

34



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA
DE MEXICO

ESTUDIO DE MECANICA DE SUELOS PARA
EL DISEÑO Y CONSTRUCCION DE PAVIMENTOS
PARA LA URBANIZACION DE UN CONJUNTO
RESIDENCIAL.

T E S I S
QUE PARA OBTENER EL TITULO DE
I N G E N I E R O C I V I L

P R E S E N T A N :

29052⁴

CARLOS DELGADO GARCIA GRANADOS

CLAUDIO FERNANDO GUTIERREZ ONGAY

DIRECTOR DE TESIS: ING. HECTOR SANGINES GARCIA



MEXICO, D.F.

MARZO

2001



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.



VERDAD NACIONAL
AVENIDA DE
MEXICO

FACULTAD DE INGENIERIA
DIRECCION
60-1-076/97

Señores
CARLOS DELGADO GARCIA GRANADOS
CLAUDIO FERNANDO GUTIERREZ ONGAY
Presente

En atención a su solicitud me es grato hacer de su conocimiento el tema que propuso el profesor **ING. HECTOR SANGINES GARCIA**, que aprobó esta Dirección, para que lo desarrollen ustedes como tesis de su examen profesional de **INGENIERO CIVIL**

"ESTUDIO DE MECANICA DE SUELOS PARA EL DISEÑO Y CONSTRUCCION DE PAVIMENTOS PARA LA URBANIZACION DE UN CONJUNTO RESIDENCIAL"

INTRODUCCION

- I. ANTECEDENTES**
- II. ESTUDIO DE MECANICA DE SUELOS**
- III. DISEÑO DE LOS PAVIMENTOS**
- IV. PROCEDIMIENTOS DE CONSTRUCCION**
- V. ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS**
- BIBLIOGRAFIA**

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

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

Atentamente
"POR MI RAZA HABLARA EL ESPIRITU"
Cd. Universitaria a 1 de julio de 1997
EL DIRECTOR.


ING. JOSE MANUEL COVARRUBIAS SOLIS

JMCS/GMP*lmf





UNIVERSIDAD NACIONAL
AUTÓNOMA DE
MÉXICO

FACULTAD DE INGENIERIA
DIVISION DE INGENIERIA CIVIL,
TOPOGRAFICA Y GEODESICA
JEFATURA

ING. GERARDO FERRANDO BRAVO
DIRECTOR
FACULTAD DE INGENIERIA, UNAM,
P r e s e n t e .

A continuación me permito someter a su atenta consideración la relación de sinodales que se le ha autorizado al señor **CLAUDIO FERNANDO GUTIERREZ ONGAY** con número de cuenta: 6310288-2, para que pueda presentar su Examen Profesional de la carrera de **INGENIERO CIVIL**.

PRESIDENTE: ING. PABLO GARCIA Y COLOME
VOCAL: ING. HECTOR SANGINES GARCIA
SECRETARIO: M.I. AGUSTIN DEMENEGHI COLINA
1ER. SUPLENTE: ING. GONZALO LOPEZ DE HARO
2DO. SUPLENTE: ING. HECTOR JAVIER GUZMAN OLGUIN

Atentamente

"POR MI RAZA HABLARA EL ESPIRITU"

Cd. Universitaria, a 25 de junio de 1999.

EL JEFE DE LA DIVISION

M.I. GABRIEL MORENO PECERO

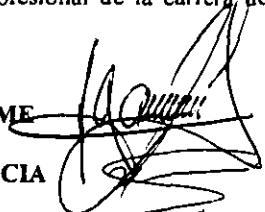
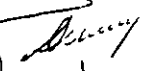
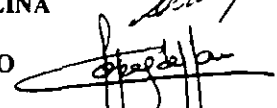


UNIVERSIDAD NACIONAL
AUTÓNOMA DE
MÉXICO

FACULTAD DE INGENIERIA
DIVISION DE INGENIERIA CIVIL,
TOPOGRAFICA Y GEODESICA
JEFATURA

ING. GERARDO FERRANDO BRAVO
DIRECTOR
FACULTAD DE INGENIERIA, UNAM.
P r e s e n t e .

