

## CAPITULO 3. LA REHABILITACION DEL AEROPUERTO

### 3.1 EL PROYECTO.

El Aeropuerto Internacional Hermanos Serdán se ubica a aproximadamente 22 kilómetros al oeste de la ciudad de Puebla, ubicado en el kilómetro 91.5 de la carretera Federal México – Puebla, en la zona centro de la República Mexicana al sureste del Aeropuerto Internacional de la Ciudad de México; en el municipio de Huejotzingo, en el Estado de Puebla.

El aeropuerto fue inaugurado el 18 de noviembre de 1985 y se rehabilito el año pasado por la empresa Grupo de Ingeniería Universal S.A. de CV. El aeropuerto Se encuentra a una elevación de 2241 metros sobre el nivel del mar.

El aeropuerto tiene un horario de operación de 7:00 a.m. a 11:00 p.m. Los siete días de la semana. Consta de una pista, una plataforma comercial, dos rodajes; el alfa y el bravo y una plataforma de aviación general; todas ellas de pavimento asfáltico. El avión máximo operable dentro del aeropuerto es un 747- 400 sin embargo el avión máximo en operación es de tipo DC9 – 15.

El aeropuerto hermanos Serdán consta de tres aerolíneas nacionales y una internacional. Las nacionales como AEREOTUCAN y AEROMAR brindan servicio a las ciudades de Oaxaca, Puerto Escondido, las playas de Huatulco, Guadalajara, Monterrey, Hermosillo, Durango, Tijuana y los Mochis.

Mientras que CONTINENTAL AIRLINES brinda el vuelo con destino a la ciudad de Houston Texas, en los Estados Unidos.

El aeropuerto Hermanos Serdán consta también de compañías dedicadas al servicio de mensajería y paquetería como ICIS, AEROCHARTER y PAL Aerolíneas.<sup>14</sup>

El manejo del aeropuerto esta a cargo de La Operadora Estatal de Aeropuertos S.A. de C.V. (OEA), las cual es una empresa con participación estatal mayoritaria creada el 23 de febrero del año 2000, como se muestra en la figura 3.1 La OEA esta integrada por:

- Gobierno del Estado de Puebla
- Operadora de Aeropuertos Internacionales
- Aeropuertos y Servicios Auxiliares

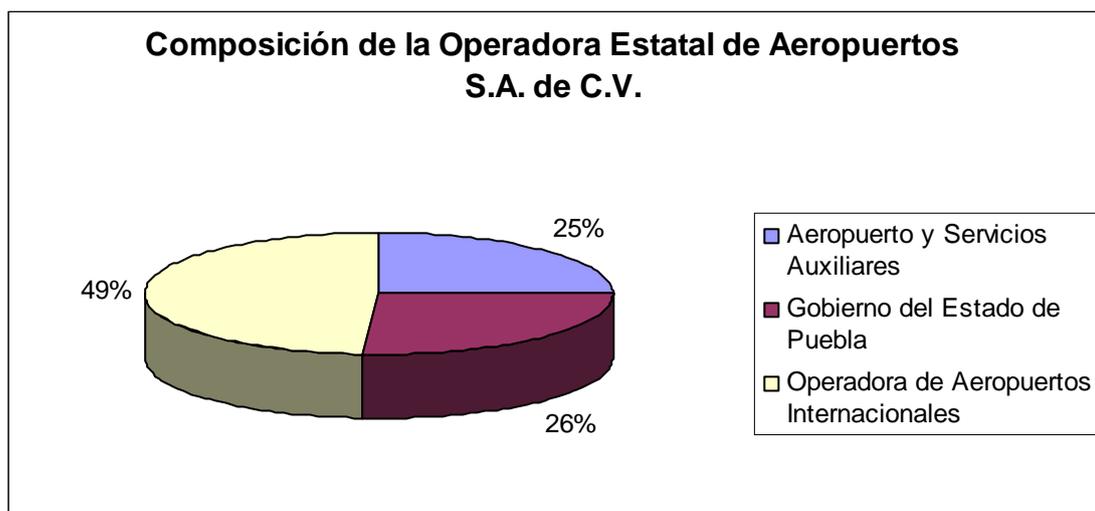


Figura 3.1. Composición de la OEA<sup>15</sup>

Desde el primero de enero de 2001, la OEA tiene bajo su cargo la operación y el desarrollo de proyectos para el desarrollo del Aeropuerto Internacional "Hermanos Serdán" en Huejotzingo, Puebla, México.

