacionamiento para atender cuando menos a 50 vehículos en lugar de los 15 establecidos.

### **1.3.3 Problemática particular**

Como ya se indicó anteriormente, el aeropuerto de Tepic se encontraba ubicado dentro de la zona urbana, sin posibilidades de ampliación que no afectaran a la población establecida en sus cercanías, así mismo, por el transcurso del tiempo, la falta de una debida planeación y por no observar en su desarrollo estrictamente las normas de seguridad establecidas por la Organización de Aviación Civil Internacional, este aeropuerto presentaba en forma particular la siguiente problemática.

#### **a) Zona Aeronáutica**

Los linderos del aeropuerto se encontraban reducidos con respecto al eje de la pista, por lo que no se cumplía con las franjas mínimas de seguridad, existen construcciones altas que limitan el espacio aéreo del aeropuerto como son: una iglesia, un tanque elevado y el edificio del Instituto Nacional Indigenista.

Existe tránsito sobre las pistas por los habitantes de las colonias circunvecinas que al pasar de una colonia a otra rompen la malla del cercado perimetral.

## **b) Zona Terminal**

Estaba constituida por una plataforma de pernocta de 300 x 30m. en la que se estacionan los aviones DC-3, sin embargo por lo reducido del ancho de la superficie, los aviones obstaculizan el rodaje de la plataforma originando que los demás aviones lo tengan que hacer por la pista, presentándose, de hecho, que sólo uno de los rodajes sirviera para pasar de pista a plataforma y viceversa.

De la unidad de apoyo y servicios, el área de administración se encontraba localizada en la torre de control debido a que no existe espacio en el edificio terminal para su ubicación.

## **c) Instalaciones de Apoyo**

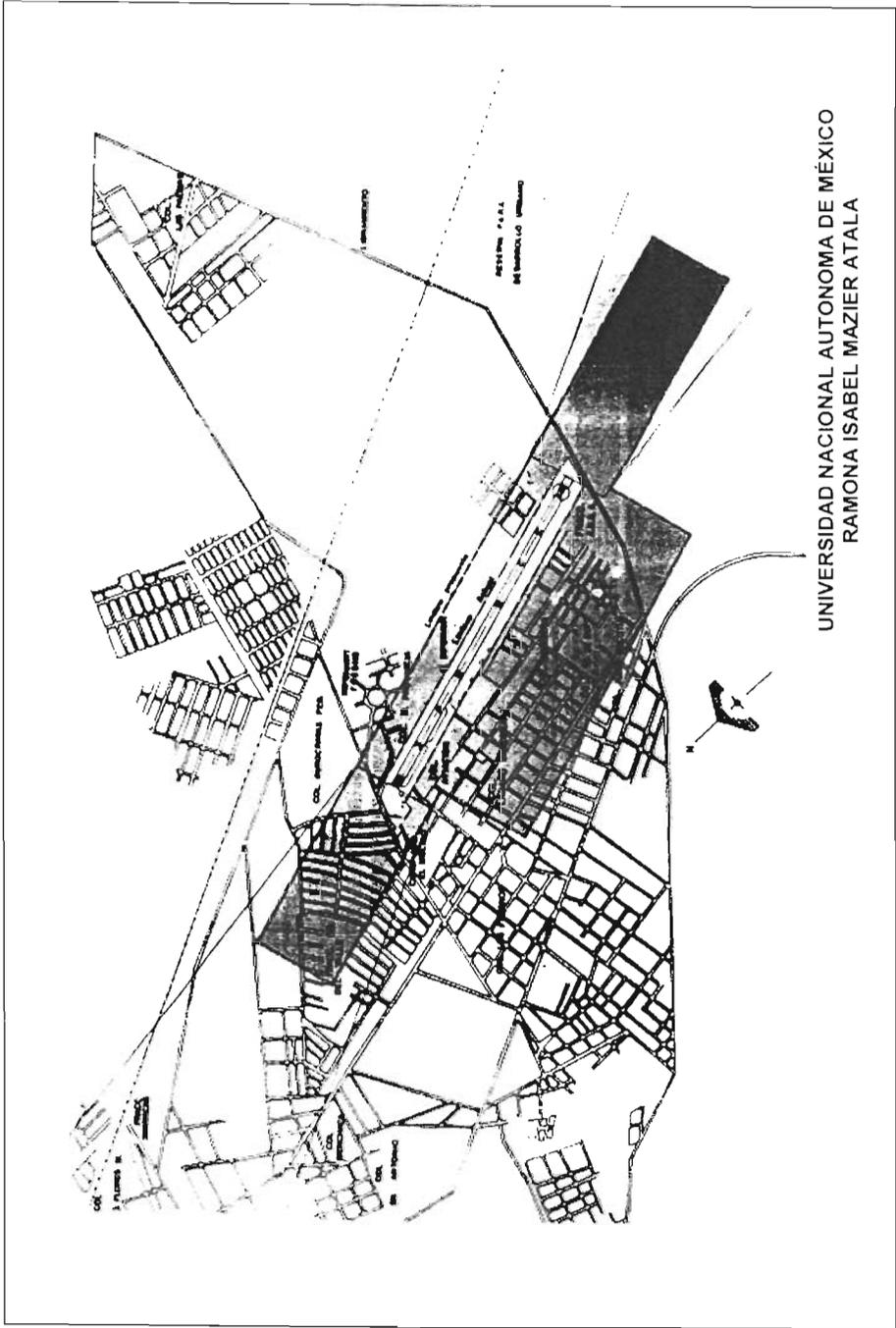
Para ayudas a la navegación el aeropuerto contaba con un radio-faro direccional de baja frecuencia el cual dejó de funcionar desde 1986.

La zona de combustibles, no contaba con franja de protección de seguridad, ya que colindaba con otros edificios.

El C.R.E.I., no contaba con un camino directo a la pista para una rápida llegada a ella, además las unidades de rescate no contaban con equipo de radio para comunicación con Torre de Control.

Pero dadas las limitaciones en relación a una mayor extensión de terreno y que esto provocaría un alto costo social por pago de indemnizaciones y esto no resolvería la problemática presentada ya que el Aeropuerto quedaría dentro de la mancha urbana con altos riesgos para las operaciones, como se puede mostrar en la figura No. 6 "Tentativa de Ampliación".

Figura 6. "Tentativa de Ampliación"



## II. ESTUDIO DE FACTIBILIDAD

### 2.1 DEMANDA DE TRANSPORTE AÉREO

Los estudios de factibilidad para este nuevo aeropuerto se iniciaron en la década de los 70's y durante el desarrollo del Estudio del Plan Maestro en los años 80's, se determina la necesidad de construir un nuevo aeropuerto.

Uno de los principales rubros a considerar fue el de la Demanda del Transporte Aéreo, en el que se definen todos los parámetros de la demanda (pasajeros, operaciones y carga) en todas sus formas anuales, hora crítica, dentro del área de influencia del aeropuerto (conjunto de localidades cercanas al aeropuerto cuyos habitantes tomarán el avión en el mismo). Para este aeropuerto se utilizó el llamado método de llamadas telefónicas, que se basa en la relación de llamadas telefónicas entre las localidades del área de influencia y el resto del país.

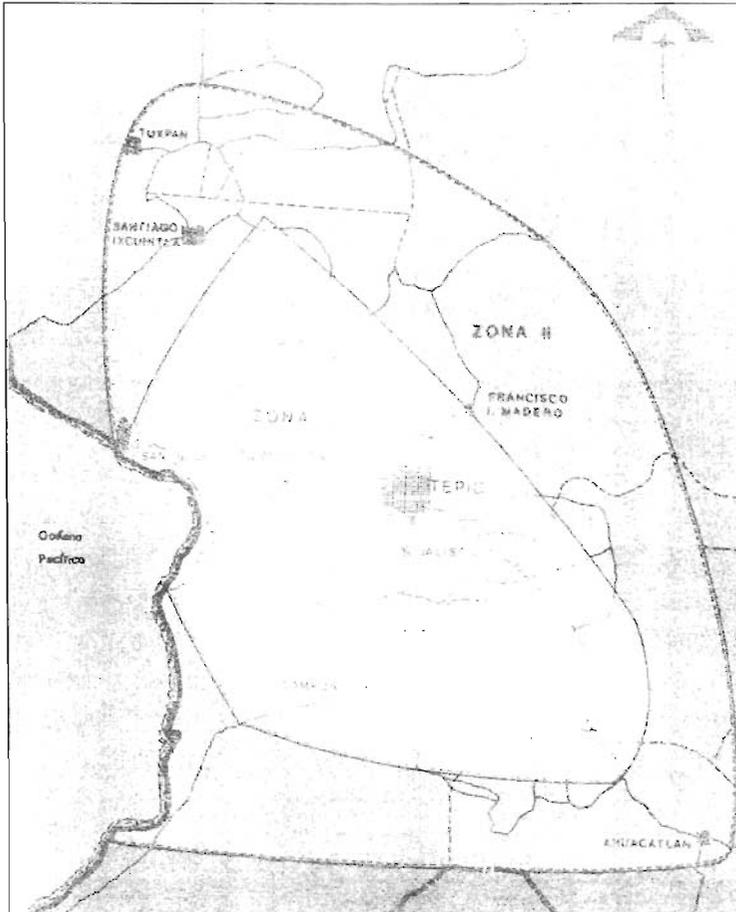
Para obtener el pronóstico de la demanda aérea se involucraron diversos análisis debido a las variantes que presentaban las características de los usuarios, tomando en cuenta que el transporte aéreo de uso diario en las actividades de los usuarios se realizaba en aviones con capacidad de 30 pasajeros, que realizaban vuelos de poblaciones localizadas en la sierra, incomunicadas por otros medios.

Otro tipo de aviación, lo constituían los taxis aéreos que brindan servicios de transporte a comunidades en que solamente pueden operar avionetas de cuatro a seis plazas. Un tercer tipo son los usuarios que desean comunicarse con el resto del país por este medio de transporte.

Para definir el potencial de usuarios que demanda el servicio de transporte aéreo fue necesario determinar el área de influencia del aeropuerto, que

derivado de las condiciones naturales de la región, se considera bajo circunstancias especiales que involucran tres zonas de influencia (Figura 7).

**Figura 7. Mapa de Área de Influencia**



Fuente: Plan maestro del Aeropuerto de Tepic Nayarit

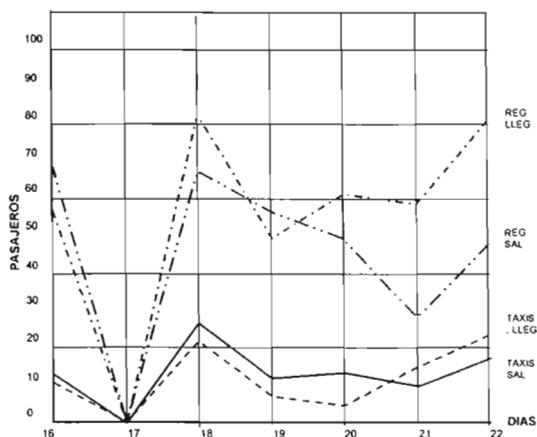
La primera zona, involucró a todas aquellas poblaciones localizadas a una distancia en tiempo de recorrido por carretera en automóvil que no excede de 60 minutos; la segunda para poblaciones ubicadas a una distancia máxima intermedia de dos aeropuertos comunicados por vía terrestre, Tepic – Puerto Vallarta y Tepic – Guadalajara y una tercera para las localidades que tienen aeropistas con un recorrido por avioneta no mayor de 35 minutos. Los

Municipios comprendidos en las tres zonas del área de influencia son las que se indican a continuación:

- Zona I (Vía terrestre): Tepic, Jalisco, Compostela, San Pedro Lagunillas, Santa María del Oro, San Cayetano y San Blas.
- Zona II (Vía Terrestre): Tuxpan, Santiago Ixcuentla y Ruiz.
- Zona III (Vía Aérea): Acaponeta, Ahuatlan, Amatlan de Cañas, Huajecori, Ixtla, Nayar, Rosamorada, Tecuala, La Yesca y Jala.

La aviación regional con la que contaba el antiguo aeropuerto en el año 1988, operaba con un avión DC-3 con capacidad promedio de 23 pasajeros y con una frecuencia de 31 vuelos por semana. El movimiento diario de pasajeros y las llegadas y salidas de los taxis aéreos que operaban en ese tiempo hacia las localidades pequeñas, se muestran en la gráfica 1.

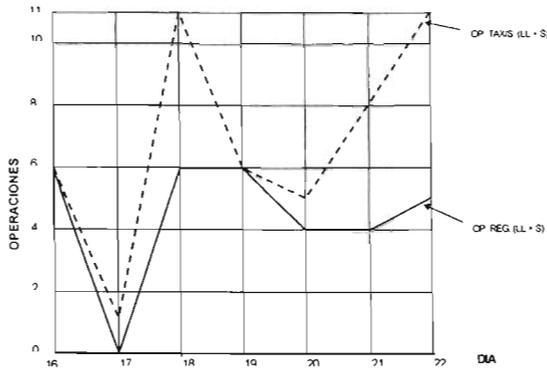
**Gráfica 1. Movimiento diario de pasajeros en aviación regional**



Fuente: Forma D4DC de enero de 1988

La gráfica 2 muestra el movimiento diario de operaciones de la aviación regional y de los taxis aéreos en 1988.

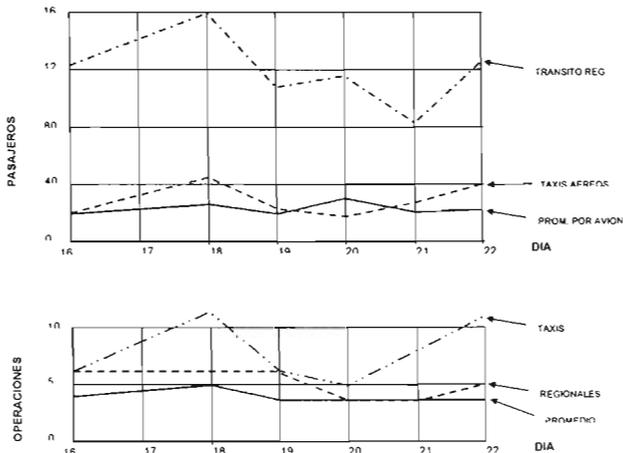
**Gráfica 2. Movimiento diario de operaciones**



Fuente: Forma D4DC de enero de 1988

En la estimación de la demanda de pasajeros y operaciones comerciales regionales y de taxis aéreos del año base (1988) se consideró la estadística de una semana reportada por la Dirección General de Aeronáutica Civil (DGAC), como se puede ver en la gráfica 3 .

**Gráfica 3. Demanda de pasajeros y de operaciones para el año 1988**



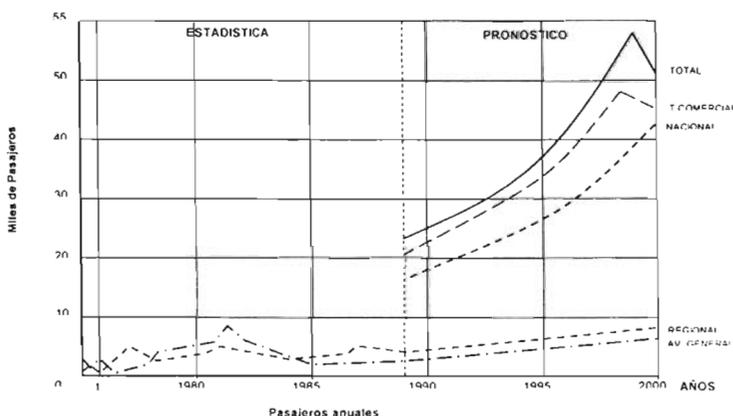
Fuente: Forma D4DC de enero de 1988

En la gráfica 3, se fijó un promedio semanal de 710 pasajeros en la aviación regional, los que multiplicados por 52 semanas del año, dan un total de 36,920 pasajeros atendidos durante el año. Así mismo, puede observarse que los aviones realizaron 31 vuelos que multiplicados por 52 semanas nos da un total de 1,612 operaciones anuales.

En relación con los taxis aéreos, en la gráfica 3 se puede observar el pronóstico de la demanda de pasajeros y operaciones, la cual se obtuvo directamente de las estadísticas de una semana. Al multiplicarla por el total de semanas del año (52 semanas) dio un total de 9,454 pasajeros anuales para el año base de 1988. En cuanto a las operaciones, en la misma gráfica se muestra un total de 47 operaciones semanales las que factorizadas por 52 semanas del año da un total de 2,444 operaciones anuales, para 1988.

Con base en los datos del año 1988 se definió una tasa de crecimiento del 6% para la aviación regional, por lo que se pronóstico una demanda del orden de 74,290 pasajeros para el año 2000. También puede observarse que se esperaba para el año 2000 una demanda de 16,995 pasajeros de taxis aéreos. Este pronóstico se definió a partir de una tasa de crecimiento del 5% anual, como se puede observar en la gráfica 4.

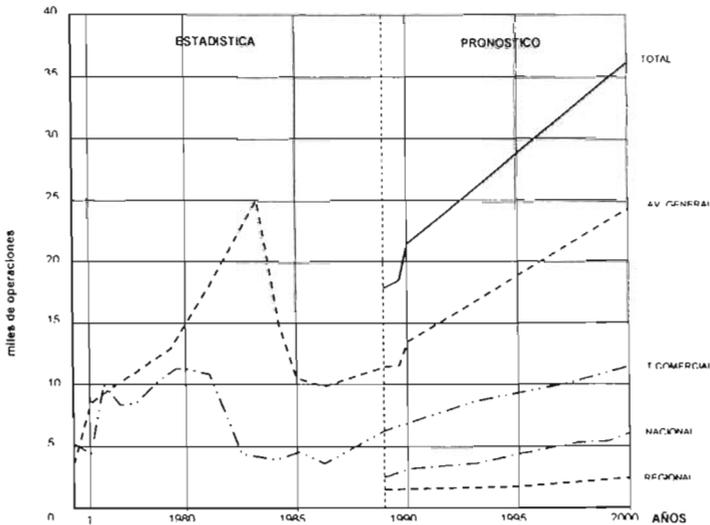
**Gráfica 4. Demanda estimada de Pasajeros anuales para el año 2000**



Fuente: Forma D4DC de enero de 1988

Con base a los pasajeros pronosticados para la aviación regional hacia el año 2000, se esperaba atender 5840 las operaciones, la que se estimó con una tasa de crecimiento del 2.58%, por lo que para dicho año se tendría una demanda de 2,190 operaciones. Así mismo, en cuanto a las operaciones de taxis aéreos, se previó una tasa de crecimiento del orden del 2.79% anual, con lo que se esperaba en el año 2000 una demanda de un total de 3,400 operaciones. (Ver gráfica 5).