A continuación me permito someter a su atenta consideración la relación de sinodales que se le ha autorizado al señor **CARLOS DELGADO GARCIA GRANADOS** con número de cuenta: 6505135-3, para que pueda presentar su Examen Profesional de la carrera de **INGENIERO CIVIL**.

PRESIDENTE: ING. PABLO GARCIA Y COLOME 
VOCAL: ING. HECTOR SANGINES GARCIA
SECRETARIO: M.I. AGUSTIN DEMENEGHI COLINA 
1ER. SUPLENTE: ING. GONZALO LOPEZ DE HARO 
2DO. SUPLENTE: ING. HECTOR JAVIER GUZMAN OLGUIN

Atentamente
"POR MI RAZA HABLARA EL ESPIRITU"
Cd. Universitaria, a 25 de junio de 1999.
EL JEFE DE LA DIVISION


M.I. GABRIEL MORENO PECERO

AGRADECIMIENTOS

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO

FACULTAD DE INGENIERIA

**MAESTROS, DIRECTOR DE TESIS Y AL
JURADO DE NUESTRO EXAMEN PROFESIONAL**

CARLOS Y CLAUDIO FERNANDO.

AGRADECIMIENTOS

"a mis padres"

**ING. FEDERICO DELGADO PASTOR.
SRA. RAQUEL GARCIA GRANADOS DE DELGADO PASTOR**

mis ejemplos , mi carácter , mi respeto.

"a mi esposa"

SRA. MARY CARMEN QUINTANA DE DELGADO

mi amor , mi apoyo.

"a mis hijos"

**CLAUDIA DELGADO HORCASITAS
CARLOS DELGADO HORCASITAS
ALEJANDRO CAMPOS QUINTANA**

mi mejor responsabilidad , mi corazón.

"a mis hermanos y amigos"

gracias.

CARLOS.

AGRADECIMIENTOS

"a mi padre"

GRAL. FACUNDO GUTIERREZ CHAVARRIA

Tus sabios consejos.

"a mi madre"

SRA. LIBERTAD ONGAY HERRERA

Unir los conceptos para brindar por la belleza de la vida.

"a mi hermano"

SR. OSCAR IBAÑES ONGAY

No sentir la falta del padre.

"a mi esposa"

SRA. ROSALINDA JIMENEZ VILLARREA.

Al apoyarme y comprenderme, genera mi mayor riqueza.
Te amo.

"a mis hijos"

**CLAUDIA , FERNANDO , OSCAR FERNANDO ,
LIBERTAD, MARGARITA Y DIEGO FERNANDO.**

Mi fortaleza, alegría y vitalidad

"a mis hermanos"

IRMA, MARIO, MARTHA Y ESTHER

su ayuda.

"a los padres de mis amigos de la época universitaria"

LIC. AGUSTIN DOMINGUEZ ARELLANO Y SRA.

ING. JOSE ARIAS DUFOURCQ Y SRA.

ING. FEDERICO DELGADO PASTOR Y SRA.

el hacerme sentir en familia.

"a mis amigos"

GRACIAS.

CLADIO FERNANDO.

INDICE :