<sup>14</sup> <http://www.aeropuerto.pue.gob.mx>

<sup>15</sup> Idem

La Operadora Estatal de Aeropuertos S.A. de CV, representa un esfuerzo conjunto del Gobierno Federal, Estatal e Iniciativa Privada para desarrollar infraestructura aeroportuaria de primer nivel que contribuya al desarrollo económico y social del Estado de Puebla y del Centro del país.

Como se muestra en la figura 3.2. El aeropuerto consta con una plataforma comercial, una general y los rodajes.

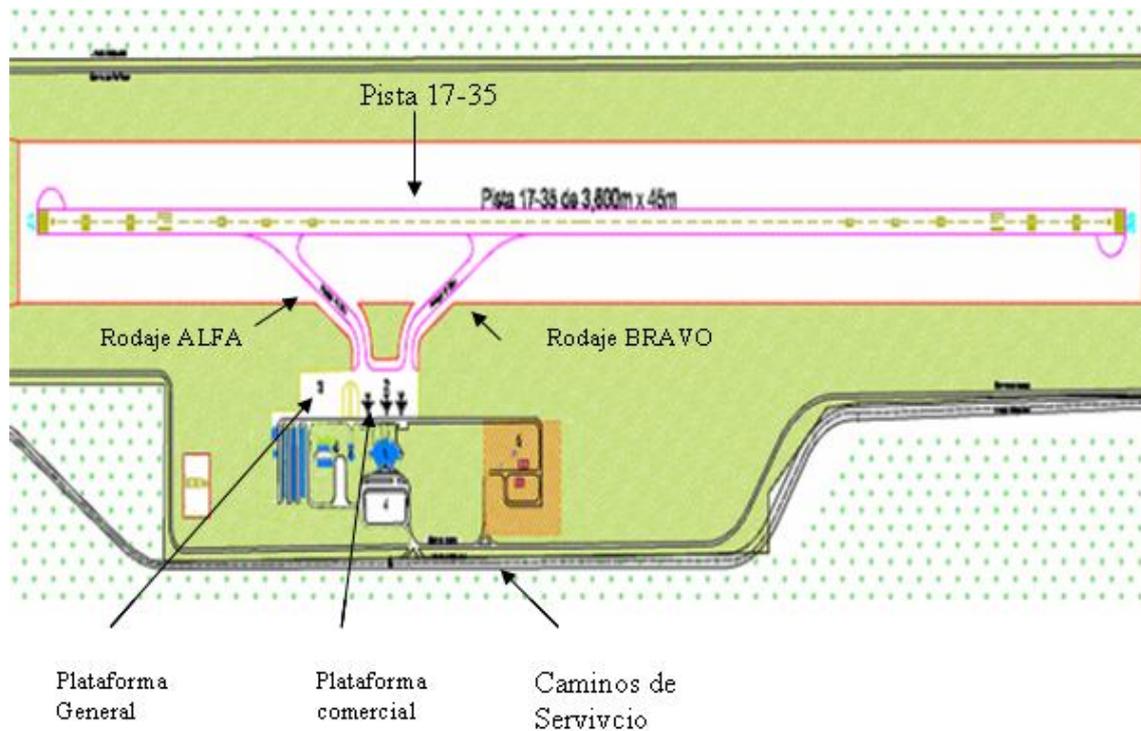


Figura 3.2. Croquis Aeropuerto Hermanos Serdán<sup>16</sup>

La plataforma comercial consta de una superficie de 16,200m<sup>2</sup>, conformada por pavimento asfáltico. Dicha plataforma, aloja a los aviones 727's que aterricen en dicho aeropuerto; cuenta con alumbrado, señalamientos horizontales y verticales.

La plataforma de aviación general consta de una superficie de 13,700 m<sup>2</sup>, su estructura de pavimento es de tipo asfáltico y aloja solamente a aeronaves pequeñas que quieran

<sup>16</sup> Idem.

aterrizar en la ciudad de Puebla. Consta de señalamientos horizontales y verticales, pero carece de alumbrado.