**Gráfica 5. Estimación de Operaciones anuales para el año 2000**



Fuente: Forma D4DC de enero de 1988

La Aviación alimentadora se definió utilizando el método de llamadas telefónicas lo que permitió la determinación del número de pasajeros que hacen uso del transporte aéreo y el conocimiento del destino de los usuarios. A partir de la información anterior, se estimaron las posibles las rutas y el volumen de viajeros que se pudiera transportar por cada ruta, de manera que con la información obtenida se pudiera proponer el tipo de avión y atender la demanda estimada.

La definición del área de influencia del aeropuerto, se obtuvo mediante el número de llamadas telefónicas que se realizaron desde las poblaciones

localizadas en el área de influencia (origen) y las poblaciones donde fueron atendidas (destinos). Un análisis de correlaciones entre llamadas y los usuarios potenciales del aeropuerto, permiten definir que se requirió el establecimiento de comunicación aérea con 17 ciudades del país, siendo las más importantes la Ciudad de México (29%), Guadalajara (17%), Culiacán (14%) y Monterrey (13%).

La demanda anual prevista para pasajeros en el año 2000 es de 430,873 pasajeros de los que se estima que 126,284 requerirán comunicación aérea con la Ciudad de México; 77,385 con Guadalajara; 60,458 con la ciudad de Culiacán y 57569 hacia Monterrey. Con base en lo anterior, se esperaba para el año 2000 atender 5,840 operaciones. La determinación de los requerimientos de Aviación General se basó en el estudio del Sistema estadístico Aeroportuario del año 1987, el cual toma en cuenta la estadística de la aviación general y su tendencia de crecimiento, así como su participación relativa con toda la Red Aeroportuaria Nacional, indicando dos tipos de pronóstico: uno bajo y otro alto. El Pronóstico Bajo (pesimista) definió que hacia el año 2000 se tendría una demanda total anual de entre 59,000 pasajeros y 25,000 operaciones, dato que fue tomado de manera conservadora.

## **2.2 LOCALIZACIÓN DE SITIOS**

Dada la necesidad de construir un nuevo Aeropuerto, fue necesario determinar en forma racional y ordenada, su nueva localización y desarrollo, para lo cual la extinta Dirección General de Aeropuertos inició para el año de 1979 los estudios de factibilidad, climatológicos, geotécnicos y meteorológicos.

Los estudios realizados para definir el sitio más adecuado comprendieron los siguientes criterios: tendencias de expansión urbana espacio aéreos disponibles y necesarios, estadística de régimen de vientos y temperatura, ubicación de usuarios y empleos, posibilidad de disponer de amplias superficies para el desarrollo a corto, mediano y largo plazo, así como uso de suelo.

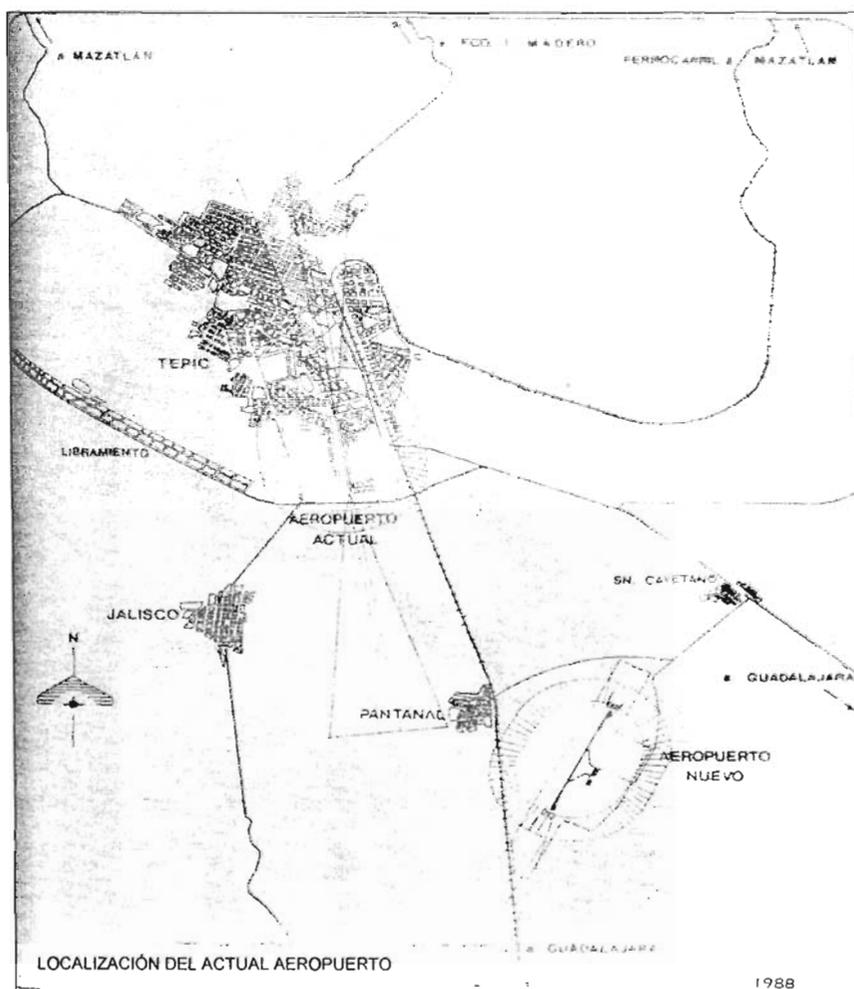
Para la investigación de campo se realizaron estudios de localización, consistentes en vuelos de reconocimiento en un radio de 50 Km. con centro en la ciudad capital Tepic, encontrándose dos opciones:

1. El Navarrete, que se ubica aproximadamente a 50 Km. al NW de la ciudad. Éste presentó severas restricciones de espacio aéreo, según normas de la Organización de Aviación Civil Internacional (OACI), ya que en el trapecio de aproximación se tenían elevaciones de hasta 250 m arriba de los cerros denominados el Jecote y el Tambor. Lo anterior, obstruía la posibilidad de operación de una de las cabeceras, ya que según normas establecidas, esto imposibilita tener vuelos de línea comercial. Adicionado a esta restricción, el lugar se encontraba enclavado en terrenos de alta producción agrícola, donde se tienen grandes huertas frutícolas, así como sembradíos de frijol, lo cual afectaba 448 hectáreas, con un impacto negativo a la región, además de existir un distrito de riego "Santiago", el cual está establecido y en funciones, lo cual elevaría sustancialmente el costo de la Obra y sus problemas técnicos.
2. El siguiente sitio elegido fue el denominado El Pantanal, localizado a 16 Km. de la ciudad capital Tepic, en las inmediaciones de los poblados de San Cayetano y el Pantanal, a 5100 m a la izquierda del km 215 + 000 de la carretera México Nogales, tramo Guadalajara – Tepic, el cual cuenta con especificaciones para garantizar el 99% de las operaciones. Este lugar adolece de problemas de techo de visibilidad bajo, en forma esporádica, entre las 6:00 A.M. y las 7:30 AM., muy por abajo de lo que marca el manual de operaciones aeronáuticas. Este fenómeno sólo se presenta en forma aislada los meses de noviembre, diciembre y enero.

## 2.3 SELECCIÓN FINAL

El análisis anterior de los sitios disponibles y viables, dio como resultado que se eligiera el sitio más idóneo denominado "El Pantanal", el cual se ubica en el Municipio de Tepic, al sur de la ciudad, a una distancia de 24.9 km por la carretera que va a Guadalajara, a la cual entronca con el camino de acceso del Aeropuerto, con un tiempo de recorrido de 20 minutos de la ciudad de Tepic hasta el acceso al Aeropuerto, como puede observarse en la figura 8.

Figura 8. Mapa de localización actual del aeropuerto de Tepic "El Pantanal"



Fuente: Plan maestro del Aeropuerto de Tepic Nayarit

La localización geográfica del nuevo Aeropuerto es de 21° 26´ de latitud norte y 104° 50´ de longitud oeste a una altura sobre el nivel del mar de 917 metros.

La temperatura media anual es de 20.7° C; en el mes más frío, la mínima extrema es 1° C y en el mes más cálido es de 39° C.

Por otra parte, la precipitación pluvial media anual es de 4mm; la máxima extrema en una hora es de 132 mm y corresponde a julio y la mínima extrema se presenta en febrero con un milímetro; la humedad relativa es de 81.1% anual y la presión atmosférica promedio de 681.4 milímetros de mercurio.

El terreno que apoya el nuevo aeropuerto es la parte baja de una amplia cuenca, en el que las lluvias la inundaban ocasional y parcialmente, debido a la falta de pendiente; esto provocó que en el área elegida, las aguas tardaran mucho tiempo en desalojarse, ya que esta agua provenía de terrenos circundantes, cuyas pendientes convergen hacia la planicie que alojaría el nuevo aeropuerto.

La estratigrafía del área elegida indica que está constituido hasta de 2 m de profundidad por una arcilla de alta compresibilidad café y gris, a medida que se profundiza se vuelve firme; los 30 cm. superiores están sueltos y con un alto contenido de Materia Orgánica.

### III PROYECTO EJECUTIVO

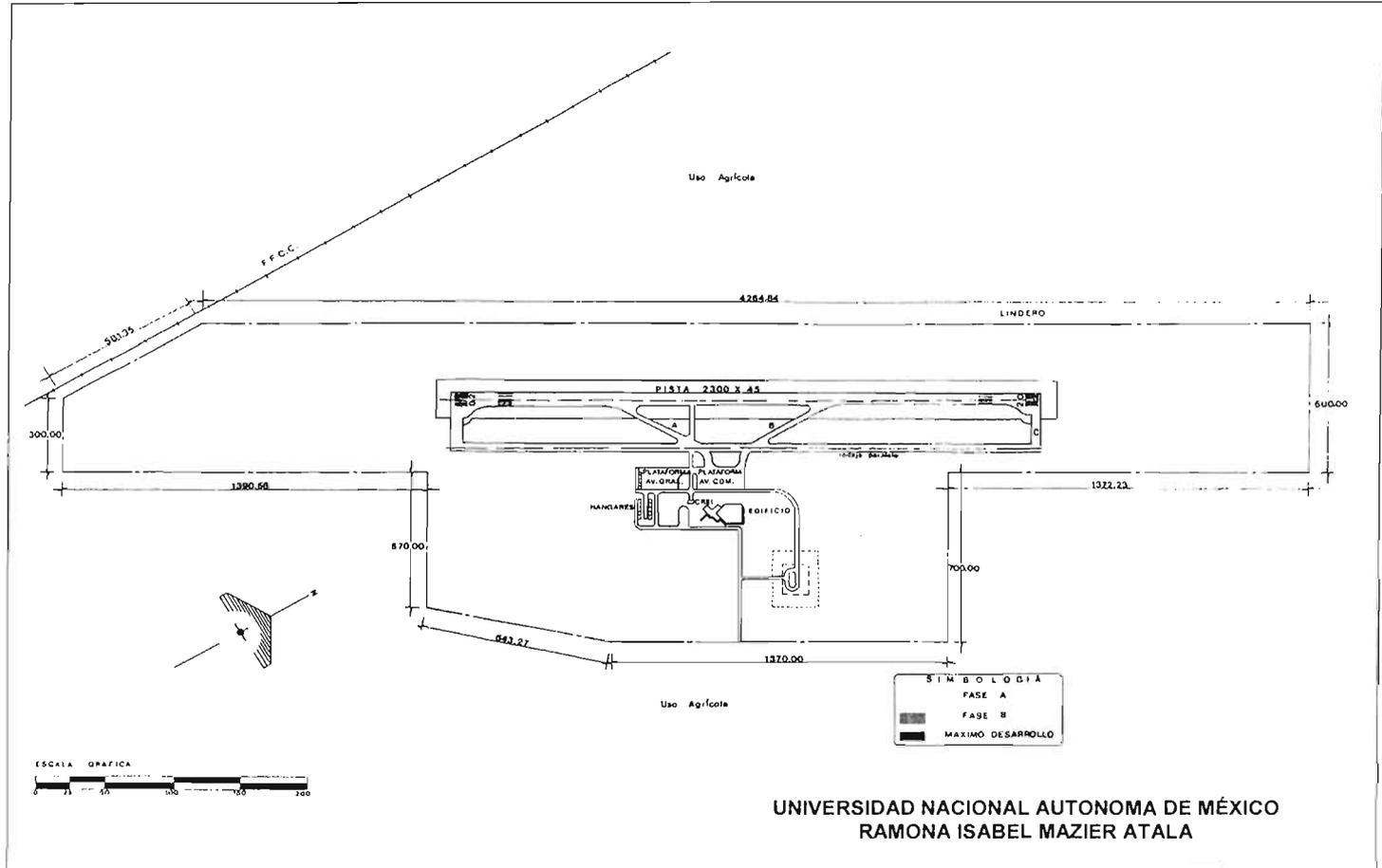
#### 3.1 DESCRIPCIÓN Y CARACTERÍSTICAS DEL PROYECTO

El nuevo Aeropuerto de esta ciudad se construyó sobre una superficie de 414 hectáreas y una altura de 920 m sobre el nivel medio del mar, con servicio de atención Nacional, con un radio de acción de alcance medio y el avión tomado como base para el proyecto fue el Boeing 727-200.

El proyecto original para su máximo desarrollo constará de los siguientes elementos, como se observa en la figura 9 :

- Pista con designación 02 – 20 con un longitud de 2400 m
- Dos rodajes con un ángulo de 30° respecto al eje de la pista
- Dos plataformas una de aviación comercial y otra de aviación general
- Edificio terminal
- Edificio técnico
- Edificio de rescate y extinción de incendios (CREI)
- Torre de control
- Estacionamientos para el público y personal del aeropuerto.
- Cercado perimetral
- Camino perimetral
- Sistema de almacenamiento y distribución de combustibles

Figura 9. Máximo desarrollo



A continuación, se hace una descripción detallada de los elementos contenidos de la figura 9:

- PISTA 02-20

Una pista de pavimento flexible designada 02 – 20, de 2 300 m de longitud por 45 m de ancho y acotamientos a cada lado de 7.50 m, contando con una zona de parada de 50 m localizada en los extremos de cada cabecera, con dos franjas de seguridad de 150 m de largo y 45 m de ancho con material acomodado sin compactar a todo lo largo de la misma, con una sección estructural como se muestra en la figura 10.

- CALLES DE RODAJE

Se consideran dos calles de rodaje con pavimento flexible denominadas “A” y “B” localizadas a un tercio de las cabeceras 02 – 20 con dimensiones de 487.31 m longitud por 23 m. de ancho, con un ángulo de 30° con respecto al eje de la pista, con acotamientos de 8 m a cada lado al igual que la pista, tienen franjas de seguridad de 12 m de ancho a todo lo largo, con una sección estructural como se muestra en la figura 11.

- PLATAFORMAS

Para la operación de pernocta y el manejo de pasajeros se consideraron dos plataformas de pavimento flexible, una de operaciones y otra de aviación general. La plataforma de Operaciones, de 180 x 90 m, tiene capacidad para alojar hasta tres posiciones de aeronaves del tipo B-727-200 o similar y en ella se pretende manejar la aviación comercial regular o de itinerario, procesando su pasaje y carga. Esta Plataforma con acotamientos de 8 m de ancho y franjas de seguridad de 12 m, con una sección estructural como se muestra en la figura 12.