| PAG. | INCISOS | TEMA. |
|------|---------|--|
| 01 | | PROLOGO |
| 02 | | INTRODUCCION. |
| | | DEFINICION DE PAVIMENTO |
| | | TIPOS DE PAVIMENTOS (RIGIDOS Y FLEXIBLES) |
| 03 | | CAPITULO I |
| | | ANTECEDENTES. |
| | 1.1.- | ESTUDIOS PREVIOS Y RECOPIACION NECESARIA PARA LA URBANIZACION. |
| 04 | 1.- | ANTEPROYECTO. |
| 05 | 1.2.- | TOPOGRAFIA. |
| | 1.- | INTRODUCCION. |
| | 2.- | PROYECTO DE RASANTES. |
| 06 | 3.- | INICIO DEL PROYECTO PARA EL "ESTUDIO DE MECANICA DE SUELOS PARA EL DISEÑO Y CONSTRUCCION DE PAVIMENTOS PARA LA URBANIZACION DE UN CONJUNTO RESIDENCIAL" |
| | 1º) | TRABAJOS PRELIMINARES Y RECOPIACION DE INFORMACION |
| 07 | | TRABAJOS TOPOGRAFICOS COMPLEMENTARIOS |
| 08 | | CAPITULO II. |
| | 2.1 | PRUEBAS DE CAMPO. |
| | | Y |
| | 2.2. | PRUEBAS DE LABORATORIO. |
| | 1.- | PRUEBAS PARA DETERMINAR LAS CARACTERISTICAS DE LOS SUELOS Y LAS PROPIEDADES MECANICAS DE LOS MATERIALES QUE SE UTILIZARAN EN LA CONSTRUCCION DE PAVIMENTOS. |
| 15 | 2.- | PRUEBAS PARA DETERMINAR LAS PROPIEDADES DE LOS MATERIALES QUE SE UTILIZAN EN LA CONSTRUCCION DE PAVIMENTOS |

| PAG. | INCISOS | TEMA. |
|-------------|----------------|--|
| 17 | | CAPITULO III. |
| | | DISEÑO DE LOS PAVIMENTOS |
| | 1.- | GENERALIDADES. |
| | 2.- | DEFINICION DE SECCION ESTRUCTURAL DEL PAVIMENTO. |
| 18 | 3.- | FUNCIONES DE LA SECCION ESTRUCTURAL DEL PAVIMENTO. |
| | 4.- | ESTRUCTURA DE PAVIMENTOS FLEXIBLES Y RIGIDOS. |
| 19 | 5.- | CONSIDERACIONES TEORICAS RELATIVAS A LA DISTRIBUCION DE ESFUERZOS Y DEFORMACIONES EN PAVIMENTOS FLEXIBLES Y RIGIDOS. |
| 20 | 6.- | CAPAS QUE CONSTITUYEN UN PAVIMENTO FLEXIBLE. |
| | 7.- | CAPAS QUE CONSTITUYEN UN PAVIMENTO RIGIDO. |
| 21 | 8.- | ASPECTOS IMPORTANTES QUE SE DEBERA TOMAR EN EL DISEÑO DE LA SUBBASE Y LA BASE. |
| | 9.- | CARPETA ASFALTICA. |
| | | OBJETIVO. |
| | 1°) | FUNCIONES DE LAS CÁPETAS ASFALTICAS. |
| 22 | 2°) | ASFALTO |
| | 3°) | ORIGENES DEL ASFALTO |
| | 4) | CEMENTO ASFALTICO. |
| 24 | 5°) | MEZCLAS ASFALTICAS. |
| 26 | 3.1.- | DISEÑO DE LOS PAVIMENTOS FLEXIBLES. |
| | | OBJETIVO. |
| | | PROCEDIMIENTO. |
| | 1.- | CALCULO DEL TRANSITO EQUIVALENTE ACUMULADO. |
| 29 | 2.- | CALCULO DEL VRSz |
| 30 | 3.- | CALCULO DE LOS ESPESORES EQUIVALENTES. |

| PAG. | INCISOS | TEMA. |
|-------------|----------------|--|
| 31 | | CAUSAS DE FALLAS MAS COMUNES EN PAVIMENTOS FLEXIBLES |
| | | DIFERENTES TIPOS DE DAÑOS EN LOS PAVIMENTOS FLEXIBLES. |
| 34 | 3.2.- | DISEÑO DE LOS PAVIMENTOS RIGIDOS. |
| | 1.- | FUNCION DE UN PAVIMENTO RIGIDO. |
| 35 | 2.- | LOSA. |
| 36 | 3.- | FACTORES QUE INTERVIENEN EN EL COMPORTAMIENTO DE LOS PAVIMENTOS. |
| 37 | 4.- | MODULO DE RESISTENCIA A LA TENSION EN FLEXION. |
| 38 | 5.- | METODOS DE DISEÑO DE PAVIMENTOS RIGIDOS. |
| 40 | 6.- | JUNTAS DE PAVIMENTOS RIGIDOS |
| 42 | 3.3.- | PROCEDIMIENTOS PARA EL DISEÑO DE LOS PAVIMENTOS. |
| | | FACTORES QUE INTERVIENEN EN EL DISEÑO DE LOS PAVIMENTOS. |
| 44 | | CAPITULO IV |
| | 4.1.- | PROCEDIMIENTOS DE CONSTRUCCION PARA PAVIMENTOS FLEXIBLES. |
| | 4.2.- | PROCEDIMIENTOS DE CONSTRUCCION PARA PAVIMENTOS RIGIDOS. |
| 45 | | ANTECEDENTES. |
| | 1.- | PROYECTO DEFINITIVO. |
| | 2.- | LOCALIZACION DE BANCOS. |
| 47 | 3.- | EXPLORACION Y MUESTREO DE BANCOS DE MATERIALES. |