Los rodajes son dos; rodaje alfa el cual consta de 485 x 23 metros y el rodaje bravo que tiene una superficie de 400 x 23 mts. Su pavimento es de tipo asfáltico y consta con señalamientos horizontales y verticales.<sup>17</sup>

La rehabilitación del aeropuerto Hermanos Serdán consiste en el re-encarpetamiento de los rodajes, pista, plataformas comerciales y generales, además de los caminos de acceso.

Dicha rehabilitación se inició el 27 de Junio del 2005 y su culminación fue en los principios del mes de Enero del 2006.

La obra tuvo un costo aproximado de cuarenta y ocho millones de pesos. El trabajo lo ejecutó la empresa constructora Grupo de Ingeniería Universal S.A. de CV.

El Grupo de Ingeniería Universal, S.A. de C.V., es una empresa mexicana con una larga trayectoria en la industria de la construcción a nivel nacional. La constructora GIUSA de México fue fundada en 1953 por Don Jorge Pérez Martínez.<sup>18</sup>

En sus inicios, GIUSA tuvo a su cargo la construcción de diversas obras de infraestructura hidráulica: presas de almacenamiento y derivación, sistemas de riego, canales y sistemas de abastecimiento de agua potable. Posteriormente, gracias al compromiso con la calidad en las obras realizadas, GIUSA amplió sus rubros de acción: plantas potabilizadoras de agua, plantas de tratamiento de aguas residuales, puentes,

---

<sup>17</sup> <http://www.aeropuerto.pue.gob.mx>

<sup>18</sup> <http://www.giusa.com.mx>

carreteras, vialidades, edificaciones urbanas, obras de urbanización y obras aeroportuarias.<sup>19</sup>

### 3.2 TRABAJOS A EJECUTAR

Los trabajos a se describen tal y como los llevo a cabo la empresa constructora Grupo de Ingeniería Universal S.A. de CV.

#### I Rehabilitación de la pista 17-35

- Fresado de carpeta asfáltica
- Riego de liga
- Carpeta de concreto asfáltico
- Conformación de franjas de seguridad
- Desinstalación, renivelación e instalación de unidades de iluminación
- Señalamiento de pintura reflejante

#### II Rehabilitación rodaje ALFA

- Relleno de zona erosionada de la obra de drenaje Km. 0+250 de Alfa
- Mampostería de 3ª clase en la zona erosionada de la obra de drenaje del Km. 0+250 de Alfa
- Concreto hidráulico en la zona erosionada de la obra de drenaje 0+250 de Alfa
- Suministro y colocación de tubo de 1.05 m de diámetro en la obra de drenaje del Km. 0+250 de Alfa.

---

<sup>19</sup> <http://www.giusa.com.mx>

### III Rehabilitación rodaje ALFA, BRAVO, Plataforma comercial y general.

- Fresado de carpeta asfáltica
- Riego de liga
- Carpeta de concreto asfáltico
- Conformación de franjas de seguridad
- Desinstalación, renivelación e instalación de unidades de iluminación
- Señalamiento de pintura reflejante

### IV Rehabilitación de caminos de servicio

- Bacheo superficial
- Riego de liga
- Sobrecarpeta de concreto asfáltico
- Señalamiento con pintura reflejante.

### 3.3 PROCEDIMIENTOS CONSTRUCTIVOS

Los procedimientos constructivos comunes para los paquetes de trabajo a realizarse en la rehabilitación del Aeropuerto Internacional Hermanos Serdán, son mencionados a continuación. Dichos datos fueron proporcionados por la empresa encargada de dicha rehabilitación Grupo de Ingeniería Universal S.A. de CV.

Los procedimientos constructivos comunes para la rehabilitación de la pista 17-5, rodaje ALFA, rodaje BRAVO, plataforma comercial, general y caminos de servicio son:

#### A.- Fresado de la carpeta asfáltica

Se empleó una maquina perfiladora tipo Roto-Mill PR-750 o similar y se procedió a cortar en frío el pavimento existente en un espesor del orden de 5 cm.