Figura 10. Sección Estructural Pista 02 -20

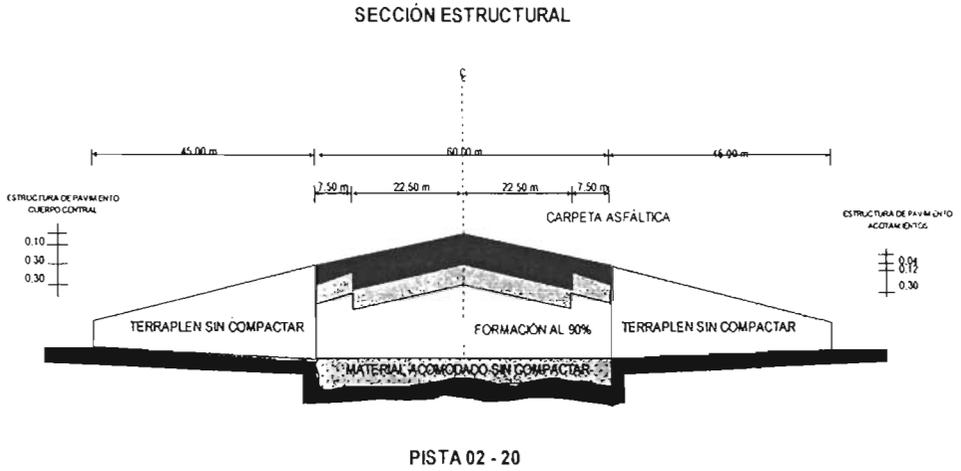
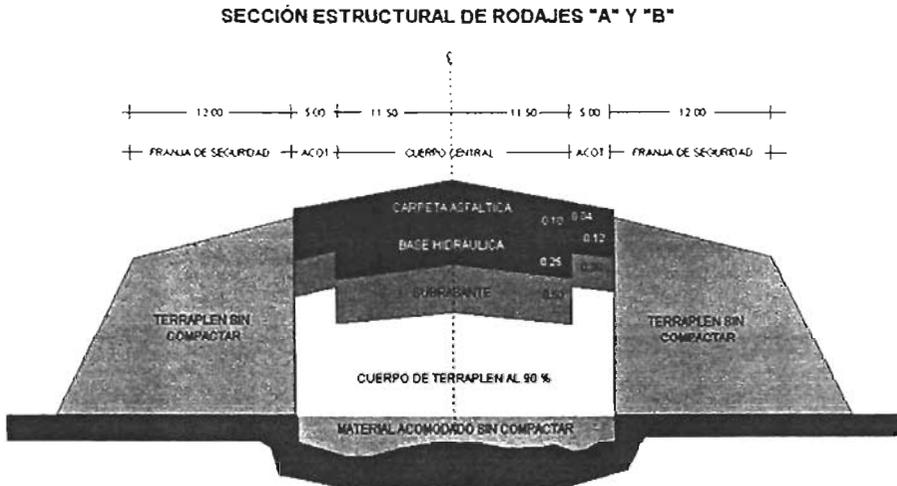
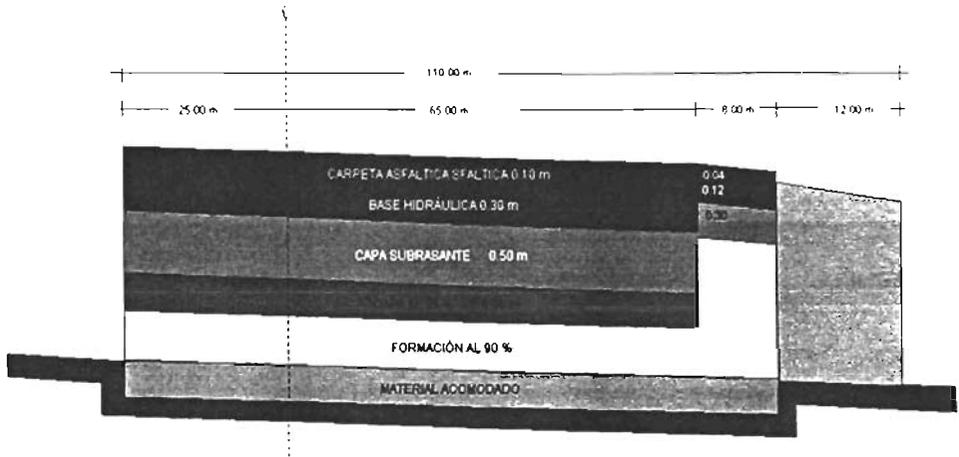


Figura 11. Sección Estructural Calles de Rodaje



**Figura 12. Sección Estructural Plataforma**

**SECCIÓN ESTRUCTURAL PLATAFORMA DE OPERACIONES  
Y AVIONETAS**



Las operaciones de aviación general se llevarán a cabo en la plataforma de aviación general, cuyas dimensiones son de 150 x 90 m con capacidad para 36 posiciones para aeronave; cuenta con acotamientos de 8 m y franjas de seguridad de 12 m.

- **ZONA DE EDIFICIOS Y ESTACIONAMIENTO**

Las edificaciones consistieran en un Edificio Terminal, con un área de 2,600 m<sup>2</sup>, con capacidad de atender 300 pasajeros; la Torre de Control de Proyecto será de 26 m de altura y 36 m<sup>2</sup> en cabina, para el caso de una primera etapa operativa, ésta quedará sobre el Edificio Técnico y sería de estructura metálica con un área de 14 m<sup>2</sup> en cabina; el Edificio del cuerpo de rescate y extinción de incendios (CREI) con un área de 480 m<sup>2</sup>; la Casa de Máquinas contará con un área de 514 m<sup>2</sup>, el Edificio Técnico en un área de 388 m<sup>2</sup>; también se contará

con una Cisterna General con capacidad para 320 m<sup>3</sup>. y una cisterna para el Edificio CREI con una capacidad de 50 m<sup>3</sup>.

Para dar resguardo de los vehículos tanto de los usuarios como de los empleados se construirán dos estacionamientos, uno público y otro privado. El primero, de proyecto será de 184 x 80 m y el segundo que será para los empleados será de 13 x 50 m En caso de una primera etapa operativa el estacionamiento público será de 184 x 32mts. y el estacionamiento privado no existiría.

- VIALIDADES

El edificio del CREI tendrá un camino directo a pista con un desarrollo de 400 m de longitud y un ancho de calzada de 6.10 m terminado a nivel de carpeta asfáltica. Para el acceso a la zona de combustible, se construirá un camino que se entronca en el cadenamiento 0 + 300 del camino de acceso al aeropuerto y tendrá una longitud de 300 m y un ancho de calzada de 7.50 m terminando a nivel de carpeta asfáltica.

Además se contará con vialidades que comunicarán entre sí los diferentes elementos de operación terrestre de esta zona como son:

Estacionamiento público: anexos de oficina, administración y máquinas, zona de combustible, plataformas, hangares, etc., con una longitud total aproximada de 1300 m de longitud y un ancho de calzada 7 m en zona de edificios y de 7.50 m en el camino a la zona de combustibles.

- INSTALACIONES PARA ZONA DE COMBUSTIBLES

El área destinada para la zona de combustibles será de 9,516 m<sup>2</sup> de los cuales 1,485 m<sup>2</sup> los componen los diversos pavimentos que serán construidos con

carpeta asfáltica y 209 m<sup>2</sup> de concreto hidráulico, tendrá un cercado perimetral con malla ciclónica con una longitud de 400 m (100 + 100 + 100 + 100).

Esta zona contará con dos tanques para almacenamiento de turbosina con capacidad de 60,000 lts. cada uno, dos tanques para gas-avión de 80/87 y 100/130 octanos con capacidad de 60,000 lts. cada uno, un tanque para agua con capacidad de 60,000 lts., red de hidrantes, una caseta de control del área de combustibles con un área de 120 m<sup>2</sup>, dos plataformas para garzas y una subestación eléctrica de 112 Kva.

Contará también con un sistema de alumbrado de 10 arbotantes de 9 m de altura, una planta de emergencia de 100 – 125 Kw.

- OTRAS INSTALACIONES

El aeropuerto tendrá también una subestación eléctrica para el servicio de Edificio Terminal de 150 Kva. y una planta de emergencia para la zona de edificios, de 70 -77 Kw.

- SISTEMA DE ILUMINACIÓN

Las áreas de maniobras contarán con la siguiente iluminación: Pista 02 – 20 tendrá 64 lámparas de borde de pista, de alta intensidad a cada 59 m en ambos lados de la pista, las calles de rodaje y plataformas 90 lámparas de media intensidad y un faro giratorio ubicado en la torre de control.

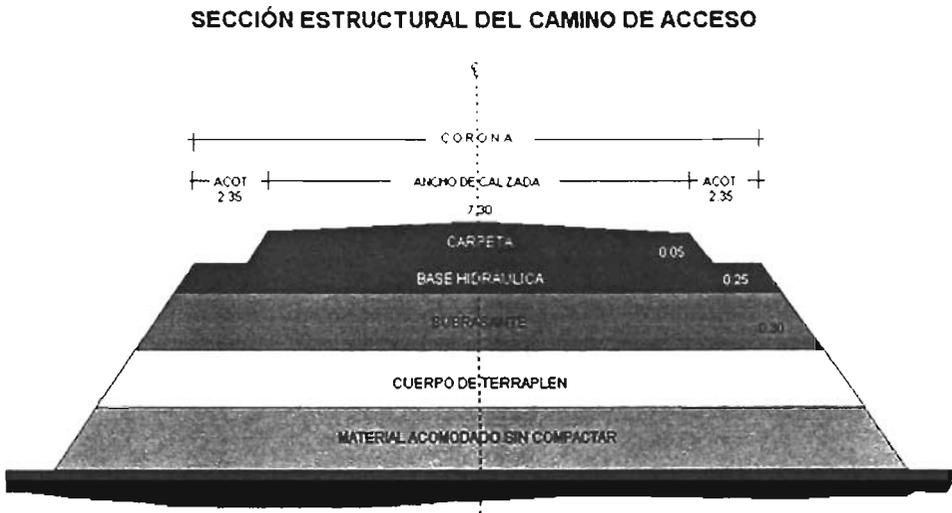
- AYUDAS VISUALES

El nuevo aeropuerto contará con un sistema AVASI o Sistema PAPI en ambas cabeceras, un cono de vientos con su plataforma de contraste.

- CAMINO DE ACCESO

Para el acceso al aeropuerto se tiene un camino a de 5,135 m de longitud que entronca a nivel en el Km. 215 + 000 a la izquierda de la carretera Guadalajara – Tepic, sus características geométricas son las siguientes: Ancho de calzada de 7.30 m y corona de 12 m, acotamientos de 2.35 m y el entronque con sus carriles de aceleración y desaceleración figura 13.

**Figura 13. Sección Camino de Acceso**



- CAMINO PERIMETRAL

Para la vigilancia a de las instalaciones del aeropuerto se construirá un camino perimetral de 12 Km. de longitud por 3 m de ancho de corona, terminado a nivel de base hidráulica impregnada, compactada al 95%, con sus respectivas obras de drenaje.

- **CERCADO PERIMETRAL**

Postes de concreto hidráulico de  $F'c = 150 \text{ kg/cm}^2$  a cada 4 m, y 6 hilos de alambre de púas. Cerca de malla de alambre con postes de tubo de acero galvanizado en áreas de maniobras.

- **SISTEMA DE DRENAJE**

El área donde se ubica el nuevo Aeropuerto de la ciudad de Tepic, se inunda en tiempo de lluvias y debido a su falta de pendiente, las aguas que la invaden tardan mucho tiempo en ser desalojadas. Para impedir el arribo de aguas de escorrentía superficiales a la obra y con el objeto de proteger la estructura del pavimento de las áreas operativas (pista, rodajes y plataformas), se proyectaron tres canales de sección triangular, que a continuación se describen:

### **CANAL 1**

Inicia a la altura del cadenamiento 1 + 382 de la pista paralelo al eje de la misma, bordeando la zona de edificios a una distancia de 55 m, tiene un cruce en el cadenamiento 0 + 255 del camino de acceso por medio de un tubo de 0.75 m de diámetro, continua hacia la cabecera 20, bordeando el rodaje A y la pista a una distancia de 52 m respectivamente de la franja de seguridad, tiene una longitud total de 2,473mts. y descarga en el dren ramal 4 + 860.

### **CANAL 2**

Inicia a la altura del cadenamiento 1 + 387 de la pista y continúa hacia la cabecera 02 bordeando la pista y a una distancia de 7 m, del hombro de la franja de seguridad. Tiene una longitud total de 1,068 m y descarga en el dren colector del río Mololoa.

### **CANAL 3**

Este canal está ubicado entre el canal No. 1 y la franja de seguridad de la pista. Se inicia a la altura del cadenamiento 0 + 900 de la pista, bordeando el rodaje A y la pista a una distancia de 28 y 26 m, respectivamente, continúa hacia la cabecera 20 y tiene una longitud total de 1,319 m.

Adicionalmente a la construcción de los canales y para dar mayor protección a las obras, se previó el reforzamiento de los bordos en los siguientes drenajes:

TRAMO No 1.- Bordo del ramal Mololoa que va del lindero del Aeropuerto al Canal SARH con una Longitud total de 860 m.

TRAMO No 2.- Bordo del ramal 4 + 860 al canal de la SARH con una longitud total de 1,160 m.

TRAMO No 3.- Bordo del ramal Mololoa al ramal 4 + 860 con una longitud total de 1,245 m.

Estos bordos fueron construidos con material del banco "Aeropuerto" y compactados al 90% de su PVSM, en capas de 30 cm.

- **DRENAJE DEL CAMINO DE ACCESO**

El drenaje del camino de acceso, contará con cuatro obras de drenaje, la primera ubicada en el cadenamiento 0 + 255 y será una alcantarilla de tubo de concreto reforzado de 0.72 m de diámetro con cabezales de mampostería.

Una segunda obra será la ubicada en el cadenamiento 2 + 032, que será la más grande, dado que sus dimensiones son: largo 27.0 m, alto 3.70 m y luz de 3.0 m, será construida a base de cajones de concreto hidráulico reforzado, con una

separación entre los muros de apoyo de 3.10 m, con concreto reforzado de  $F'c = 200 \text{ kg/cm}^2$  y servirá para cruzar el dren ramal 4 + 860.

La tercera obra estará ubicada en el cadenamiento 2 + 620 y servirá para salvar el dren ramal 0 + 420, esta obra será construida a base de una estructura metálica de sección abovedada que en su claro más largo tendrá 14.10 m.

La última de estas obras se ubicará en cadenamiento 2 + 860 y servirá para drenar el lado derecho del camino de acceso, que como consecuencia de la construcción del terraplén en el mismo alteró el drenaje natural de esa zona. Esta será construida con tubo de concreto reforzado de 0.91 m de diámetro en una longitud de 17 m (Ver planta de sistema de drenaje figura 14).

Calle de Rodaje "A".- En éste elemento se construirá una alcantarilla a la altura del cadenamiento 0 + 400, su sección será de cajón y concreto reforzado de  $F'c = 200 \text{ kg/cm}^2$ , acero de  $F'y = 4,200 \text{ kg/cm}^2$ , tendrá una longitud de 67.80 m, un claro de 1.0 m y luz de 0.60 m Ésta servirá para drenar el agua que se acumule entre ambos rodajes. En ambos extremos llevará registros, los cuales serán cubiertos con tapas de acero estructural electrosoldado.



## **IMPACTO AMBIENTAL**

La construcción de toda obra para el transporte trae consigo efectos adversos al medio ambiente que la rodea, en el caso específico del Aeropuerto de Tepic dada su ubicación este no altera su aspecto biofísico y debido a que el terreno es prácticamente plano, los movimientos de tierra fueron mínimos y solo se realizaron trabajos de conformación del terracerías, para aumentar el nivel del terreno ya que este en determinadas épocas del año se inundaba esta zona.

Considerando que se contará con fosa séptica y el sistema de tratamiento de aguas residuales para la zona de edificios, evitando contaminación del agua. Respecto a las aguas residuales producto de químicos como aceites y combustibles derramados en los pavimentos se evitarán mediante la construcción de trampas de grasa, con relación a las emisiones de gases y humos serán bajas, ya que el número de operaciones aeronáuticas que se presentaran en el desarrollo del aeropuerto serán reducidas, además no se tienen asentamientos humanos cercanos.

## **ESPACIO AÉREO**

Para la seguridad de la operación aeronáutica, deberá de restringirse la construcción y/o instalación de obstáculos que invadan el espacio aéreo requerido, particularmente en las aproximaciones y despegues.

Estas restricciones están delimitadas por superficies o planos imaginarios (aproximaciones internas y cónicas) establecidas por la Organización de Aviación Civil Internacional (OACI) y por la Agencia Federal para la Aviación (FAA), expresadas mediante la figura 15, en planta y corte para su lectura.



La superficie de aproximación tiene una pendiente del 2%, comienza a 60 m de las cabeceras 02 – 20, con una altura de 917 m y termina a 15 km con una altura a 300 m de la pista. Dentro de esta superficie se encuentran las poblaciones de San Cayetano, Camichin de Jauja y la Colina 06 de Enero.

La superficie horizontal interna se encuentra a 45 m sobre el nivel de la pista, abarca las poblaciones de San Cayetano y Pantanal.

La Superficie Cónica, en forma de hipódromo, es un plano inclinado con una pendiente de 5%, inicia a partir del borde la superficie horizontal interna hasta 145 m de altura con respecto al nivel de pista y abarca las poblaciones Camichin de Jauja, Trigomil, la Curva, San José de Costilla, Aquiles Serdán, El Refugio y Puente de San Cayetano.

Sin embargo estas localidades no se ven afectadas por la operación del aeropuerto.

Para evitar que la mancha urbana crezca hacia el aeropuerto, así como la regulación de la altura de las edificaciones comprendidas en el espacio aéreo y prohibir el establecimiento de industrias que generen humo que disminuye la visibilidad de las operaciones.

### **3.2 ESPECIFICACIONES GENERALES DEL PROYECTO**

- **TERRACERIAS:**

- a) Excavaciones.

El producto de la excavación para alojar la sección de proyecto deberá utilizar en las áreas de los terraplenes de la franja No.1 y No.3 y en los arropes de los taludes.

- b) Compactación del terreno natural.

Previo el inicio de la construcción de la sección de pavimento y las condiciones de lugar lo permiten, se escarificará y compactará la capa superior de 0.15, hasta alcanzar como mínimo el 90% de su volumétrico Seco Máximo (P.V.S.M.) respecto a la prueba Porter.

c) Terraplén a 90%

El terraplén compactado al 90% de su P.V.S.M: determinado en la prueba Porter, se formara con material producto de préstamo de los bancos:

No.1 "San Cayetano"

Ubicación: 500 m a la izquierda del Km.214+700 del Camino Guadalajara – Tepic.

No.2 "Camichin"

Ubicación: 5,500 m a la derecha del Km. 218+ 000 del Camino Guadalajara – Tepic.

d) Terraplén a 95%

El terraplén compactado al 95% de su P.V.S.M determinado en la prueba Porter, se formara con materiales producto del préstamo de los bancos:

No. 1" San Cayetano"

Ubicación: 500 m a la izquierda del Km. 214+700 del camino a Guadalajara – Tepic.

No. 2 "Camichín"

Ubicación: 5,500 m a la derecha del Km. 218+000 del camino Guadalajara – Tepic.

#### e) Terraplén acomodado

El terraplén acomodado sin compactar se formara con material producto de la excavación para alojar la sección de proyecto o préstamo de los bancos:

No.1 "San Cayetano"

Ubicación: 500 m a la izquierda del Km. 214+700 del Camino Guadalajara – Tepic.

No.2 "Camichin"

Ubicación: 5,500 m a la derecha del Km. 218 + 000 del Camino a Guadalajara – Tepic.

#### • PAVIMENTOS

##### a) Capa Subrasante

La capa subrasante tendrá un espesor de 0.50 m, se formará con material procedente del banco:

No. 3 "Loma del Toro".

Ubicación: 100 m a la izquierda del Km. 206 + 100 del Camino Guadalajara – Tepic.