| PAG. | INCISOS | TEMA. |
|-------------|----------------|---|
| 48 | 4.- | MATERIALES DE DIVERSOS TIPOS DE BANCOS. |
| 49 | 5.- | SUBRASANTES. |
| | 6.- | DEFINICION DE TERRACERIA Y CAPA SUBRASANTE. |
| | 7.- | FUNCIONES DEL CUERPO DEL TERRAPLEN Y DE LA SUBRASANTE. |
| 50 | 8.- | MATERIALES EMPLEADOS EN EL CUERPO DEL TERRAPLEN Y EN LA CAPA SUBRASANTE. |
| | 9.- | BANCOS PARA SUBRASANTE. |
| 51 | 10.- | ASPECTO IMPORTANTE QUE SE DEBERA CONSIDERAR EN EL DISEÑO DE LAS TERRACERIAS Y DE LA CAPA SUBRASANTE |
| | 11.- | BASES Y SUBBASES. |
| | 12.- | DEFINICION DE SUBBASE. |
| 52 | 13.- | FUNCIONES DE LA SUBBASE. |
| | 14.- | MATERIALES UTILIZADOS EN LA SUBBASE. |
| | 15.- | DEFINICION DE BASE. |
| | 16.- | FUNCION DE LA BASE. |
| 53 | 17.- | REQUERIMIENTOS PARA LOS MATERIALES EMPLEADOS EN LA BASE (O SUBBASE). |
| 54 | 18.- | MATERIALES UTILIZADOS EN LA BASE. |
| | 19.- | ALGUNOS MATERIALES QUE SE HAN UTILIZADO COMO SUBBASE Y BASE |
| | 20.- | BANCOS PARA SUBBASE. |
| | 21.- | BANCOS PARA BASE. |
| 55 | 22.- | BANCOS PARA CARPETA. |
| | 23.- | PROCEDIMIENTOS DE CONSTRUCCION PARA LA EXPLOTACION DE BANCOS PARA PAVIMENTOS FLEXIBLES Y RIGIDOS. |
| | 24.- | ASPECTOS IMPORTANTES QUE DEBERAN TOMARSE EN EL DISEÑO DE LA SUBBASE Y BASE. |
| 56 | 25.- | PROCEDIMIENTO DE CONSTRUCCION PARA LAS BASES Y SUBBASES. |

| PAG. | INCISOS | TEMA. |
|-------------|----------------|---|
| 58 | IV.3.- | PROCESO DE CONSTRUCCION PARA INICIAR LOS TRABAJOS DEL : |
| | | "ESTUDIO DE MECANICA DE SUELOS PARA EL DISEÑO Y CONSTRUCCION DE PAVIMENTOS PARA LA URBANIZACION DE UN CONJUNTO RESIDENCIAL". |
| | 1°) | REVISION DE LA MATEMATIZACION. |
| 59 | 2°) | PROYECTO DE RASANTES |
| 60 | 3°) | PLANO DE PROYECTO |
| | 4°) | PROYECTO DE DRENAJE PLUVIAL |
| 61 | | CAPITULO V |
| | | ANALISIS DE LOS PRECIOS UNITARIOS |
| | 5.-1 | MAQUINARIA Y EQUIPO. |
| 62 | | RELACION DE MAQUINARIA Y EQUIPO UTILIZADA EN EL PRESUPUESTO Y CONSTRUCCION |
| 63 | 5.2 | ANALISIS DEL FACTOR DE INDIRECTOS Y UTILIDAD. |
| 64 | 5.3 | ANALISIS DEL FACTOR DE FINACIAMIENTO. |
| 65 | 5.4 | ANALISIS DE PRECIOS |
| 66 | 5.5 | PROGRAMA DE TRABAJO Y FLUJOS ECONOMICOS. |
| 67 | 5-6 | PRESUPUESTOS. |
| 68 | | BIBLIOGRAFIA. |