La perfiladora debió contar con dispositivos para control automático de los niveles, mecanismos para recoger y cargar el producto del corte, mandril nivelado y puntas de corte en buen estado.

El material producto del fresado se depositó en la zona del camino perimetral del aeropuerto o en su caso, donde determinó la autoridad correspondiente del Aeropuerto.

## B.- Riego de liga

El riego de liga se efectuó con una petrolizadora provista de sistemas de control automático de temperatura y riego que garantizó una correcta dosificación y uniformidad en toda el área, utilizando emulsión asfáltica de rompimiento rápido a razón de cero punto siete (0.7) litros por metro cuadrado. Antes de la aplicación del riego, se debió verificar que la superficie por ligar esté libre de polvo, material suelto y materias extrañas.

## C.- Carpeta de concreto asfáltico

Previo a la colocación de la carpeta asfáltica como se muestra en la figura 3.3, se procedió a calafatear las grietas mediante el equipo adecuado, en las zonas indicadas donde lo ordene el Organismo de acuerdo a lo siguiente:

a).- Para grietas entre 3 y 10 milímetros.

- Cemento asfáltico AC – 20	40 kg	83.00 %
- Aserrín de hule de cachete de llanta	3 kg	6.25 %
- Polietileno	5 kg	10.75 %

b).- Para grietas y/o juntas mayores de 10 milímetros a la mezcla anterior, debió agregarse 10 Kg. de arena fina libre de impurezas.

Los diferentes productos mencionados anteriormente se debieron mezclar a una temperatura del orden de 180 a 200 °C.

Inmediatamente antes del sellado, la grieta por tratar debió estar limpia, exenta de materiales sueltos, substancias extrañas, polvo o humedad excesiva. Para tal objeto se limpiaron enérgicamente las caras interiores de la grieta, empleando cepillos de cerda y aire comprimido.

Al momento de la aplicación, el material para sellado debió presentar la viscosidad adecuada para fluir libremente a través de las grietas y se emplearon dispositivos adecuados con boquillas cuyas dimensiones fueran congruentes con la abertura de las grietas por tratar; las boquillas se mantuvieron limpias para evitar la presencia de residuos. La aplicación del material debió hacerse distribuyéndolo en toda la extensión de la grieta, evitando al máximo excederse en la cantidad aplicada y cuidando que la superficie terminada no quedara con bordes.

Los trabajos fueron suspendidos en el momento en que se presentaron situaciones climáticas adversas y no se reanudaron mientras éstas no fueran las adecuadas. No se sellaron grietas en las siguientes condiciones:

- 1.- Sobre superficies con agua libre o encharcada.
- 2.- Cuando llovió.

3.- Cuando la temperatura ambiente o de la carpeta fue menor o igual que trece (13) grados Celsius.

Una vez efectuado el calafateo de grietas y el riego de liga, se construyó una carpeta de concreto asfáltico, de acuerdo al siguiente cuadro:

ELEMENTO	ESPESOR DE CARPETA (cm)
Pista del km 0 al km 1.8	8
Pista del km 1.8 al km 3.6	12 (dos capas)

El tendido de carpeta asfáltica se hizo en los horarios que autorizo la Dirección General de Aeronáutica Civil y/o ASA, sin embargo se debió considerar en la propuesta que los tramos de tendido no debieron ser menores de 100.0 metros de longitud por todo el ancho de la pista y/o lo que indicó el proyecto, poniendo especial cuidado en la construcción de las juntas y en el tendido, para garantizar los niveles de proyecto.

Al interrumpirse los trabajos, se debieron construir rampas con el uno por ciento (1%) de pendiente longitudinal, para evitar daños a las aeronaves, ya que el aeropuerto estuvo en operación.

Para el corte de rampas se debió efectuar previamente delimitación mediante corte con disco, este corte debió ser normal siempre al eje del elemento que se trató.

Esta carpeta tuvo un acabado final de manera tal que su índice de perfil promedio fue menor de 15 y su coeficiente de fricción fue de 0.70 para garantizar la operación segura de los aviones.