Se compactará al 100% de su P.V.S.M. determinado en la prueba AASHTO Estándar.

##### b) Base Hidráulica

La base hidráulica tendrá un espesor de 0.30 m, se formará con material procedente de los Bancos:

No. 2 "Camichin".

No. 3 " Loma del Toro".

Se deberá compactar al 100% de su P.V.S.M. determinado en la prueba AASHTO modificada.

c) Riegos Asfálticos

-Riego de Impregnación

Sobre la base hidráulica terminada superficialmente seca y barrida, se aplicará un riego de impregnación con producto asfáltico FM – 1, a la razón aproximada de 1.5 litros por metro cuadrado y/o lo fijado en el sitio de la obra por el laboratorio de control de calidad del "Organismo".

- Riego de liga

Antes del tendido de la carpeta asfáltica se aplicará un riego de liga con producto asfáltico FR – 3 a razón aproximada de 0.5 litros por metro cuadrado y/o lo fijado en el sitio de la obra por el laboratorio de control de calidad del "Organismo".

d) Carpeta de Concreto Asfáltico

La carpeta asfáltica se construirá mediante el tendido y compactación de mezcla elaborada en planta y en caliente, se podrá usar como agregado pétreo triturado el procedente del banco:

No. 5 "San Juan"

Ubicación: 300m a la izquierda del Km. 11 + 000 del libramiento de Tepic.

El agregado bituminoso será cemento asfáltico No.6 La proporción del cemento asfáltico en la mezcla será obtenida en el laboratorio mediante la prueba de estabilidad Marshall y la compactación de la carpeta se llevará hasta alcanzar el 95% de peso volumétrico máximo mediante la prueba Marshall.

La carpeta asfáltica tendrá un espesor de 0.04m.

- **ESTRUCTURAS Y OBRAS DEL DRENAJE**

- a) Bordo de Protección

El bordo de protección se compactara al 90% de su P.V.S.M determinado en la prueba Porter, se forma con material producto de préstamos de los bancos:

No.1 "San Cayetano".

Ubicación: 500m. a la izquierda del km. 214 + 700 del camino Guadalajara -Tepic.

No. 2 " Camichin".

Ubicación: 5,500 m a la derecha del km. 218 + 000 del camino Guadalajara – Tepic.

- b) Tubo de Concreto

El tubo de alivio será de concreto simple de  $f'c = 200\text{kg. / cm}^2$  y de un diámetro de 39 cm. (12").

## **PRINCIPALES ESPECIFICACIONES PARTICULARES PARA LA EJECUCIÓN DE LA PISTA, RODAJES Y PLATAFORMA DE OPERACIONES Y AVIONETAS.**

### **E.P.1 DESMONTE, POR UNIDAD DE OBRA TERMINADA**

- Ejecución: en la zona de construcción se procederá a la tala y desentraíce de los árboles y/o arbustos existentes.

- Medición: el desmonte por unidad de obra terminada se medirá tomando como unidad la hectárea (Ha).

- Base de pago. Se pagará a precio fijado en el contrato para la hectárea de desmonte no se clasificará los tipos de investigación independientemente de la proporción y densidad en que intervenga cada uno de ellos, este precio unitario incluye lo que corresponde por: tala, roza, desentraíce y limpieza; la separación acomodo y acarreos de troncos de árboles y arbustos susceptibles de aprovecharse; la extracción, remoción y quema del material vegetal no aprovechable, así como las cargas, descargas y acarreos a un kilómetro al sitio que indique la Supervisión del Organismo; los tiempos de los vehículos empleados durante el transporte las cargas, descargas, todos los trabajos y operaciones necesarias para la correcta ejecución de los trabajos y satisfacción del Organismo.

### **E.P.2 DESPALME, POR UNIDAD DE OBRA TERMINADA**

-Referencia: El despalme consiste en la remoción, de la capa superficial del terreno natural en un espesor de 0.30 m, este trabajo sólo se desarrollara en la franja central del rodaje (F-2), este producto se almacenará en el sitio que ordena el "Organismo" para su posterior utilización en los taludes.

-Medición: El despalme por unidad de obra terminada se medirá tomando como base el m<sup>3</sup>, en ningún caso se autorizará abundamientos el resultado se redondeará a la unidad.

-Base de pago. El despalme, por unidad de obra terminada, se pagará a los precios fijados en el contrato para el m<sup>3</sup>, esos precios unitarios incluyen lo que corresponde por: extracción, remoción y carga del material excavado; acarreo libre, descargas y depósito del material en los sitios que indique el "Organismo".

#### E.P.4 EXCAVACIÓN, POR UNIDAD DE OBRA TERMINADA, EN CORTES SOMEROS Y ADICIONALES ABAJO DE LA SUB-RASANTE, CUANDO EL MATERIAL SE UTILICE PARA LA FORMACIÓN DE TERRAPLENES CONFORMADOS.

- Ejecución: en donde lo indique el proyecto, se efectuarán excavaciones en cortes y adicionales debajo de la subrasante, a la profundidad de corte indicada en el proyecto. La excavación se efectuará de tal manera que a la plantilla del corte se le de una pendiente sensiblemente a la rasante del proyecto.

El material producto del corte se usará en la construcción de terraplenes conformados sin compactar, en las franjas 1 y 3 de la calle de rodaje, el material excedente se colocará en el lugar que se indique, a una distancia máxima de 1km. Para dar por terminado un corte, se verificarán el alineamiento, el perfil y la sección en su forma, anchura y acabado de acuerdo con lo fijado en el proyecto.

- Medición: los volúmenes de cortes y adicionales excavados debajo de la sub rasante, por unidad de obra terminada, se medirán tomando como unidad el metro cúbico (m<sup>3</sup>), sin clasificar el material y sin considerar ningún abundamiento. No se medirán los volúmenes excedentes a los del proyecto, ni se medirán los volúmenes de derrumbes, ni la remoción de los materiales inestables.

El volumen de sobre corte debido a los taludes de la caja donde se construirán los terraplenes y la sección estructural del pavimento, no será cuantificado como volumen de corte para efectos de pago, este trabajo debe prorratearse en el precio unitario del corte.

- Base de pago: los volúmenes de cortes y adicionales excavados abajo de la sub rasante, unidad de obra terminada, sin clasificación el material, se pagará al precio fijado en el contrato para el metro cúbico. Este precio incluye lo que corresponde por: extracción, remoción y carga del material producto del corte, acarreo, descarga, afinamiento de los cortes, los tiempos de los vehículos empleados en el transporte durante las cargas y descargas, así como el acomodo del material producto del corte en las franjas de seguridad 1 y 3 en la calle de rodaje y/o en el lugar que se indique.

#### E.P.5 FORMACIÓN DE TERRAPLENES POR UNIDAD DE OBRA TERMINADA CON MATERIAL ACOMODADO SIN COMPACTAR.

- Ejecución: los terraplenes de las franjas laterales de seguridad, se construirán con el material depositado a volteo acomodado extendido el material depositado, a volteo, acomodado extendido el material sin compactar hasta complementar la sección de proyecto.

- Medición: la medición se hará determinando los volúmenes del material acomodado y extendido, por medio de seccionamientos, usando el método de promedio de áreas extremas y tomando con base la sección que indique el proyecto. Se considerará como unidad el metro cúbico ( $m^3$ ), redondeando el resultado a la mitad.

- Base de pago: el pago por unidad de obra terminada de formación de terraplenes con material acomodado sin compactar, será el precio fijado en el

contrato para el metro cúbico. Este precio incluye lo que corresponda por acomodo y extendido del material en capas sin compactar y afinamiento para dar el acabado superficial.

#### E.P.6 COMPACTACIÓN POR UNIDAD DE OBRA TERMINADA DEL TERRENO NATURAL EN EL ÁREA DE DESPLANTE DE LOS TERRAPLENES.

- Ejecución: la superficie descubierta por el corte donde valla a cubrirse con pavimento y/o donde se indique, se escarificará en un espesor mínimo de 15 cm, se conformará y compactará con la humedad conveniente para obtener cuando menos el 90% de su P.V.S.M., determinado en la prueba Porter.

- Medición: la compactación por unidad de obra terminada del terreno natural en el área de desplante de los terraplenes, se medirá, tomando como unidad el metro cuadrado (m<sup>2</sup>).

- Base de pago: la compactación por unidad de obra terminada del terreno natural en el área de desplante de los terraplenes, se pagará al precio fijado en el contrato para el metro cuadrado. Este precio unitario incluye lo que corresponda por: escarificación, conformación; adquisición, carga, acarreo, aplicación e incorporación del agua necesaria para la compactación, compactación hasta obtener el grado fijado, los tiempos empleados en el transporte, durante las cargas y descargas y todo lo necesario para la correcta ejecución de los trabajos a satisfacción.

#### E.P.7 CONSTRUCCIÓN DE TERAPLEN COMPACTADO AL 90% DE SU P.V.S.M., CON MATERIAL SELECCIONADO DE BANCO, POR UNIDAD DE OBRA TERMINADA.

-Materiales. Se construirá el cuerpo de terraplén con material arenolimosos o similares (criterio S.U.C.S) y deberán cumplir con los requisitos que se indican a continuación:

*Tamaño máximo de partículas	7.6 cm
*Valor relativo al soporte saturado	20% mínimo
*Expansión libre	menor del 5%

- Ejecución: en donde lo indique el proyecto, se procederá a construir el cuerpo del terraplén compactado al noventa y cinco por ciento (95%) de su peso volumétrico seco máximo, obtenido en la prueba Porter.

- Medición: la construcción de terraplén compactado al 95% de su P.V.S.M., con material seleccionado de préstamo de banco, por unidad de obra terminada, se medirá tomando como unidad el metro cúbico (m3) de material compactado sin considerar abundamientos. No se medirán los volúmenes excedentes a los del proyecto, ni se medirán los terraplenes ocasionados por sobre cortes.

- Base de pago: el terraplén compactado al 95% de su P.V.S.M., con material seleccionado de préstamo de banco, por unidad de obra terminada, se pagará al precio fijado en el contrato para el metro cúbico de terraplén.

Este precio incluye los que corresponda por: liberación y regalías, desmonte, despalle de bancos, extracción o adquisición de materiales, carga, acarreo y descarga de los materiales y su selección de acuerdo a especificaciones, formación de los almacenamientos y vehículos empleados en su transporte durante los acarreos a su sitio de colocación, tendido y conformación de acuerdo a niveles de proyecto, suministro y aplicación de agua, compactación de material al grado fijado, así como el equipo y maquinaria para su correcta ejecución a satisfacción.

E.P.8 CONSTRUCCIÓN DE TERRAPLEN COMPACTADO AL 95% DE SU P.V.S.M., CON MATERIAL SELECCIONADO DE PRÉSTAMO DE BANCO, POR UNIDAD DE OBRATERMINADA.

- Materiales. Se construirá el cuerpo de terraplén con materiales arenolimosos o similares (criterio S.U.C.S.) y deberá cumplir con los requisitos que se indican a continuación:

*Tamaño máximo de partículas	7.6cm
*Valor relativo de soporte saturado	20% mínimo
*Expansión libre	menor del 5%

- Ejecución: en donde lo indique el proyecto, se procederá a construir el cuerpo del terraplén compactado al 95% de su peso volumétrico seco máximo, obtenido en la prueba de Porter.

- Medición: la construcción de terraplén compactado al 95% de su P.V.S.M., con material seleccionado de préstamo de banco, por unidad de obra terminada, se medirá tomando como unidad el metro cúbico (m<sup>3</sup>) de material compactado sin considerar abundamientos.

No se medirán los volúmenes excedentes a los de proyecto, ni se medirán los terraplenes ocasionados por sobre cortes.

- Base de pago: el terraplén compactado al 95% de su P.V.S.M., con material seleccionado de préstamo de banco, por unidad de obra terminada, se pagará al precio fijado en el contrato para el metro cúbico de terraplén. Este precio incluye lo que corresponda por: liberación y/o regalías, desmonte, despilme de bancos, extracción o adquisición de los materiales, carga, acarreo y descarga de los materiales y su selección de acuerdo a especificaciones, formación de los almacenamientos y vehículos empleados en su transporte durante los acarreos a

su sitio de colocación, tendido y conformación de acuerdo a niveles de proyecto, suministro y aplicación de agua, compactación de material al grado fijado, así como el equipo y maquinaria para su correcta ejecución a satisfacción.

E.P.9 CONSTRUCCIÓN DE LA CAPA SUB RASANTE COMPACTADA AL 100% DE SU P.V.S.M., CON MATERIAL SELECCIONADO DE PRÉSTAMO DE BANCO, POR UNIDAD DE OBRA TERMINADA.

- Materiales. Se construirá el cuerpo de la capa sub rasante compactada al 100% de su P.V.S.M., con material arenolimoso o similares (criterios S.U.C.S) deberán cumplir con los requisitos que se indican a continuación:

*Tamaño máximo de partículas	7.6 cm
*Valor relativo de soporte saturado	20% mínimo
*Expansión libre	menor del 5%

-Ejecución: donde lo indique el proyecto y/o lo ordene ASA, una vez preparada la capa subrasante, se construirá la capa subrasante, con el espesor indicado en el proyecto, y compactado al 100% de su peso volumétrico seco máximo, obtenido en la prueba AASHTO.

Para aceptar la capa subrasante se tomarán las siguientes tolerancias:

En niveles	+ - 1.0 cm
En espesores	- 1.0 cm

- Medición: la capa subrasante compactada al 100% de su P.V.S.M., por unidad de obra terminada, se medirá tomando como unidad el metro cúbico (m<sup>3</sup>) de material compactado sin considerar abundamientos. No se medirán los volúmenes excedentes a los de proyecto, ni se medirán los volúmenes ocasionados por las tolerancias señaladas.

- Base de pago: la capa subrasante compactada al 100% de su P.V.S.M., con material seleccionado de préstamo de banco, por unidad de obra terminada, se pagará el precio fijado en el contrato para el metro cúbico de sub restante. Este precio incluye lo que corresponde por: liberación y/o regalías, desmonte, despalme de bancos, extracción o adquisición de los materiales, carga, acarreo y descarga de los materiales y su selección de acuerdo a especificaciones, formación de los almacenamientos y vehículos empleados en su transporte los acarreos a su sitio de colocación, tendido y conformación de acuerdo a niveles de proyecto suministro y aplicación de agua, compactación de material al grado fijado, así como el equipo y maquinaria.

#### E.P.10 EXCAVACIÓN PARA CANALES, POR UNIDAD DE OBRA TERMINADA.

Las excavaciones para canales por unidad de obra terminada se harán con maquina, a cualquier profundidad y clasificación y se ajustarán al os procedimientos de construcción, siguiendo un sistema de ataque que facilite el drenaje natural de la excavación, los materiales producto de la excavación deberán depositarse en el lugar y forma indicados en el proyecto y/o lo ordenado por ASA. Los taludes y el fondo de los canales deberán ser afinados de acuerdo con la sección y pendiente fijados en el proyecto.

- Medición: la medición de los volúmenes excavados por unidad de obra terminada, para cualquier profundidad, se hará verificando en la excavación misma y usando el método del promedio de áreas extremas, en distancias de 20m o menores si la configuración del terreno así lo requiere, se hará tomando como unidad el metro cúbico (m<sup>3</sup>), el resultado se redondeará a la unidad.

- Base de pago. El pago de excavaciones para canales por unidad de obra terminada, cualquiera que sea su clasificación y profundidad incluye en el precio lo que corresponda por: desmonte, desviación de corrientes, excavación en seco

o en agua, a mano o con maquina extracción, elevación a cualquier altura del material excavado, afinamiento del canal y de berma, bombeo, carga, acarreo, descarga y depósito del material en el lugar y la forma que fije el proyecto y los tiempos de los vehiculos empleados en su transporte durante las cargas y descargas.

#### E.P.11 TUBERÍA DE CONCRETO SIMPLE DE $f'c=150 \text{ KG/CM}^2$ , POR UNIDAD DE OBRA TERMINADA.

- Materiales: la tubería de concreto simple de  $f'c=150 \text{ Kg/cm}^2$ , por unidad de obra terminada, serán de 30 cm ó 12" de diámetro. Las juntas serán del tipo macho y campana.

- Ejecución: al colocarse los tramos de tubo deberán sellarse las juntas y en su caso las perforaciones para el manejo, con mortero de cemento y arena, en proporción uno a dos (1:2) para formar un ducto continuo y firme, todos los tubos se colocarán con el macho aguas abajo y al instalarlos se procederá de abajo hacia arriba, siguiendo la pendiente seguida en el proyecto. No deberán colocar tubos agrietados o depositados. El contratista deberá retirar de la obra los tubos rechazados.

- Medición: la tubería se medirá ya colocada, a lo largo de la clave, tomando como unidad el metro (m.l.), para cada tipo y diámetro interior de los tubos.

- Base de pago. La tubería de concreto, por unidad de obra terminada, se pagará al precio fijado en el contrato, para el metro de tubo para cada tipo y diámetro. Estos precios incluyen lo que corresponda por: valor de adquisición o de fabricación, cargas, acarreos, almacenamientos y descargas de los tubos, materiales necesarios para su colocación, acondicionamiento de la superficie de desplante, colocación, mortero de cemento y sellado de las juntas y, en su caso,

de las perforaciones para el manejo, curado de las juntas, tubos para prueba, los transportes y los demás materiales y operaciones necesarias para la ejecución del trabajo y los tiempos de los vehículos empleados en los transportes durante las cargas y descargas.

E.P.12 CONSTRUCCIÓN DE BORDO DE PROTECCIÓN COMPACTADO AL 90% DE SU P.V.S.M., CON MATERIAL SELECCIONADO DE PRÉSTAMO DE BANCO, POR UNIDAD DE OBRA TERMINADA.

- Materiales. Se construirá el cuerpo de terraplén con materiales arenolimosos o similares (criterio S.U.C.S.) y deberán cumplir con los requisitos que se indican a continuación:

*Tamaño máximo de partículas	7.6 cm
*Valor relativo de soporte saturado	20% mínimo
*Expansión libre	menor del 5%

- Ejecución: en donde lo indique el proyecto, se procederá a construir el cuerpo del terraplén compactado al 95% de su peso volumétrico seco máximo, obtenido en la prueba Porter.