TESIS.

“ESTUDIO DE MECANICA DE SUELOS PARA EL DISEÑO Y CONSTRUCCION DE PAVIMENTOS PARA LA URBANIZACION DE UN CONJUNTO RESIDENCIAL”.

PROLOGO :

El problema de la ejecución de obras de pavimentación, que garanticen la posibilidad de tránsito de vehículos, es muy antiguo. Las civilizaciones del Medio Oriente, los imperios Inca y Maya, dejaron evidencias históricas de redes incipientes de caminos. Como antecedente del empleo de la geología en la construcción de carreteras, se puede mencionar que en la construcción de los caminos romanos siempre se llevó a cabo basándose con un conocimiento intuitivo de la geología.

México es la nación más antigua de América del Norte; Cuando muchas regiones de Europa eran sólo modestas avanzadas del Imperio Romano, en la altiplanicie mexicana se erigian magnificas ciudades. Mil años antes de la llegada de Cristóbal Colón a este continente, ya estaba habitado por pueblos, que según se supone vinieron de Asia atravesando Alaska y las islas Aleutianas.

La palabra México que dio su nombre a la nación y también a la capital, se deriva de las palabras *Metzli-Xitcle*, que literalmente significa “ en el centro del lago de la luna “.

De todos los pueblos primitivos de América, tal vez el de los aztecas es el que conocemos mejor gracias al gran número de crónicas en donde misioneros y conquistadores relataron su historia y describieron sus costumbres. Las narraciones acerca de Texcoco, Tlaxcala, etc., escritas por indígenas, han llegado hasta nuestros días. Por parte, la enorme cantidad de monumentos arqueológicos descubiertos en México y los que siguen descubriendo aún han aportado un sinnúmero de datos valiosos, por lo cual puede asegurarse que la historia de México antes de la conquista sigue completándose y esclareciéndose todavía.

Esta gran ciudad del valle de México se desarrolló extraordinariamente bajo el gobierno del rey poeta *Netzahualcóyotl*. Dicese que la integraban entonces más de 200,000 viviendas. El citado monarca la dividió en dos sectores; el occidental, que recibió el nombre de *Tenochtitlán*, donde se yergue hoy la ciudad de México, y la oriental, denominada *Texcoco* o *Tezcuco*.

Tenochtitlán era una gran ciudad de más de 300,000 habitantes, cuna de interesante civilización y que los conquistadores españoles encontraron en pleno florecimiento.

A su llegada a México los conquistadores, la altiplanicie central estaba dominada por los *aztecas*, que fueron al principio sólo un pequeño grupo errante, que vino del norte y al que los *chichimecas* prestaron poca atención. Según ellos, procedían de *Aztlán* (tierra de garzas), y su preponderancia se inició desde el siglo XIII. Eran guerreros y llevaban vida vagabunda e inquieta. Entre sus tribus más importantes se cuentan los *tenochcas*, fundadores de México - *Tenochtitlán*.

Bernal Díaz Del Castillo relata con asombro y Elogia la gran *Tenochtitlan*, con sus calles mercados y canales rebosantes de vida y movimiento, debió presentar un espectáculo inusitado a la curiosa mirada de los españoles.