Para este concepto se tomó en cuenta lo siguiente:

El agregado pétreo en la mezcla debió tener un tamaño máximo de 19 mm y su composición granulométrica se obtuvo mediante separación por cribado a los tamaños convenientes y dosificación adecuada para lograr una curva dentro de la zona especificada, sin variaciones bruscas. El cemento asfáltico fue AC-20, obtenido de la destilación del petróleo para eliminar solventes volátiles y parte de sus aceites, es el material más común empleado en la actualidad.



Figura 3.3 Pavimentadora<sup>20</sup>

La mezcla se elaboró en planta estacionaria y dosificada en peso y el agregado bituminoso (AC-20) debió ser incorporado homogéneamente al agregado pétreo caliente en la proporción determinada en laboratorio por el método Marshall, logrando

---

<sup>20</sup> [www.giusa.com.mx](http://www.giusa.com.mx)

un valor de estabilidad de 700 ó mayor. Al producir la carpeta, la compactación se llevo hasta alcanzar el 95% del peso volumétrico máximo obtenido en la prueba Marshall.

#### D.- Conformación de franjas de seguridad

Con la finalidad de dar la pendiente de proyecto en el área comprendida del límite del acotamiento y franja de seguridad, se efectuó la construcción de relleno con material seleccionado de terracerías procedentes de préstamo de banco, del tipo areno limosos o similares (criterio S.U.C.S. Sistema Unificado de Clasificación de Suelos) y debieron 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%

#### E.- Desinstalación, renivelación e instalación de las unidades de iluminación

Previo a la desinstalación de las unidades de iluminación, la empresa debió coordinarse con el personal correspondiente del aeropuerto encargado de mantenimiento, para determinar el procedimiento a seguir y así evitar daños mayores y/o accidentes.

Se desinstalaron unidades de iluminación con todos sus accesorios (excepto la base universal); se almacenaron y reinstalaron nuevamente en su oportunidad, según lo permitieron las obras civiles. Previo a su reinstalación se efectuó una limpieza de la

unidad y se realizaron pruebas de continuidad entre terminales y prueba de encendido de la lámpara.

Las superficies afectadas por la desinstalación, renivelación e instalación, debieron quedar debidamente resanadas respetando las características, calidad del procedimiento, materiales base y acabados tanto iniciales como finales, del área o lugar afectado

#### F. Señalamiento con pintura reflejante

Para finalizar los trabajos de rehabilitación de los pavimentos, debieron efectuarse los trabajos de señalamiento horizontal apropiado, para facilitar y dar seguridad a las aeronaves que operen en dichas zonas, conforme a las normas recomendadas por la Organización de Aviación Civil Internacional.

Los trabajos fueron realizados de acuerdo al proyecto de Señalamiento Horizontal, el cual debió efectuarse con pintura reflejante para franjas y letreros marcados sobre la superficie de los pavimentos.

Además de los procedimientos constructivos comunes para la rehabilitación del Aeropuerto Internacional Hermanos Serdan, existieron procedimientos constructivos independientes las cuales fueron:

## REHABILITACIÓN DEL RODAJE ALFA

- Relleno en zona erosionada de la obra de drenaje ubicada en el km 0+250 del rodaje Alfa

Previo al relleno se debió efectuar un perfilado al terreno natural, eliminando la capa vegetal, únicamente en la zona erosionada, posteriormente se realizó el relleno con material de banco con calidad de subrasante cuya compactación mínima fue al noventa (90) por ciento del peso volumétrico seco máximo, obtenido mediante la prueba AASHTO modificada.

Este concepto se apegó a la Norma N.CTR.CAR.1.01.012/00 de la Normativa para la Infraestructura del Transporte de la SCT.

- Mampostería de 3ª. clase en zona erosionada de la obra de drenaje ubicada en el km 0+250 del rodaje Alfa

En los lugares que indicó el proyecto y/o donde lo ordenó el Organismo, apegándose a lo estipulado en la Norma N.CTR.CAR.1.02.001 y 1.02.002 de la Normativa para la Infraestructura del Transporte de la SCT. Se construyeron cabezotes con mampostería de 3ª clase y zampeados del mismo material de veinte (20) centímetros de espesor, junteados con mortero de cemento-arena en proporción 1:5.

- Concreto hidráulico de  $f'c=150 \text{ kg/cm}^2$  en zona erosionada de la obra de drenaje ubicada en el km 0+250 del rodaje Alfa.