- Medición: la construcción de terraplén compactado al 95% de su P.V.S.M., con material seleccionado de préstamo de banco, por unidad de obra terminada, se medirá tomando como unidad el m<sup>3</sup> de material compactado sin considerar abundamientos. No se medirán los volúmenes excedentes a los proyectos, ni se medirán los terraplenes ocasionados por sobre cortes.

- Base de pago: el terraplén compactado al 95% de su P.V.S.M., con material seleccionado de préstamo de banco, por unidad de obra terminada, se pagará al precio fijado en el contrato par el m<sup>3</sup> de terraplén. Este precio incluye lo correspondiente por: liberación y/o regalías, desmonte, despalme de bancos,

extracción o adquisición de materiales, carga, acarreo y descarga de los materiales y su selección de acuerdo a sus especificaciones, formación de los almacenamientos y vehículos empleados en su transporte durante los acarreos a sus sitios de colocación, tendido y conformación de acuerdo a niveles de proyecto, suministro y aplicación de agua, capacitación de material al grado fijado, así como el equipo y maquinaria para su correcta ejecución.

#### E.P.13 CONSTRUCCIÓN DE LA BASE HIDRÁULICA, POR UNIDAD DE OBRA TERMINADA COMPACTADA AL 100% DE SU P.V.S.M.

- Materiales. Se construirá la base hidráulica, empleando una mezcla de materiales pétreos producto de trituración y/o cribado, seleccionado por tamaños y mezclado con arenas limosas de banco de préstamo. La mezcla de materiales deberá ser una grava bien graduada (GW criterio S.U.C.S.), que cumplan con los requisitos que a continuación se indican:

*Porcentaje de finos que pasa la malla No. 200	10% máx.
*Limite líquido	30% máx.
*Tamaño máx. de partícula	38 mm
*Índice plástico	7 % máx.
*Contracción lineal	4.5 máx.
*Equivalente de arena	50% mín.
*Índice de durabilidad	40% mín.
*Compactación	100% P.V.S.M.

- Ejecución. Los procedimientos de construcción de la base, serán los fijados en el proyecto y que en términos generales son los siguientes:

- a) Cuando se emplean dos o más materiales, se mezclarán en seco para obtener un material uniforme.

- b) Cuando se emplee motoconformadora par el mezclado y el tendido, se extenderá parcialmente el material y se procederá a incorporar el agua por medio de riego y mezclados sucesivos par alcanzar la humedad que fije el proyecto y hasta obtener la homogeneidad en granulometría y humedad.

A continuación se extenderá el material en capas sucesivas de materiales sin compactar, cuyo espesor no deberá ser mayor de 15cm.

Cada capa extendida se compactará hasta alcanzar el grado fijado en el proyecto, respecto al P.V.S.M., obtenido en la prueba AASHTO modificada, sobreponiéndose las capas hasta obtener el espesor y sección fijados en el proyecto. Quien podrá ordenar que cualquier capa ya compactada, se escarifique superficialmente y se le agregue agua si es necesario. Antes de tender la siguiente capa a fin de ligarlas debidamente se darán riegos superficiales de agua durante el tiempo que dure la compactación, únicamente para compensar la pérdida de humedad por evaporación.

En las tangentes, la compactación se iniciará de las orillas hasta en centro y en las curvas, de la parte interior de la curva hacia la parte exterior.

Para dar por terminada la construcción de la base se verificaran el alineamiento, perfil, sección, compactación, espesor y acabado de acuerdo con lo fijado en el proyecto y las siguientes tolerancias:

En niveles	+/-1.0 cm
En espesores	+/-1.0 cm
En profundidad de las depresiones	+/-1.0 cm máx.

Para determinar la profundidad de las depresiones se colocará una regla de longitud paralela y normal al eje longitudinal.

La base hidráulica se deberá mantener en la condición de la humedad y superficialmente seca, hasta el momento de la aplicación del riego de impregnación.

- **Medición:** la base hidráulica por unidad de obra terminada, se medirá tomando como unidad el m<sup>3</sup> de material compacto, no se considerará ningún abudamiento. No se medirán los volúmenes excedentes a los de proyecto, ni se medirán los volúmenes ocasionados por las tolerancias señaladas.

- **Base de pago:** la base hidráulica por unidad de obra terminada se pagara al precio fijado en el contrato para el m<sup>3</sup> de material compacto, este precio inclúyelo que corresponda por: liberación y /o regalías, desmonte y despalde de bancos, extracción del material aprovechable y del desperdicio cualesquiera que sea su clasificación, separación, recolección, carga y descarga del desperdicio en el sitio señalado, o adquisición de los materiales, carga, acarreo y descarga de los materiales del banco a la planta de tratamiento, instalación y desmantelamiento de la planta de trituración, cribado y dosificación, alimentación, trituración, carga en la planta, acarreo y descarga en el lugar de utilización o almacenamiento, tiempo de vehículos empleados en los trasportes durante las cargas y descargas, todas las operaciones para el tendido, conformación y compactación de la capa según rasante de proyecto, adquisición, carga, acarreo, aplicación e incorporación de agua, compactación al 100% de su P.V.S.M., la conservación de la base en la condición de húmeda y superficialmente seca hasta el momento de aplicar el riego de impregnación y todo lo necesario para su correcta ejecución.

#### E.P.14 RIEGO DE IMPREGNACIÓN CON FM-1, POR UNIDAD DE OBRA TERMINADA.

- Materiales: el asfalto rebajado que se emplee en los riegos de impregnación será del tipo FM-1.
- Ejecución: sobre la base hidráulica húmeda superficialmente seca y barrida la superficie se aplicará un riego de impregnación con producto asfáltico tipo FM-1 a razón de aprox. 1.5 Lt/m<sup>2</sup>.
- Medición: el riego de impregnación por unidad de obra terminada, se medirá en el depósito de la petrolizadora, tomando como unidad el litro (lt).
- Base de pago: el riego de impregnación por unidad de obra terminada, se pagará al precio fijado en el contrato para el litro de producto asfáltico FM-1 aplicado.

Este precio incluye lo que corresponda por: valor de adquisición, limpieza del tanque en que se transporte, arrastres en la planta de producción del material y en el lugar de destino, carga al equipo de transporte, transporte al lugar de almacenamiento, descarga en depósito, cargo por almacenamiento, carga en el depósito al equipo de transporte, acarreo al lugar de utilización y/o riego, protección de las estructuras o partes de ellas y precauciones para no mancharlas, aplicación del producto asfáltico en la forma en que se fije, todas las operaciones de calentamiento y bombeo requeridas y los tiempos de los vehículos empleados en los transportes y riego durante las cargas y descargas, el barrido de la superficie y todo lo necesario para la correcta ejecución de los trabajos a satisfacción.

#### E.P.15 RIEGO DE LIGA CON FR-3, POR UNIDAD DE OBRA TERMINADA.

- Materiales: el asfalto rebajado que se empleó en los riegos de liga será del tipo FR-3.

- Ejecución: sobre la base hidráulica impregnada y barrida se aplicará un riego de liga con producto asfáltico tipo FR-3 a razón de aprox.  $0.75 \text{ Lt/cm}^2$ , con el objeto de mejorar la adherencia de la carpeta asfáltica con la base impregnada.

- Medición: el riego de liga por unidad de liga terminada, se medirá en el depósito de la petrolizadora, tomando como unidad el Lt.

- Base de pago: el riego de liga por unidad de obra terminada, se pagará al precio fijado en el contrato para el litro de producto asfáltico FR-3 aplicado.

Este precio incluye lo que corresponda por: valor de adquisición, limpieza del tanque en que se transporte, arrastres en la planta de producción del material y en el lugar de destino, carga al equipo de transporte, transporte al lugar de almacenamiento, descarga en el depósito, cargo por almacenamiento, carga en el depósito al equipo de transporte, acarreo al lugar de utilización y/o riego, protección de las estructuras o partes de ellas y precauciones para no mancharlas, aplicación del producto asfáltico en la forma en que se fije, todas las operaciones de calentamiento y bombeo requeridas y los tiempos de los vehículos empleados en los transportes y riego durante las cargas y descargas, el barrido de la base impregnada y todo lo necesario para la correcta ejecución de los trabajos a satisfacción.

E.P.16 CONSTRUCCIÓN DE CARPETA DE CONCRETO ASFÁLTICO, POR UNIDAD DE OBRA TERMINADA.

- Materiales:

a) materiales pétreos

El material pétreo deberá ser una mezcla de grava y arena bien graduada (GW criterio S.U.C.S), con un diez por ciento (10%) pasando la malla No.200, y con un tamaño máximo de partículas de 19mm, debiendo separarse en fracciones de 19 mm a la malla No.4, y de No.4 a finos, adicionalmente el agregado pétreo cumplirá con los requisitos que indican en seguida:

La curva granulométrica de los agregados pétreos deberá quedar comprendida de la siguiente manera:

<i>Denominación de la malla</i>	<i>% que pasa</i>
1"	100
3/4"	90-100
1/2"	75-100
3/8"	65-100
1/4"	54-100
Núm. 4	47-70
Núm.8	35-50
Núm.16	25-40
Núm.30	20-30
Núm.50	13-22
Núm.100	10-15
Núm.200	5-10
Equivalente de arena	55% min.
Desgaste "Los Angeles"	40% máx.
Índice de Lajeo	35% máx.

Cuando la muestra este constituida por material heterogéneo y se tengan dudas de su calidad, podrá efectuar pruebas de desgaste de los Ángeles, separando el material sano del material alterado o de diferente origen, así como pruebas en muestra construida por ambos materiales en la que estén representados en la misma proporción en que se encuentren en el banco o en la que vayan a ser utilizados. En ninguno de los casos mencionados deberán tener desgastes mayores de 40%.

En el caso de que se tengan dudas acerca de la calidad de los materiales pétreos a juicio del Organismo se llevará a cabo la determinación de la pérdida por interperismo acelerado, la cual no deberá ser mayor de 12%, en el tendido que está característica no excluye las mencionadas anteriormente.

#### b) Producto asfáltico

El producto asfáltico a emplear será cemento asfáltico del No.6 que cumpla con las normas siguientes:

Penetración 100g, 5s, 25° C,	de 80 a 100g
Viscosidad Saybolt-Furol, a 135° C	85 seg.
Punto de inflamación (copa abierta de Cleveland).	323° C
Ductilidad, 25° C	323° C
Solubilidad en tetracloruro de carbono	99.5 mín.

#### c) Aditivos

El material pétreo deberá satisfacer al menos dos de los siguientes requisitos establecidos para afinidad con el asfalto:

Desprendimiento por fricción	25% máx.
Cubrimiento con asfalto por el método Inglés	90% mín.
Pérdida de estabilidad por inmersión en agua	15% máx.

En caso de ser necesario, para mejorar la afinidad del agregado pétreo con el asfalto, se deberá emplear un aditivo.

d) Mezcla asfáltica

La dosificación de la mezcla asfáltica y el control durante su elaboración se hará mediante el procedimiento MARSALL bajo la responsabilidad exclusiva del contratista, de tal manera que el concreto asfáltico resultante cumpla con los requisitos que se indican enseguida:

Estabilidad	700Kg. Min.
Flujo	2 a 4 mm.
Permeabilidad en la carpeta	10% máx.
Vacios en la mezcla	3 a 5 %

- Ejecución: una vez aplicado el riego de liga sobre la base hidráulica impregnada y barrida se procederá a construir la carpeta de concreto asfáltico con mezcla elaborada en planta y colocada en caliente, con el espesor compacto indicado en el proyecto, la mezcla se compactará al 95% mín. del P.V.M determinado en la prueba MARSHALL de control, compactando los especímenes en el laboratorio con 75 golpes por cara.

Para aceptar la carpeta asfáltica se consideran las siguientes tolerancias en su geometría:

En niveles	+/-0.5 cm
En espesores	+/-0.2 cm
En profundidades de las depresiones	0.5 cm máx.

La profundidad de las depresiones se determinaran colocando una regla de 5.00m de longitud, el contratista deberá considerar una regla y operación por la misma de cada frente de tendido.

- Medición: El concreto asfáltico, por unidad de obra terminada, se medirá tomando como unidad el metro cúbico de material compacto, no se considera abundamiento. No se medirán los volúmenes excedentes a los de proyecto, ni se medirán los volúmenes ocasionados por las tolerancias señaladas.

- Base de pago. Las carpetas de concreto asfáltico, por unidad de obra terminada se pagarán al precio fijado en el contrato para el m<sup>3</sup> de carpeta compactada. Este precio unitario incluye lo que corresponda por: derechos y regalías para la explotación, desmonte y despalme de los bancos, extracción del material aprovechable y del desperdicio cualquiera que sea la clasificación, instalaciones y desmantelamientos de las plantas, alimentación de las plantas, cribados y desperdicios de los cribados, trituración parcial o total, lavado, cargas y descargas de los materiales, todos los acarreos desde ... locales necesarios para los tratamientos y de los desperdicios de ellos, formación de los almacenamientos, secado del material pétreo y clasificación separándolo por tamaños, dosificación, calentamientos, mezclado de los materiales pétreos y cementos asfálticos, carga del concreto asfáltico, acarreos de la planta al lugar de utilización, descarga, los tiempos de los vehículos empleados en los transportes durante las cargas y descargas, tendido, compactación al grado fijado, chaflanes en las orillas de la carpeta y acabado con rodillo liso, rampas para interrupciones de los trabajos y corte de las mismas, valor de adquisición del cemento asfáltico, limpieza del tanque en que se transporte, arrastres en la planta de producción del material y en el lugar del destino, carga del equipo de transporte, transporte al lugar de almacenamiento fijado, descarga en este lugar, cargo por almacenamiento, acarreo del depósito a la planta mezcladora e incorporación de ésta a los materiales pétreos, protección a las estructuras o partes de ellas, y precauciones para no mancharlas durante la construcción, todas las operaciones de calentamiento y bombeo requeridas, los tiempos de los vehículos empleados en los transportes durante las cargas y descargas y aditivos en su caso, y todo lo necesario para la correcta ejecución de los trabajos.

## E.P.17 SEÑALAMIENTO HORIZONTAL CON PINTURA SIMPLE, POR UNIDAD DE OBRA TERMINADA.

- Materiales: Los materiales empleados en el pintado de la calle de rodaje con las señales indicadas en el proyecto, que consistirán en líneas con anchuras de quince centímetros (15 cm), deberá cumplir con los siguientes requisitos de calidad de pintura.

a) Condiciones de envase: la pintura envasada, deberá tener pigmento perfectamente molido y mezclado presentando consistencia uniforme y tersa; deberá ser homogénea, libre de costras, tierra o cualquier otra materia extraña; no contendrá en el envase grumos o coágulos y los asentamientos que produzca deberá fácilmente premezclados.

b) Condiciones de aplicación: la pintura deberá tener las características requeridas para usarse en pavimentos de concreto asfáltico como guía para la operación de aeronaves y tener la consistencia necesaria para ser aplicada con equipo de aspersión. Este equipo deberá ser capaz de producir una raya continua de ancho uniforme y de espesor requerido.

c) Viscosidad: al ser aplicada, la pintura deberá cumplir las especificaciones ASTM-D-562 de tener una consistencia determinada por el viscosímetro Stormer de 70 a 90 unidades Kreba a 25°C.

d) Color: la pintura deberá tener color blanco estándar o el color amarillo señalado en el proyecto no deberá contener ninguna materia orgánica colorante, ni se decolorará bajo la acción de los rayos solares.

e) Sangrado: cuando la pintura sea sometida a la prueba sobre substractos de alquitrán y asfalto señalada en la especificación ASTM-D-969, la clasificación numérica de la pintura amarilla no será menor que seis (6).

f) Poder de cubrimiento húmedo: cuando la pintura se aplique en un espesor de veinticinco centésimos (.025) de milímetro de película húmeda sobre gráfica *Morest Black and White Hiding Powet*, Forma 03-B, mostrará un cubrimiento o dará una relación de contraste no menor de cero punto noventa y ocho (0.98) entre reflexión de las superficies negras y blancas determinada por un reflectómetro *Hunter Multi-Purpose*.

g) Factor reflejante: la pintura amarilla, deberá tener como mínimo el factor reflejante que se señale en la siguiente tabla, estando el fotómetro y la fuente luminosa separados por una distancia que corresponda a un ángulo de divergencia de aprox. 1° 20 min.

Ángulo de incidencia Grados	Factor reflejante
75	30
88	40

Después de la prueba de intemperismo acelerado, la pérdida en el factor reflejante no deberá ser mayor del quince por ciento (15%).

h) Intemperismo acelerado: la pintura al pasar por la prueba de intemperismo acelerado señalada en la especificación 141 método 6152 de la STMS, con lámpara de arco de doble carbón durante 600 hrs., no deberá mostrar sino una ligera decoloración.

i) Tiempo de secado: cuando la pintura sea aprobada de acuerdo con la especificación ASTM-D-711, deberá secar hasta que no se desplace ni se levante en un lapso no mayor de 45 min.

j) Resistencia al abrasión: la pintura intemperizada cuando se someta a la prueba de resistencia a la abrasión señalada en la especificación FTMS-141, método 6191 deberá requerir no menos de 50 litros de arena para blanca y no menos de 40 litros de arena para la pintura amarilla, para remover la película de la placa de prueba. Las placas intemperizadas para esta prueba, se prepararán como lo indica la especificación FTMS-141, método 6152 con lámpara de arco de doble carbón durante 300 hrs., después de la cual se dejarán transcurrir 24 hrs. antes de efectuar la prueba.

k) Resistencia al agua: la pintura aplicada a la placa de prueba en espesor de 13 centésimos (0.13 de milímetro), secada al aire libre durante 72 horas a una temperatura de aprox. 25° C y después sumergida por 24 hrs. en agua destilada a la misma temperatura, deberá tener buena adherencia con la placa de prueba y no mostrar arrugas, ampollas u otros defectos permanentes a las dos horas de secado a la temperatura ambiente, después de transcurridas otras 22 hrs. de secado al aire libre, la parte sumergida en agua y la porción al aire, la placa, no deberá presentar diferencia alguna en dureza.

l) Flexibilidad: la pintura será aplicada en una lámina metálica delgada con espesor no menor de 19 ni mayor de 25 gramos por cm<sup>2</sup>, no deberá mostrar grietas ni desprendimientos después de doblarse a 180° sobre perno de 12 mm de diámetro.