Cuando es arrasada la ciudad por los españoles. Cortés tomo en seguida disposiciones para reconstruir en 1522 sobre las ruinas de los antiguos cimientos de la Gran *Tenochtitlán* la rica ciudad de México, dando nacimiento a la capital de la Nueva España. Cabe mencionar que a mediados del siglo XV Cortés empleó a más de 400,000 indígenas para sustituir las primitivas casas de adobe por construcciones de piedra, abarcando principalmente el actual *Zócalo* o *Plaza de la Constitución*.

INTRODUCCION.

DEFINICIONES.

DEFINICION DE PAVIMENTO:

Es la capa o el conjunto de materiales seleccionados que reciben las cargas del tránsito en forma directa y los transmiten adecuadamente distribuidas a las capas inferiores . Estas capas están comprendidas entre el nivel superior de las terracerías y la superficie de rodamiento.

Las principales funciones que deberá cumplir son las de proporcionar una superficie de rodamiento uniforme, de color y textura apropiados, resistente a la sección del tránsito, a la del intemperismo y otros agentes perjudiciales.

En resumen, el pavimento es la superestructura de las obras viales, que hace posible el tránsito fluido de los vehículos con la comodidad, seguridad y economía previstos en el proyecto.

TIPOS DE PAVIMENTOS :

Los pavimentos se definen y diferencian en términos de los materiales de que son constituidos y en cómo se estructuran esos materiales, clasificándolos con fines prácticos en **rígidos y flexibles**.

Pavimento rígido se considera a aquél cuyo elemento fundamental sea una losa de concreto hidráulico.

Pavimentos flexibles son todos aquéllos en los que la superficie de rodamiento es una carpeta asfáltica o bien una capa de material pétreo compactado.

Vamos a conocer la función del pavimento en las urbanizaciones. Para ello es necesario tener conocimiento sobre el diseño, construcción, conservación, rehabilitación, y reconstrucción de pavimentos, para lograrlo se necesitan que sean efectuados con los mejores materiales y las mejores técnicas, pero minimizando sus costos, por lo que es necesario que el ingeniero civil esté capacitado en la tecnología de pavimentos.

1.- ANTEPROYECTO.

Una vez que se decide realizar el estudio para la construcción de una urbanización, se inicia la etapa de planeación, en la cual se debe recopilar información de diversos tipos.

Los métodos constructivos, pertenecen al dominio de la ingeniería civil. Sin embargo, los estudios geológicos son de gran ayuda para lograr la optimización de estos métodos. Por ejemplo, en la colocación de las terrazas, se requiere un riguroso control sobre la compactación de las capas. Aquí, el estudio geológico preliminar ayuda a sugerir la uniformidad que se espera de los materiales en los depósitos naturales.

Así pues, los objetivos de un estudio geológico se deben definir con toda claridad. Los métodos a utilizar deben elegirse de tal manera que se puedan lograr dichos objetivos sin esfuerzos innecesarios. La experiencia indica que el ingeniero civil que no cuenta con suficiente información geológica, llega a incurrir en serios y costosos errores.

Se llama estudio geotécnico al que se realiza a partir de la información geológica, pero añadiendo la experiencia de los ingenieros en mecánica de suelos y rocas. Este estudio permite prever para las obras que se van a construir: costos, ubicación, estabilidad y posibles problemas.

Para conocer las características del terreno, el estudio se basa primeramente en un análisis de las cartas de uso del suelo,

A continuación se realiza el anteproyecto, en el que se señala el área de estudio en planos topográficos.

Después de analizar la información antes citada, se programa un reconocimiento preliminar, buscando detectar los posibles problemas geológicos a los que se debe dar solución por medio de estudios más detallados.

Posteriormente, se realiza un recorrido preliminar, debido a que esto permite determinar si el sitio o los sitios a investigar, reúnen las condiciones necesarias.

La exploración superficial es casi siempre el primer método a utilizar, no sólo porque es el más inmediato y económico, sino porque es recomendable realizarlo en la primera etapa de los trabajos, con el objeto de definir el panorama geológico general de la urbanización que se está estudiando.