Se construyeron caja de captación y dentellones empleando concreto hidráulico simple de  $f'c = 150 \text{ kg/cm}^2$  a los 28 días de edad, en los lugares que indicó el proyecto y/o donde lo ordenó el Organismo.

- Suministro y colocación de tubo de concreto de 1.05 m de diámetro en zona erosionada de la obra de drenaje ubicada en el km 0+250 del rodaje Alfa.

Se colocó un tubo de concreto de 1.05 m de diámetro en el lugar que lo indicó el proyecto y/o donde lo ordenó el Organismo, para dar salida inmediata al agua de lluvia que escurrió tanto del rodaje Alfa como de la plataforma general, y así evitar la continuación de la erosión que actualmente se tiene en esta zona. Apegándose en general a lo estipulado en la Norma N.CTR.CAR.1.03.002 de la Normativa para la Infraestructura del Transporte de la SCT.

## REHABILITACIÓN DE LA PLATAFORMA DE AVIACIÓN COMERCIAL

- Sello de protección contra derrame de combustible.

En las áreas donde lo indicó el proyecto y la Supervisión del aeropuerto, se aplicó un sello de protección del tipo (Gulf Seal cemento plástico libre de asbesto) contra derrame de combustible consistente en una emulsión líquida derivada de alquitrán de hulla, combinada con minerales coloidales

Las áreas por proteger debieron estar libres de material suelto (polvo, arena, etc.), suciedad y grasas, por lo que se efectuó una limpieza mediante escobillones manuales o mecánicos, posteriormente se lavó la superficie con agua a presión. En caso de no

remover las grasas con este procedimiento, se usó algún detergente, de ser necesario se usó sosa cáustica al 10%, posteriormente se enjuagó la superficie con agua limpia y se removió el exceso de agua encharcada antes de hacer la protección.

## REHABILITACIÓN DE LA PLATAFORMA DE AVIACIÓN GENERAL

- Sello de protección contra derrame de combustible.

En las áreas donde lo indicó el proyecto y la Supervisión del aeropuerto, se aplicó un sello de protección del tipo (Gulf Seal) contra derrame de combustible consistente en una emulsión líquida derivada de alquitrán de hulla, combinada con minerales coloidales.

Las áreas por proteger debieron estar libres de material suelto (polvo, arena, etc.), suciedad y grasas, por lo que se efectuó una limpieza mediante escobillones manuales o mecánicos, posteriormente se lavó la superficie con agua a presión. En caso de no remover las grasas con este procedimiento, se usó algún detergente, de ser necesario se usó sosa cáustica al 10%, posteriormente se enjuagó la superficie con agua limpia y se removió el exceso de agua encharcada antes de hacer la protección.

## REHABILITACIÓN DE CAMINOS DE SERVICIO

- Bacheo superficial en caminos de servicio.

En las zonas dañadas que presentaron agrietamiento tipo piel de cocodrilo, desgaste o erosión con intensidad severo, baches abiertos o donde lo ordenó el Organismo, se

realizó bacheo superficial, delimitando en primer instancia las áreas por reparar de forma rectangular, posteriormente se efectuó el corte perimetral de las áreas marcadas en la carpeta con una máquina cortadora de disco, para así lograr que las paredes de la excavación fueran verticales y no se dañara el pavimento fuera del área marcada. La carpeta debió romperse desde el interior del área por tratar con equipo mecánico del tipo martillo hidráulico ó similar, empezando la demolición en el centro del área y avanzando hacia las orillas, evitando daños en la carpeta de las áreas adyacentes y sin afectar la estabilidad de las capas inferiores del pavimento. El riego de liga, así como también la carpeta asfáltica fueron de las características que se indicó en las especificaciones particulares de este proyecto. El material producto del corte debió colocarse donde no volviera a depositarse sobre la superficie del pavimento, que no impidiera el drenaje superficial u obstruyera las obras de drenaje o donde lo indicó el Organismo.

- Sobrecarpeta de concreto asfáltico.

Se colocó una sobrecarpeta asfáltica de 5 cm en los caminos de servicio con material pétreo de tamaño máximo de ¾” y otra de 3 cm de espesor con material pétreo de tamaño máximo de ½” en los caminos de hangares.