El contratista estará obligado a emplear en el pintado de las marcas de señalamiento fijadas en el proyecto, pintura que cumpla con los requisitos de calidad antes estipulados y que si legado el caso, al ejecutar los trabajos con el producto considerado en su proposición, no se obtienen resultados satisfactorios, se compromete y obligará sustituirlos de inmediato por otro producto que reúna dichos requisitos y a reparar o reponer el pintado de las marcas de señalamiento defectuosas, sin que ello sea motivo de modificación

alguna al precio unitario, ni compensación alguna por la reparación o reposición del trabajo defectuoso.

- Ejecución: todo el equipo que se emplee en el pintado de las marcas de señalamiento deberá ser sometido previamente a la aprobación del Organismo, incluyendo la herramienta y aparatos necesarios para la limpieza de la superficie por pintar. Si durante la ejecución del trabajo el equipo presenta deficiencias, estará el contratista obligado a corregirlas o retirar los elementos defectuosos y reemplazarlos por otros en buenas condiciones.

Se procederá al delineado de las rayas y marcas por pintar y se barrerán y limpiarán cuidadosamente las zonas que serán pintadas. Se procederá de inmediato a la aplicación de la pintura cuidando que el pavimento no está húmedo.

El alineamiento de las rayas se deberá hacer señalando un punto de ellas a distancias no mayores de 50 m. de tangentes y en curvas a la distancia que fije el proyecto, apoyándose en estos puntos se tenderá un cordón para guiar la máquina pintarrayas; se aplicará la pintura en una o más fajas, cuyo ancho y características fijará en cada caso el proyecto.

La máquina pintarrayas o aplicador mecánico, debe ser capaz de desarrollar una presión de aire suficiente para ejecutar una buena pulverización, deberá tener espumas y atomizadores, para producir un ancho mín. de 15 cm., así como para agitar mecánicamente la pintura básicamente durante el funcionamiento de la máquina.

La pintura aplicará tal como viene de fábrica y por ningún motivo se le añadirá adelgazador. Su distribución será uniforme es decir sin tramos escasos o con exceso de pintura, debiéndose aplicar en las cantidades que fije el proyecto, de acuerdo con el siguiente criterio:

Cubrimiento de pintura	3.33 lt/m <sup>2</sup>
Espesor de pintura húmeda	0.3 mm.

- Medición: la medición de pintura, se hará tomando como unidad el m<sup>2</sup> de superficie pintada, redondeando el resultado a la unidad.

- Base de pago: el pago por unidad de obra terminada de marcas de señalamiento con pintura y números designadores de pistas, se hará al precio fijado en el contrato para el m<sup>2</sup>. Este precio unitario incluye lo que corresponda por: barrido y limpieza, trazado de señales, valor de adquisición de la pintura, carga descargas, almacenamiento y transporte hasta los sitios de utilización, mermas y desperdicio, mano de obra y equipos requeridos para las operaciones previas para el pintado de señales, limpieza de la obra, y en general todo lo necesario para la correcta ejecución del trabajo.

#### E.P.18 SEÑALAMIENTO HORIZONTAL CON PINTURA REFLEJANTE, POR UNIDAD DE OBRA TERMINADA

- Materiales. Además de los requisitos en la especificación particular E.P.17 señalamiento horizontal con pintura simple, la pintura reflejante deberá llenar los siguientes requisitos de calidad:

##### 1. De las esferas de vidrio reflejante

a) Calidad de las esferas: deberán ser incoloras, limpias y transparentes con un índice de reflexión por el método de inmersión de 1.9 min., no deberán perder su transparencia al ser sumergidas en solución normal de cloruro de calcio durante 3 hrs., y deberá oscurecerse al tratarse con sulfuro de sodio.

b) Tamaño de las esferas. Los tamaños de las esferas deberán ajustarse a lo indicado en la siguiente tabla:

MALLA	PORCENTAJE	
	Min.	Máy.
Pasando la No.14	100	-0-
Retenido en la No.18	10	20
Retenido en la No.30	30	85
Retenido en la No.40	5	50
Pasando la No.40	-0-	5

El tamaño de las esferas se determinará de acuerdo con lo señalado en la especificación ASTM-D-1214.

c) Imperfecciones de las esferas

El porcentaje de esferas imperfectas, determinado conforme a lo señalado en la especificación ASTM-D-1214, no deberá exceder del 30% en peso.

d) Condiciones de aplicación: la pintura deberá tener las características requeridas para usarse en pavimentos de concreto hidráulico y asfáltico como guía reflejante para la operación de las aeronaves y tener la consistencia necesaria para ser aplicada con equipo de aspersión. Será del tipo de riego por gravedad, es decir, de aquel en que las esferas de vidrio se dejan caer por medios apropiados.

Para que depositen sobre la pintura húmeda conforme esta va siendo aplicada por la máquina pintadora y cuando se use con este equipo deberá ser capaz de producir una raya continua de ancho uniforme y de espesor requerido.

## 2. De la pintura reflejante integral

a) Color: La pintura deberá tener después de que las esferas hayan sido esparcidas, el color amarillo señalado, no deberá contener ninguna materia orgánica colorante, ni se decolorará bajo la acción de los rayos solares.

b) Sangrado: Cuando la primera sea sometida a la prueba sobre substractos de alquitrán y asfalto señalado en la especificación ASTM-D-969, la clasificación numérica de la pintura amarilla será menor de seis (6). Para el sangrado, las pinturas se probarán conteniendo la cantidad especificada de esferas de vidrio.

c) Intemperismo: acelerado: la pintura al pasar por la prueba de intemperismo acelerado señalada en la especificación 141 método 6152 de la FTMS, con lámpara de arco de doble carbón durante 600 hrs., no deberá mostrar sino una ligera decoloración y no más de 20% de pérdida de esferas.

d) Tiempo de secado: cuando la pintura sea aprobada de acuerdo con la especificación ASTM-D-711, deberá secar hasta que no se desplace ni se levante en un lapso no mayor de 45 min. El contratista, estará obligado a emplear en el pintado de las marcas de señalamiento fijadas en el proyecto, tanto pintura como esferas de vidrio que cumplan con los requisitos de calidad antes estipulados y que si llegado el caso, al ejecutar los trabajos con el o los productos considerados en su proposición no se obtienen resultados satisfactorios, se compromete y obliga a sustituirlos de inmediato o reponer el pintado de las marcas de señalamiento defectuosas, sin que ellos sea motivo de modificación alguna al precio unitario ni compensación alguna por la reparación o reposición del trabajo defectuoso.

- Ejecución: la máquina aplicadora de pintura deberá tener un dispositivo esparcidor de esferas en un ancho mínimo de 15 cm.

La pintura se aplicará tal como viene de fábrica y por ningún motivo se le añadirá adelgazador. Su distribución será uniforme, es decir, sin tramos escasos o con exceso de pintura, debiéndose aplicar en las cantidades que fije el proyecto y/o ASA.

### MARCAS DE SEÑALAMIENTO

a. Materiales	Pintura para pavimentos con esferas reflejantes.
b. Color amarilla	En calles de rodaje
c. Cubrimiento de pintura	3.33 m <sup>2</sup> /lt.
d. Espesor de pintura húmeda	0.3mm
e. Esferas por litro	1.20 kg.
f. Tamaño de esferas	de 0.38mm a 1.38mm
g. Índice de reflexión	1.90

- Medición: La medición de pintura reflejante, con esferas aplicadas, se hará tomando como unidad el m<sup>2</sup> de superficie pintada, redondeando el resultado a la unidad.

- Base de pago: El pago por unidad de obra terminada de marcas de señalamiento con pintura reflejante, se hará al precio fijado en el contrato para el m<sup>2</sup>. Este precio unitario incluye lo que corresponda por: barrido y limpieza, trazado de las señales, valor de adquisición de la pintura y de las esferas, cargas, descargas, almacenamiento y transporte hasta los sitios de utilización, mermas y desperdicios, mano de obra y equipos requeridos para las operaciones previas y para el pintado de las señales, limpieza de la obra y en general todo lo necesario para la correcta ejecución del trabajo.

## E.P.19 SEÑALAMIENTO VERTICAL ILUMINADO, POR UNIDAD DE OBRA TERMINADA.

- Materiales. Los materiales a emplearse en este tipo de trabajo, serán los siguientes:

- Luminarias tipo canaleta, terminado alzak de 1.20 m y 0.60 m de longitud.
- Lámpara incandescente de 45watts 6.6amp.
- Transformadores de aislamiento ESP.FAA-L-830
- Base universal con conector sello ESP.FAA-L-867
- Concreto simple  $f'c=150$  kg/cm<sup>2</sup>, tamaño 19 mm.

Lo anterior se sujetará a lo indicado en el plano de señalamiento vertical en DC-1-1.

- Ejecución:

a) Señales iluminadas. Las señales iluminadas pueden ser interna o externamente iluminadas. La iluminación externa deberá estar fija al letrero tal como se muestra en el plano respectivo y la unidad de iluminación no deberá interferir con la legibilidad de la señal, producir resplandores o derrames de luz que puedan distraer o confundir al piloto que realiza sus maniobras en el área operacional aeronáutica.

La iluminación deberá ser uniforme sobre toda la cara de la señal y ser suficiente para lograr que el tipo de señal sea legible para los tamaños indicados durante la noche a una distancia de 250 m (800'). Los focos utilizados deberán tener fácil acceso para su reemplazo.

b) Instalación eléctrica. Todas las señales iluminadas deberán estar equipadas de acuerdo al tipo que se desee utilizar, en su caso estarán dispuestos para ser

conectados en su operación al circuito serie de alumbrado del rodaje y serán capaces de ser operados en cualquier valor de corriente sin que se produzcan parpadeos. La conexión al circuito serie, se hará interceptando el conductor en el punto más cercano al señalamiento, utilizando para ello a un conductor de las mismas características a los transformadores de aislamiento de cada letrero. Las conexiones se harán invariablemente utilizando conectores tipo KIT-ESNA, para calibres de cable No. 6 y 8 AWG y aislamiento XLP, cadena cruzada para 5000volts. Las conexiones del secundario del transformador de aislamiento a los focos, deberá hacerse por medio un conector tipo macho vulcanizado a un conductor de tipo uso rudo calibre, deberán ser cubiertos con materiales termoflit vulcanizable, para evitar al máximo la entrada del agua o humedad.

- Fabricación: la unidad de iluminación de todos sus componentes, deberán estar diseñados para trabajar a la intemperie, a prueba de lluvia y polvo.

- Prueba de lluvia: para la realización de esta prueba se procederá a aplicar sobre la pieza agua en forma constante simulando la lluvia con el propósito de verificar que no penetra la lluvia o humedad en sus componentes eléctricos.

- Medición: la medición se hará tomando como unidad la pieza (PZA) de uno o varios dígitos.

- Base de pago. El pago por unidad de obra completamente terminada se hará al precio fijado en el contrato para la pieza. Este precio incluye lo que corresponda por mano de obra, herramienta manual y equipo necesario, adquisición de materiales, traslado del lugar de adquisición a la obra, cargas y descargas, almacenamientos, acarreos locales, vehículos para el transporte de las señales a su lugar de colocación, mermas, desperdicios, pruebas de operación, limpieza del área de colocación, y todo lo que sea necesario para dejar correctamente las señales en funcionamiento o satisfacción.

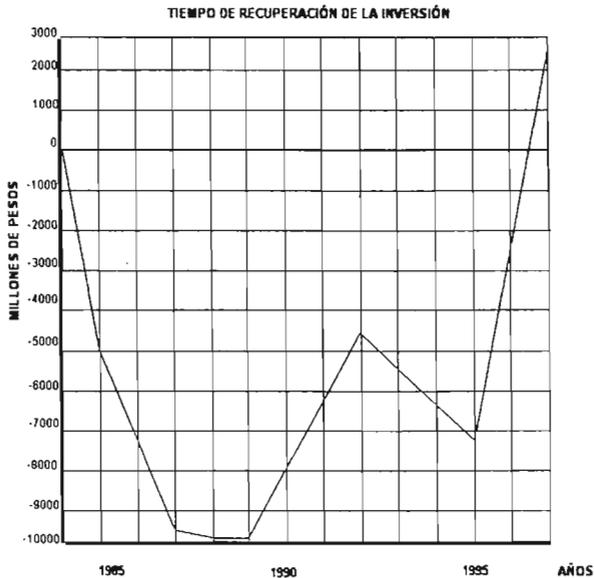
## IV. PROPUESTA PARA UNA ETAPA OPERATIVA

### 4.1 OBJETIVOS SOCIOECONÓMICOS INMEDIATOS

El análisis que se llevo a cabo para obtener los beneficios económicos sociales que se generarían en la región tanto por la creación de empleos permanentes y eventuales, como por la aportación Producto Interno Bruto, debido a que en este rubro se contabilizan sueldos pagados a los empleados, así como las inversiones que se realizan y de esta manera poder determinar la beneficio costo, principal indicador económico.

Los resultados obtenidos mostraron que los ingresos estimados resultaron ligeramente superiores a los egresos, (Flujo de efectivo) hacia el final del horizonte del estudio. Esto debido a que las inversiones necesarias para la construcción de las nuevas instalaciones, esperándose la recuperación para el año 1997, de acuerdo a como se muestra en la siguiente gráfica 6:

**Gráfica 6 Tiempo de recuperación de la Inversión.**



El análisis muestra en la gráfica 6 que del total de egresos resultan superiores al de ingresos, por lo que existe un déficit considerable, significando que el proyecto no se justificaría desde el punto de vista financiero, debido a que el flujo de efectivo resulto negativo. Sin embargo, desde el punto de vista económico, el número de empleos que se generan durante el estudio será aproximadamente de 2,800 empleos considerando los eventuales y permanentes. El total de estos empleos originaría una derrama al Producto Interno Bruto.

En cuanto a la relación Beneficio costo, resultado mayor a la unidad, es decir el beneficio generado en la región, supera por una vez al costo; en este cálculo se tomaron en cuenta los ingresos totales más la aportación al Producto Interno Bruto, y con este resultado se dividió el total de los egresos en el período, estudiado, resultando que el proyecto garantiza un alto grado de beneficio para la región donde se realizaría la obra.

La creación del nuevo aeropuerto de Tepic tuvo como objetivos, entre otros, garantizar la eficiencia y seguridad de los servicios proporcionados, integrar en mayor medida económica y socialmente a la población, principalmente a la que habita en la región serrana, así como, promover los atractivos turísticos de la Entidad con la consiguiente derrama económica en beneficio de ella misma.

Previo a la determinación de construir un aeropuerto, ya considerado el costo beneficio de su creación, los órganos competentes confirmaron que la realización del proyecto se encontrara acorde a las políticas de planeación y desarrollo establecidas a nivel nacional y local.

## **4.2 DISPONIBILIDAD DE RECURSOS ECONÓMICOS**

En un principio, la construcción del aeropuerto estuvo a cargo de la extinta Dirección General de Aeropuertos, utilizando recursos destinados para tal fin por parte del Gobierno Federal a través de la Secretaría de Comunicaciones y Transportes.

El cumplimiento por parte de la Entidad a la normatividad vigente para la ejecución de las obras públicas, estableciendo su relación con los programas operativos anuales que a su vez son en cumplimiento a lo dispuesto por la Ley de Planeación.

Debido a que la construcción de dicho aeropuerto fue realizada en dos etapas la primera de 1984 a 1988 y la segunda de 1990 a 1992, la continuación de su construcción a partir del año de 1990, se debió apegar a las políticas de planeación y desarrollo vigentes en esa fecha.

Sin embargo, debido a la falta de recursos económicos las obras de construcción se fueron retrasando en su ejecución, por lo que al finalizar el año 1987, se tenía un avance aproximado del 30% de las obras, representadas principalmente en la pista, rodajes, edificio terminal y camino de acceso.

A partir de 1990, Aeropuertos y Servicios Auxiliares reinició con recursos propios las obras en proceso suspendidas en 1987 e inició las complementarias para concluir y poner en operación el nuevo aeropuerto. Se hace mención que en estas obras complementarias el Gobierno del Estado participó con sus propios recursos en la construcción del edificio terminal, torre de control y estacionamiento.

## **4.3 SELECCIÓN DE LA ETAPA OPERATIVA**

Las obras aeroportuarias por su grado de dificultad son costosas, comúnmente el conjunto de superficies pavimentadas iguala su costo con el resto de

instalaciones: edificios, zona de almacenamiento de combustibles, ayudas visuales y electrónicas; sistemas de iluminación de vuelos nocturnos, lo que implica que la operación de un aeropuerto inicie operaciones con los elementos e instalaciones mínimas indispensables.

Para el inicio de operación de este aeropuerto se consideraron las tres siguientes alternativas, expresadas en millones de pesos, pero de los antiguos del año 1988:

### **PRIMERA ALTERNATIVA**

Ejecutar el proyecto completo que contempla la terminación de la pista de 2.300 m y 45 m de ancho, dos calles de rodaje de 487 y 23 m de ancho, una plataforma de operaciones de 180 X 90 m, una plataforma de avionetas de 150 X 90 m, la zona de edificios en un área de 200X 450 m camino de acceso con un desarrollo de 5.13 Km. y un camino perimetral de 12 Km. con un costo total de \$10,936 MDP.

### **SEGUNDA ALTERNATIVA**

Contempla la construcción de la pista de 2.300 m y 45 m de ancho, una calle de rodaje de 487 m y 23 de ancho, una plataforma de operaciones de 180 X 90 m, una zona de edificios en un área de 290X 80 m y el camino de acceso con un con un costo total de \$7,955 MDP.