La meta primordial de una exploración geológica es la determinación de las condiciones estructurales, estratigráficas, sedimentológicas, de intemperismo y vulcanismo. Además, conviene aprovechar la exploración para recolectar muestras para su posterior estudio en el laboratorio, con el fin de obtener la correcta clasificación de las diferentes formaciones.

El objetivo de los estudios geológicos, consiste en definir la geología regional y local del área de estudio. En esta etapa, se deben determinar los afloramientos de rocas, su clasificación y posible génesis, la estratigrafía, los tipos de estructuras, el grado de intemperización y de metamorfismo, las zonas sísmicas y volcánicas y la geomorfología del lugar. También, se deben señalar los posibles problemas que se pueden presentar con las rocas cuando se intente su explotación y los procedimientos de construcción que son adecuados para cada tipo de material.

Además de lo anterior, se debe investigar el posible aprovechamiento de las rocas y suelo como materiales para la construcción. Se deben señalar los bancos que se pueden utilizar para cada una de las fases de la construcción, así como las vías de acceso a ellos y la manera de explotarlos. O cuando están cercanos a ciudades se compran en bancos particulares.

En las urbanizaciones en donde se tenga la necesidad de construir túneles, se debe hacer un reconocimiento más detallado, proporcionando un informe preciso de las condiciones geológicas y geohidrológicas. Además, se debe realizar un reconocimiento geológico superficial, apoyado con sondeos o con métodos indirectos geofísicos.

CAPITULO I

ANTECEDENTES.

1.1.- ESTUDIOS PREVIOS Y RECOPIACION NECESARIA PARA LA URBANIZACION.

En la actualidad, existen muchos tipos de proyectos y estudios para la construcción de una obra civil, y los métodos empleados en ellos varían mucho. Por esta razón, es importante clasificar cada proyecto, y resolver qué métodos serán los más adecuados y económicos en cuanto a tiempo y dinero.

Los estudios geológicos son una labor altamente provechosa, ya que permiten bajar costos de construcción y de conservación. Estos estudios también permiten mejorar notablemente la calidad técnica de los trabajos en las fases de planeación y de proyecto.

Es menester mencionar que en el diseño de una urbanización intervienen las principales ramas de la ingeniería civil. Sin embargo, el diseño del trazo de sus calles y la obtención de los materiales para la construcción, son aspectos que hacen uso principalmente de la geología.

En muchos proyectos de ingeniería civil, es frecuente encontrar zonas en las que se deduce de acuerdo con la geología del terreno, que existen condiciones desfavorables para la construcción, lo cual crea problemas graves y costosos. Este tipo de problemas pueden obligar a un cambio de localización, a una variación de las especificaciones, o a utilizar procedimientos constructivos especiales. Como ejemplo, se podría suponer que las rocas sólidas proporcionan un lecho de calles excelente, pero esto no siempre es así, puesto que la roca sólida tiene resistencia y durabilidad variables. La posible existencia de juntas en la masa rocosa, hace que el tratamiento del problema no sea tan sencillo.

En la preparación de los mapas geológicos, que es el propósito de un trabajo de campo, el geólogo debe recabar todos aquellos datos que le permiten conocer la distribución regional de las unidades estratigráficas, tanto en la superficie como en el subsuelo. Se debe medir o perforar para especificar el espesor de las formaciones.

En el diseño de urbanizaciones, existen dos problemas principales que son: la selección de las calles y proporcionar un buen apoyo a las mismas, que garanticen una estabilidad aceptable. La elección final en ambos casos, dependerá principalmente del aspecto económico, pero a menudo la geología tiene importantes intervenciones para tomar la decisión final. Ejemplo de lo anterior, puede ser el caso de un camino donde la ruta más directa atraviese un suelo de mala calidad, de modo que la mejor ruta puede ser una más larga, pero donde el apoyo sea un suelo de buena calidad. En el costo de la obra, se debe tomar en cuenta también el costo de mantenimiento.

1.2.- TOPOGRAFIA.

1.- INTRODUCCION.

Para la realización del proyecto es necesario conocer la topografía del terreno, por lo que se efectúa un levantamiento topográfico del mismo. De los trazos de campo se realiza el cálculo analítico correspondiente, dando información a los planos en los que aparecen sus poligonales.