### **TERCERA ALTERNATIVA**

Conocida como la etapa reducida considera la construcción de la pista de 1,600 m de longitud y 30 m de ancho, a nivel de carpeta asfáltica, una calle de rodaje de 487 m y 23 m de ancho sin acotamientos a nivel de carpeta asfáltica, una plataforma de operaciones de 180 X 90 m, sin acotamientos a nivel de carpeta asfáltica, una plataforma de avionetas de 150 X 90 m, la zona de edificios en un

área de 290X 80 m, y el camino de acceso totalmente terminado, con un costo total de \$7,111 MDP

Con el objetivo de que este nuevo aeropuerto iniciará sus operaciones y generara divisas por este concepto, así como fuentes de empleo se consideró que en la construcción de la primera etapa, la continuación de las obras suspendidas en el año de 1988, y que la puesta en operación se diera atención a la demanda pronosticada al horizonte de planeación, la cual consta de los siguientes elementos:

### **ZONA AERONÁUTICA**

La zona aeronáutica esta constituida por la pista de 02-20, de 2,300 m de longitud y 45 m de ancho, con franjas de seguridad de 150 m de ancho a cada lado y a todo lo largo de la pista; uno de los dos rodajes proyectados el Rodaje "A" a un tercio de la cabecera 02, con una dimensión de 487 m de longitud y 23 m de ancho, con un ángulo de 30° con respecto al eje de la pista, con lo que se atiende un promedio de 23 operaciones entre despegues y aterrizajes.

### **ZONA TERMINAL**

Se construyo una plataforma con una superficie de 180 m de longitud y 90 m de ancho, con capacidad para cuatro posiciones en forma simultanea.

### **PLATAFORMA DE AVIACIÓN GENERAL**

Se construyo la plataforma de aviación general en una superficie de 168.5 m de longitud por 90 m de ancho, con capacidad para estacionar 30 posiciones simultaneas, que cumplen con las normas establecidas para su funcionamiento.

### **EDIFICIO TERMINAL**

Se construyo el primer piso del edificio terminal en un área de 1000 m<sup>2</sup> con capacidad de atender 300 pasajeros en hora crítica.

## **ESTACIONAMIENTO**

Se construyó un estacionamiento para pasajeros y empleados en un área de 2000 m<sup>2</sup> con capacidad para 64 automóviles.

## **ZONA DE COMBUSTIBLES**

Se construyó la zona de combustibles en un área de 9,516 m<sup>2</sup>, con una capacidad de almacenamiento de 280,000 litros que se distribuyen de la siguiente forma dos tanques para turbosina con capacidad de 800,000 lt cada uno, dos tanques con capacidad de 60,000 lt, para gas – avión 80/87 y gas avión 100/130 respectivamente y un tanque de 80,000 lt de capacidad para almacenar agua.

## **EDIFICIO DE CUERPO DE RESCATE Y EXTINCIÓN DE INCENDIOS (C.R.E.I)**

El caso de siniestros en el aeropuerto se construyó el edificio de cuerpo de rescate de extinción de incendios en un área de

## **INSTALACIONES DE APOYO**

Se construyeron la torre de control de 23 m de altura y la casa de maquinas en un área de 480 m<sup>2</sup>.

## **AYUDAS A LA NAVEGACIÓN AÉREA**

Con el fin de facilitar el apoyo a la navegación se suministro y colocó: cono indicador de viento y radio faro omnidireccional de alta frecuencia (VOR/DME).

## **SEÑALAMIENTOS HORIZONTALES Y VERTICALES**

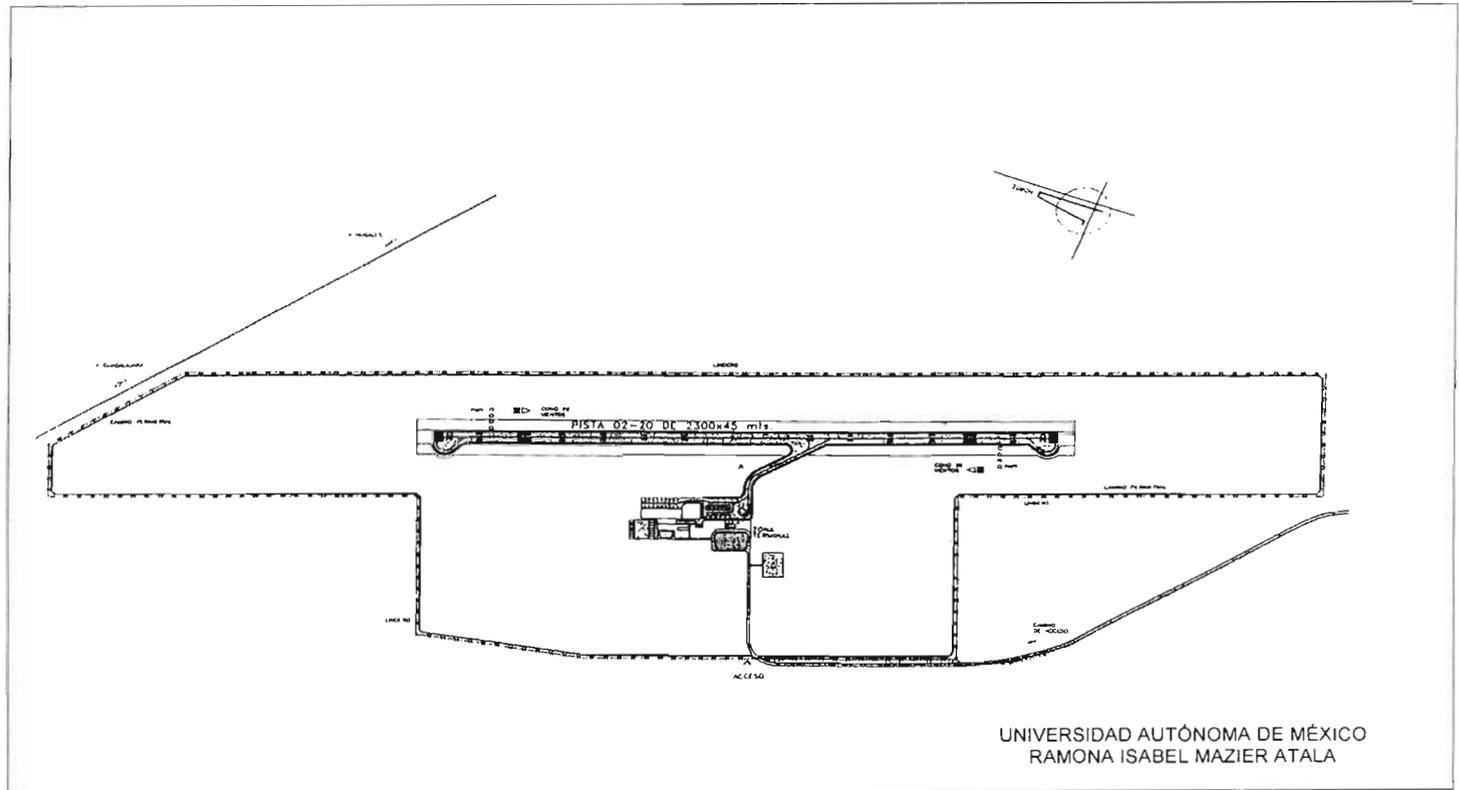
Para la seguridad de la circulación de las aeronaves en tierra se concluyeron los trabajos tanto de señalamiento horizontal como vertical.

## **CAMINO DE ACCESO**

Se construyo el camino de acceso de 3 km de largo con 7.5 m de ancho, desde el entronque de la carretera que va de San Cayetano al Pantanal y el camino perimetral de 11,790 m de largo por 3.5 m de ancho.

De lo anterior cabe mencionar que de la primera etapa operativa faltan de ejecutarse los elementos: Zona de Hangares, Plataforma de Aviación General, Rodaje Alfa, el segundo nivel del Edificio Terminal y el Camino Perimetral, además de las ya contempladas ampliaciones a elementos ya construidos como se observa en la figura 16.

Figura 16. Estado Actual del Aeropuerto



## V.- CONSTRUCCIÓN DE LA OBRA

### 5.1 LICITACIÓN Y ADJUDICACIONES DE LA OBRA

PERIODO 1984-1988

Mediante licitación pública núm. SCT -A-84-28-36 fallado en Noviembre del 1984, la Dirección General de Aeropuertos de la Secretaría de Comunicaciones y Transportes adjudicó a la empresa Universal de Construcciones, S.A., el contrato relativo para la "Construcción de la Pista 02-20, Rodajes "A" y "B", Plataforma de Operaciones, Plataforma de Avionetas, Camino de Acceso, Camino y Cercado Perimetrales, Sistema General de Drenaje y obras complementarias del nuevo Aeropuerto de Tepic".

Para la ejecución de la obra anterior fue formalizado con la empresa ganadora el contrato Núm. 4-R-CH-W-Q-4 por un importe de \$1,556'311,855.37 MADP<sup>4</sup> a ejercerse a partir del mismo año 1984.

Derivado de la situación económica que privaba en nuestro país en esa época, así como por la falta de recursos presupuestales, la ejecución de la obra se fue retrasando y los trabajos realizados sufriendo incrementos en relación con los precios unitarios contratados en 1984; de tal forma que para 1988 se consideraba que el costo originalmente contratado ascendía a \$10 935'796,230.00 (DIEZ MIL NOVECIENTOS TREINTA Y CINCO MILLONES SETECIENTOS NOVENTA Y SEIS MIL DOSCIENTOS TREINTA PESOS 00/100 M. N.) MDAP

Al mes de febrero de 1988 de los \$ 1,556'311,855.37 con una sección estructural como se muestra en la se habían destinado para tal efecto mediante la asignación original y 7 revalidaciones, la cantidad de \$926'688,474.19, así como de la misma manera ya se había contratado por escalatorias el importe de \$ 1,740'081,482.47.

---

<sup>4</sup> Se refiere a importes anteriores a que se restaran tres ceros de cada mil

Para Agosto del año 1988, se tenía estimado de obra ejecutada un importe de \$2,840'682,080.40 y físicamente el avance de construcción del aeropuerto representaba un porcentaje aproximado del 30%, siendo así mismo en este año cuando con fecha 29 de noviembre se celebró convenio de terminación de contrato con la empresa Universal de Construcciones, S.A. iniciándose el proceso jurídico de suspensión de la relación contractual.

La Subdirección de Construcción y Conservación de Aeropuertos y Servicios Auxiliares, verifico el avance de las obras ejecutadas por la compañía Universal de Construcciones, S.A., que fue la siguiente:

- Pista 02-20, se encontraba a nivel de subrasante
- Rodaje A en a nivel subrasante, faltando 800 m para complementarla.
- Rodaje B, a nivel de terracerías
- Plataforma comercial, se encontraba a nivel de subrasante
- Plataforma de Aviación General, se encontraba a nivel de terracería
- Plataforma de Edificio Terminal y Estacionamiento, a nivel definitivo al 50% del área total.
- Camino de Acceso: 2 kms. se encontraba a nivel de subrasante, 3 Km. a nivel de terracerías
- Obras de drenaje, con un 70% avance
- Resto de componentes del aeropuerto, aún no iniciados.

PERIODO 1990-1992

AÑO 1990

Al iniciarse el año de 1990, la Subdirección de Construcción y Conservación inició el proceso de reactivación de la ejecución de las obras del aeropuerto, teniendo como base los avances tenidos a la fecha y las metas de corto, mediano y largo plazo fijadas por la actual administración para el sector aeroportuario.

Es así que, de conformidad al Programa Operativo Anual en su apartado de conclusión de obras en proceso, Aeropuertos y Servicios Auxiliares, consideró la necesidad de concluir las obras necesarias para poner en operación el nuevo aeropuerto de Tepic, Nayarit.

Las cifras del presupuesto asignado al Organismo Aeropuertos y Servicios Auxiliares y el destinado al aeropuerto para el ejercicio 1990, según el Programa Operativo Anual del año 1990, fueron las siguientes:

Presupuesto autorizado	319 848.2 MDP
Gastos de inversión	70 119.1
Obras públicas	46 695.2
Conclusión de obras	15 650.0
Aeropuerto de Tepic	6 150.0

Cabe señalar que en el Programa Operativo Anual de 1990, la conclusión de la infraestructura en proceso era uno de los aspectos que configuraban la etapa de prioridades de Aeropuertos y Servicios Auxiliares, como se asentaba en el mismo:

"Prevalecen urgencias crecientes y se padecen rezagos junto a una persistencia de las limitaciones presupuestales, lo que obliga a una mayor eficacia del quehacer público de la Entidad y su concentración en actividades estratégicas y prioritarias para el desarrollo aeroportuario nacional".

Como objetivo específico del mismo programa operativo se encontraba el:

"Mantener y modernizar la infraestructura aeroportuaria de acuerdo a la demanda y necesidades actuales y factores del mercado aeronáutico nacional e internacional", de la época.

Con base en las metas planteadas y al presupuesto autorizado la Subdirección de Construcción y Conservación llevó a cabo la licitación pública No. ASA-GO-O1/90 para la asignación de la obra "Construcción (continuación) de la Pista, Rodajes, Plataforma Comercial y General, Obras de Drenaje, Camino y Cercado Perimetrales, Camino y Plataforma del VOR y obras complementarias", en la licitación participaron con sus respectivas propuestas las siguientes empresas:

EMPRESA PROPONENTE	IMPORTE DE LA PROPUESTA
INGENIEROS Y ARQUITECTOS, S.A. DE C. V.	\$17,835'943,987.00
ASFALTOS DE GUADALAJARA Y CONSTRUCTORA TETL, S.A. DE C. V.	\$18,947'236,302.50
TRIBASA CONSTRUCCIONES, S.A. DE C. V.	\$21 825'840,132.63

Fue la compañía Ingenieros y Arquitectos, S.A. de C. V. quien ganó la asignación de la obra respectiva, formalizando el 16 de marzo de 1990 el contrato No. 025-00-0E 12-10 para la ejecución de los elementos de obra contratados, fijándose un plazo de ejecución total del 30 de marzo de 1990 al 7 de mayo de 1992.

La asignación original para la obra al amparo de este contrato fue de \$6 150'000,000.00 con período de ejecución del 30 de marzo de 1990 al 31 de diciembre del mismo año, sin embargo, mediante reasignación presupuestal se autorizaron adicionalmente para la misma obra \$3 200'000,000.00 a ejercerse del 17 de septiembre al 31 de diciembre de 1990.

Mediante asignaciones subsecuentes durante 1991 Y 1992, A.S.A. erogó adicionalmente \$5,300 millones de pesos en la obra asignada a la empresa Ingenieros y Arquitectos, S.A. cubriendo la obra ejecutada así como los ajustes de costos correspondientes.

También, en 1990 con la misma partida presupuestal fueron asignados contratos para realizar otros tantos elementos del aeropuerto, de los cuales enseguida se da una breve explicación. "Construcción de los edificios para el C.R.E.I. y Casa de Máquinas, Cisternas y obras complementarias", es una obra que fue asignada mediante Licitación Pública ASA-GO-10/90 a la empresa Constructora Tepeji, S.A. de C. V.

Los participantes en la Licitación son la empresa ganadora que presentó propuesta por \$774'800,228.34 y la compañía Constructora e Inmobiliaria Xalitic, S.A. de C. V. con propuesta para ejecutar la obra por la cantidad de \$1,166'500 980.75, el contrato que se formalizó con Constructora Tepeji, S.A. de C. V. fue el No. 305-O0-OE21-10.

El otro elemento del aeropuerto iniciado en 1990 conforme al presupuesto autorizado para tal efecto es el de la obra "Construcción de Instalaciones de Almacenamiento y Distribución de Combustible, primera etapa y obras complementarias".

Para la asignación de la obra anterior, se celebró la Licitación Pública No. ASA-GO-15/90, evento en el que participaron las siguientes compañías:

<b>EMPRESA PROPONENTE</b>	<b>IMPORTE DE LA PROPUESTA</b>
1. Promado, S.A. de C.V.	\$788,939,159.93
2. Buscar, S.A. de C.V.	\$792,641,007.22
3. Especialista en Proyectos y Construcciones S.A. de C.V.	\$866,913,315.37

Mediante el contrato No. 337 -OO-OE 11-10 formalizado el 15 de noviembre de 1990, Aeropuertos y Servicios Auxiliares, asignó la construcción de la obra a la empresa Promado, S.A de C.V. fijándose un plazo de ejecución del 21 de noviembre de 1990 al 31 de mayo de 1991.

### **1991**

Acorde a sus propósitos de desarrollo, en el programa Operativo Anual de 1991 Aeropuertos y Servicios Auxiliares consideró las obras que habrán de ejecutarse en dicho periodo para la puesta en operación del Aeropuerto de Tepic.

Es por ello que en el POA 1991 se indicaba: "Consecuente con el objetivo central de mantener índices de servicios en escalas satisfactorias de seguridad y confiabilidad de acuerdo a las normas establecidas internacionalmente, el POA 1991 continuará otorgando alta prioridad a la adecuada conservación de la infraestructura en operación, a la ampliación y remodelación de las áreas congestionadas y a la rehabilitación y sustitución de equipos de los aeropuertos, en un marco de sana estructura financiera".

Como objetivo específico del programa operativo de referencia se establecía: "Concentrar la inversión para infraestructura en la modernización y conservación de la infraestructura existente, así como, en la terminación de las obras en proceso".

Enseguida se señala la distribución presupuestal del ejercicio 1991 en comparación con el monto asignado a las obras de Tepic.

Presupuesto autorizado	\$ 501,245.5 MDP
Gasto de Inversión	\$ 155,332.4
Obras Públicas	\$ 105,922.2
Nuevo aeropuerto de Tepic	\$ 5,500.0

Conforme al Programa Operativo anual de 1991 y al presupuesto autorizado para el ejercicio del mismo aeropuerto de Tepic, son tres las obras asignadas en este año, que son:

"Instalaciones para sistemas PAPI, Cono de Vientos, VOR y obras complementarias", adjudicada mediante Convocatoria Pública No. ASA-GO-02/91 de fecha 5 de febrero de 1991, en este evento participaron los siguientes licitantes:

<b>EMPRESA PROPONENTE</b>	<b>IMPORTE DE LA PROPUESTA</b>
1. ESPECIALISTA EN PROYECTOS Y CONSTRUCCIONES S.A. DE C.V.	\$627,096,858.48
2. FENIX ELECTROMECAÁNICA S.A. DE C.V.	\$683,917,332.15
3. ABASTECEDORES GENERALES, S.A. DE C.V.	\$726,481,264.00
4. CONSORCIO PROCOMÍA, S.A. DE C.V.	\$793,369,824.83
5. ING. MARIO MARTÍNEZ M. Y ASOCIADOS, S.A. DE C.V.	\$877,805,635.00

Por ofrecer las mejores condiciones a Aeropuertos y Servicios Auxiliares fue la empresa Elementos Fabricados y Construcciones, S.A. de C. V. fue a quien se le adjudicó la obra mediante contrato No. 046-01-OE12-20 con un período de ejecución del 20 de marzo al 25 de mayo de 1991.

## **1992**

A fin de contar con el servicio nocturno en su primera etapa operativa en el nuevo aeropuerto de Tepic, conforme a las prioridades establecidas en el Programa Operativo Anual y al presupuesto del organismo se le instaló a dicho aeropuerto el "Señalamiento Luminoso de Pista, Rodaje "A", Plataforma y obras, complementarias" estos trabajos fueron realizados con un costo de \$ 596,980,328

.08 por la compañía Especialista en Proyectos y Construcciones, S.A. de C. V., al amparo del contrato No. 046-02-OE12-10' en el que se fijó un plazo de ejecución del 25 de marzo al 31 de julio de 1992.

La obra citada en el párrafo anterior fue adjudicada mediante convocatoria Pública No. ASA-GO-G3/92, en la que además de la empresa ganadora participaron:

<b>EMPRESA PROPONENTE</b>	<b>IMPORTE DE LA PROPUESTA</b>
1. Consorcio ICOP, S.A. de C. V.	\$895'215,685.51
2. Cimentaciones y Control de calidad, S.A. de C.V.	\$1,236'234,013.00
3. Plataforma General de Ingeniería, S.A. de C. V.	\$710'228,863.17
4. ATE Ingenieros, S.A. de C. V.	\$746'467,275.20
5. Electro conducciones, S.A. de C. V.	\$522'395,1 16.84
6. Consorcio Procomia, S.A. de C. V.	\$598'882,228.73
7. Aplicaciones Tecnológicas Especializadas, S.A. de C. V.	\$1,080'879,923.51
8. Corporación Constructora e Inmobiliaria, S.A. de C. V.	\$683'205,274.00
9. Constructora Fampa, S.A. de C. V.	799'174,712.00
10. Ciel Construcción Profesional, S.A. de C. V.	\$693'205,187.02
11. Hezeba Instalaciones, S.A. de C. V.	\$651'529,852.88
12. Electro Construcciones Profesionales, S.A. de C. V.	\$986'283,162.00

Cabe señalar que la terminación del camino de acceso y su entronque con la carretera federal fue realizada por la Secretaría de Comunicaciones y Transportes a través de su Centro S. C. T. del Estado de Nayarit.

## **5.2 PROCEDIMIENTO CONSTRUCTIVO.**

Los primeros trabajos constructivos que se realizaron para la construcción de este nuevo Aeropuerto, fueron la construcción de los accesos a los bancos de material, como el camino al sitio de la obra, consistentes en desmontes, despalmes y formación de terraplenes, así como la construcción de pequeñas obras de drenaje.

Uno de los primeros elementos del aeropuerto en ejecutar fue la pista con trabajos de desmonte y excavación en corte en el cuerpo de la misma, la excavación se efectuó a 0.30 m de profundidad y de acuerdo a como lo iba permitiendo el terreno ya que en algunas zonas existía exceso de humedad, el objeto de esta excavación fue con el fin de desplantar los terraplenes sobre una superficie libre de materia orgánica así como rellenar esta caja con material de mejor calidad, para obtener una mayor resistencia del terreno en el desplante de las terracerías compactadas. El producto del corte se utilizó en el arroyo de taludes, el cual se realizó con motoescropa, tractor y motoconformadora y en los casos que no se pudo utilizar la motoescropa por las condiciones del suelo (exceso de humedad) se utilizó motoconformadora.

Una vez realizados el desmonte y la excavación en corte de los diferentes elementos (pista, calles de rodaje y plataforma de operaciones y avionetas) se procedió a la formación de terraplenes

Derivado de las condiciones del suelo (exceso de humedad), por lo que se elevaron las rasantes de los elementos, tomando en cuenta que el contenido de agua de la arcilla del suelo de cimentación no permite una compactación vigorosa

del terraplén desde su inicio; se dispuso una estructura mediante las siguientes etapas:

- Apoyado sobre el suelo de cimentación expuesto por el corte de 0.30 m de espesor se construyo con material acomodado sin compactar el desplante de las terracerias, el material empleado para la formación de terraplenes producto excavación del préstamo del Banco el Camichin clasificado como brecha volcánica (tezontle). Se aclara que en el desplante de ésta capa existieron algunas zonas donde se tuvo la necesidad de poner material grueso a fondo perdido con el objeto de tener estabilidad en el terreno. Posterior a la terminación de esta capa, se procedió a la formación del terraplén compactado al 90%, tirandose el material en capas de 0.30 m hasta lograr el espesor de entre 0.80 y 1.20 m aproximadamente antes del nivel de subrasante. La practica constructiva normal que se siguió en la formación de terraplenes, consistió en realizar primero los trabajos en la zona de pavimentación, extendiendo los terraplenes hacia fuera con una pendiente que fuera tendiendo a ser la de la última, a fin de garantizar el drenaje de la sección durante etapas.

Los terraplenes se trabajaron conforme a procedimientos normales de tendido, humedecimiento y compactación. El tendido se llevó a cabo con motoniveladora, durante este proceso se realizo papeo del material para eliminar los sobretamaños mismos que fueron utilizados en las franjas de seguridad. La incorporación de humedad se realizo con pipas provistas de barras de riego y la compactación con vibrocompactador de rodillo liso, ya que dio un mejor resultado dado que se tenia un suelo poco cohesivo. La forma tradicional de trabajo en el aeropuerto y particularmente en la pista, obliga a formar franjas paralelas de longitud y espesor adecuado al equipo empleado; las juntas entre ellas, sobre todo en el equipo longitudinal teniendo especial cuidado en que la compactación en esa zona critica sea la misma que en resto de las franjas.

Cuidando que las franjas de bordo habrán de quedar excedidas en ancho, respecto al que tendrían al final, con el objeto de que cuando se afine la zona de pavimentos y se requiera cortar las orillas, estas tuvieran la misma compactación.

Durante el proceso se fueron formando las pendientes longitudinales y transversales; las zonas de ampliación para retorno en las cabeceras (gotas o calles de retorno),

El proyecto original contemplaba la construcción de dos capas rematando las terracerías, la subrasante y otra capa subyacente a base de tezontle, sin embargo finalmente fue modificada ya que la segunda fue eliminada del proyecto y la primera (subrasante) fue de 0.50 m de espesor a 0.30 m, esto derivado de una serie de circunstancias que se fueron presentando a través del proceso de obra, tales como el valor relativo de soporte (V.R.S.) que oscilaba entre los 127 y 138 %, otro factor que intervino fue la disminución de la capa subrasante dado que estos terraplenes fueron muy elevados por los problemas de drenaje existentes siendo estos solucionados con obras de captación perimetrales a la poligonal del aeropuerto.

Se aclara que la modificación del proyecto fue solo en la pista, ya que los elementos restantes permanecieron como se proyectaron originalmente.

Como consecuencia de la modificación al proyecto, en la fecha en que se ratificó ésta, se tenían niveles de terraplén al 90% en su última capa, se tuvo la necesidad de cortar alguna de ellas con el objeto de eliminar los sobretamaños a 0.075 m para formar la capa subrasante, para lo cual se realizaron los siguientes trabajos: escarificación doble volteo de la capa a tratar, doble papeo, encamellonado, incorporación del recargue, tendido, conformado y aplicación e incorporación de agua. Como puede verse en la construcción de la capa subrasante de la pista se llevó a cabo en dos partes una con tratamiento especial y otra con el procedimiento normal.

Considerando que es la última capa que constituye los terraplenes y de hecho forma parte de los pavimentos. Durante su proceso constructivo se

tuvo especial cuidado sobre todo en el control de lo que se refiere a la granulometría, límites de Atteberg y Valor Relativo de soporte y no se aceptaron materiales que tuvieran fragmentos de roca con tamaños superiores al .075 m (3"), contracciones lineales superiores a un 5% y elevados índices, líquidos y plásticos; el V. R. S. es superior al 12% requerido para esta obra.

También se observó que el tendido de la capas estuvieron acorde con la capacidad del equipo de compactación, verificando que todo cumpliera con las dimensiones y compactaciones especificadas. De aquí el proceso escalonado utilizado en su construcción impidiera la pérdida de humedad superficial y comprobando que se tuviera una liga perfecta entre las subcapas. Controlándose que la superficie cumpliera con las Normas y Lineamientos solicitados, es decir desniveles máximos + 2.5 y deficiencias de alineamiento longitudinal de + 10 cm.

Respecto a las franjas de seguridad, sobre el terreno natural, limpio de vegetación, se construyen los terraplenes a volteo mediante el siguiente proceso:

- con el producto de la excavación de 0.30 m del cuerpo de los elementos, que sirvió para construir las orillas externas de los terraplenes (taludes), en las franjas de seguridad el arroje lateral.
- Con material del Banco el Camichin y el Banco Aeropuerto se conformo el terraplén entre el pavimento y el arroje lateral hasta nivel de proyecto de terraplén terminado.

### **5.3 PROBLEMAS Y SOLUCIONES DE LA OBRA.**

Los primeros problemas previos al inicio de los trabajos fueron los siguientes:

- expropiación de terrenos donde se alojaría la obra ya que estos eran propiedad de los ejidos "El Pantanal" y "Águiles Serdan".
- La Adquisición del material de préstamo de banco propiedad del ejido el "Camichin de Jauja".

- La elaboración de un estudio integral de drenaje con el propósito de proteger la obra a realizar en lo que se refiere a la presencia de aguas freáticas, superficiales y corredizas.

## **PROBLEMA DE DRENAJE**

Derivado de la topografía que presenta el lugar donde se construyó el aeropuerto y el uso que éste tenía (sembradío de arroz y caña de azúcar), antes de iniciar la obra presentaba un problema, ya que el drenaje superficial es lento debido a las pendientes del lugar (menores de 1%) y el tipo 1 suelo arcilloso de alta compresibilidad (CH), lo que ocasionaba problemas de acumulación de agua (encharcamientos en la superficie), además de un sistema de riego establecido mediante drenes que atravesaban la poligonal del aeropuerto.

Para solucionar lo anterior, se creó un Sistema de drenaje que consistió en la desviación del ramal 6+860 izquierdo, y rectificar el colector principal del río Mololoa a una distancia mínima de 250 m del eje de la pista, así como el reforzamiento de los bordos del colector principal y del ramal 4+860 izquierdo, para garantizar que no inundara de la pista, logrando crear con ello un drenaje en forma de anillo.

Para complementar éste sistema se construyeron dos canales: El No. 2 que va de la zona de edificios hasta la cabecera 02 y descarga en colector principal del río Mololoa y el Canal No. 1 que va de la zona de edificios hasta la cabecera- 20, descargando en el ramal 4+860.

## **5.4 RECONSIDERACIONES DEL PROYECTO**

### **VARIACION VOLUMÉTRICA**

Por otra parte, otro de los problemas que se presentaron en la obra, fue el de la variación volumétrica de los materiales con que se construyeron los diferentes elementos del aeropuerto.

Este asunto se derivó de reclamación presentada a la superioridad, colateralmente a esto se derivaron una serie de estudios, tanto de la Subdirección de Construcción como del Departamento de Obra Civil, tendientes a la obtención de los datos reales para la cuantificación de los volúmenes diferenciales así como su costo.

Los orígenes del problema se sitúan en la etapa del concurso inicial de la obra, que a título cuantitativo, la empresa consideró los porcentajes de variación volumétrica de los materiales para los diferentes terraplenes que se construirían, sumado esto a las particularidades presentadas durante la construcción. Esto originalmente ocasionó a la empresa el problema de que por cada 3 m<sup>3</sup> que construyera, perdería una parte derivada de la mala consideración en los porcentajes de variación (en el concurso), la cuantificación real de los volúmenes para este concepto se logró después de realizar la revisión cuidadosa de los porcentajes de compactación alcanzados en las diferentes capas de los terraplenes construidos, los estudios relativos a esto se efectuaron en forma conjunta entre la Subdirección de Construcción, de la Dirección General de Aeropuertos, la empresa y el apoyo de la Residencia General.

Los resultados arrojaron que los terraplenes tenían una compactación mayor a la marcada en el proyecto y por consiguiente una reducción mayor originado por el exceso de tránsito de vehículos de acarreo que recompactados los tramos rendidos a porcentaje de proyecto y en gran medida el rendir los citados tramos con porcentajes de compactación mayores a lo marcado por el proyecto por la falta de control del equipo de compactación por parte de la empresa constructora.

Además de los sondeos de verificación de compactación por capa el Departamento de Obra Civil a petición de la empresa construyó tres tramos de prueba que reproducía en lo mas posible las condiciones de obra, llevando el cuidadoso registro Y/O lo análisis de resultados que dieran los datos necesarios para la evaluación de volúmenes totales ejecutados y la consiguiente bonificación

a la empresa por este concepto, autorizado esto por el Director General de Aeropuertos.

Vale la pena abundar un poco sobre la metodología para la obtención de los datos de obra que por la importancia del problema es conveniente señalar, se efectuaron los siguientes trabajos:

1.- Confrontación de datos de partida relativos a la obtención de pesos volumétricos secos máximos calculados de acuerdo al tipo de material con que se construye, marcado en Especificaciones Habiéndose realizado lo anterior en los terraplenes de prueba y en los materiales de las diferentes capas de los terraplenes construidos.

2.- Nivelaciones tanto en banco como en terraplenes de prueba para la obtención de las variaciones volumétricas físicas banco-suelto, suelto-compacto, suelto-acomodado y suelto -totalmente compactado.

3.- Cubicación exacta de los equipos de acarreos.

4.- Verificación y cálculo de analítico de los datos.

Es muy importante señalar que todos los trabajos efectuados fueron dirigidos por el Departamento de Obra Civil de la Dirección de Aeropuertos, confrontados con los de la empresa y apoyados en su totalidad en la la parte que corresponde a la Secretaría por la Unidad General de Servicios Técnicos del Centro SCT Nayarit.

Todo esto tuvo su lado positivo para la obra, ya que el análisis del problema dio como conclusión que la resistencia de las terrecerías construidas era mayor a la proyectada y que pudiera proponerse la reducción de las espesores en los elementos en que el avance le permitiera, especialmente en la Pista donde la terrecería faltante era de un costo considerable. En este elemento en especial se

efectuaran pruebas de valor relativo de soporte en el lugar, para certificar la propuesta.

Finalmente se llevó a efecto la disminución de los espesores tanto de terrecería (terraplén compactado al 90%), y subrasante al 100%.

El espesor aproximado que se dejó de construir es de 70 cm incluyendo la modificación del espesor de la capa subrasante por esto además del significativo ahorro en inversión se disminuyó en forma drástica el horizonte de construcción de la obra, haciendo posible que las capas terminales de la obra civil (pavimentos) se pudieran contemplar a un corto plazo.

## CONCLUSIONES

Como puede observarse la construcción de un aeropuerto implica años de estudio y una gran inversión de recursos económicos, dada la infraestructura que se requiere, así como la estricta coordinación con distintas instancias del Gobierno con el sector Social y Económico, ya que cada una de estas dentro de su ámbito de competencia, le corresponde que el costo beneficio de su creación le sea favorable y significativo para que se justifique la inversión requerida

En el caso del nuevo Aeropuerto de Tepic por ya existir uno para autorizar su creación se debió considerar no sólo el costo económico que ello representaba, sino que también se debieron tomar en cuenta factores como la seguridad aeroportuaria, el costo social ante la comunidad y las políticas de planeación y desarrollo vigentes en el ámbito Federal y local.

También se consideraron las disposiciones establecidas por la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos en su artículo 134, la Ley y el Reglamento de Obras Públicas, los Decretos de Presupuesto de Egresos de la Federación y otros lineamientos complementarios vigentes, en la materia.

Cabe mencionar que la obra ejecutada se realizó en dos etapas y bajo la responsabilidad de dos entidades públicas diferentes, la primera, a cargo de la Dirección General de Aeropuertos adscrita a la Secretaría de Comunicaciones y Transportes; la segunda, con la conducción de Aeropuertos y Servicios Auxiliares que le correspondió realizar aproximadamente el 70% de la obra, además de su puesta en operación.

De la primera etapa operativa faltan de ejecutarse los elementos: Zona de Hangares, Plataforma de Aviación General, Rodaje Alfa, el segundo nivel del Edificio Terminal y el Camino Perimetral, además de las ya contempladas ampliaciones a elementos ya construidos.

Para la puesta en operación del nuevo aeropuerto de Tepic, su realización se hizo acorde a lo planeado, el aeropuerto ya está funcionando normalmente le faltan realizar algunos elementos ya citados en el párrafo anterior, los problemas de su operación se consideran normales en toda la red aeroportuaria, se espera que la puesta en operación, funcionamiento, administración y rentabilidad permitan confirmar la acertada decisión tomada para construirlo y mantenerlo como parte del patrimonio de la Nación.



## Bibliografía

- Manual de Proyectos de Aeródromos. Organización de Aviación Civil Internacional
- Ingeniería de Aeropuertos.- Dirección General de Aeropuertos
- Manuales y Métodos recomendados para Aeródromos Anexo 14 (Convenio sobre aviación Civil internacional)
- Especificaciones generales de construcción, Parte X Secretaría de Comunicaciones y Transportes
- Plan maestro del Aeropuerto de Tepic Dirección General de Aeropuertos