Con la información anterior se permite efectuar el anteproyecto y el proyecto definitivo.

Además son de gran ayuda para encontrar los bancos de materiales.

Los estudios de topografía son altamente provechosos, ya que permiten bajar costos de construcción y de conservación. Estos estudios también permiten mejorar notablemente la calidad técnica de los trabajos en las fases de planeación y de proyecto.

2.- PROYECTO DE RASANTES.-

Para el proyecto de rasantes se parte de la poligonal de apoyo incluyendo perfil y secciones del proyecto de trazos definitivos. Se obtiene generalmente por medios matemáticos el cadenamamiento definitivo y desplazamiento, a izquierda o derecha, existente entre los ejes de apoyo y los ejes de proyecto en las secciones, una vez; obtenido el desplazamiento se redibuja el perfil por el eje de trazo y se proyecta la subrasante definitiva obteniéndose las pendientes.

Lo anterior permite tener los volúmenes de corte y terraplen.

Con los datos anteriores se indica el eje de trazo definitivo (TD) y sus cadenamamientos, en los planos de perfil y secciones, se muestran las alturas de corte y terraplen así como las áreas correspondientes de cada sección.

3.- INICIO DEL PROYECTO PARA EL

“ESTUDIO DE MECANICA DE SUELOS PARA EL DISEÑO Y CONSTRUCCION DE PAVIMENTOS PARA LA URBANIZACION DE UN CONJUNTO RESIDENCIAL”.

1º) TRABAJOS PRELIMINARES Y RECOPIACION DE INFORMACION.

A.- INFORMACION RECOPIADA.

B.- INFORMES DE VISITAS DE RECONOCIMIENTO AL PREDIO.

A.- INFORMACION RECOPIADA.

Para dar inicio a las actividades de éste proyecto, se obtuvo información relativa a los antecedentes existentes del predio.

B.- INFORMES DE VISITAS DE RECONOCIMIENTO AL PREDIO.

OBJETIVO :

Realizar un recorrido detallado por el predio y sus inmediaciones para definir puntos de conexión de servicios importantes , y en general sensibilizar las características topográficas y geológicas del terreno para ser tomadas en cuenta en el proyecto de rasantes.

I.- PRIMER RECORRIDO:

DESARROLLO.-

En primer término se realizó un recorrido siguiendo el trazo preliminar del eje de la vialidad principal.

En función que no se dispone de los datos de matematización del conjunto, se desconocen los rumbos y distancias reales del eje para replantearlos en campo.

Durante este recorrido se apreció que el material existente en la zona es muy homogéneo y muy compacto por lo que no se prevén problemas constructivos para la terracerías, aún cuando las pendientes en algunas zonas son muy fuertes, específicamente en el tramo comprendido entre el cadenamiento 0+120 al 0+200 en donde por condiciones naturales el terreno anda del orden del 30% lo que obligará a tener cortes y terraplenes fuertes para tratar de obtener una rasante con pendiente menor aún cuando, por la características topográficas esto no se podrá optimizar.

Hacia el fondo del terreno se visualizaron indicios de cavernas que en un momento pueden presentar problemas fuertes para la construcción de las vialidades y en un futuro de las casas que se vayan a desplantar, por lo que se desidió un segundo recorrido más detallado.

2.- SEGUNDO RECORRIDO:

OBJETIVO :

Revisar la superficie del suelo para tener una primera estimación del mejoramiento que se requiere para la vialidad del fraccionamiento.

CONCLUSIONES:

1.- El subsuelo del sitio corresponde al que se encuentra normalmente en la zona de Naucalpan, Estado de México, y consiste en una toba compacta que exhibe gran capacidad de carga y baja compresibilidad.

2.- La costra superficial, aproximadamente de 0.30 a 0.50 m, de espesor "endurecida" y "lajada".

3.- Al frente del predio, existe una zona donde se observan rellenos heterogéneos que aparentan baja compacidad. Estos rellenos tienen poco menos de 2.00 m, de espesor.

4.- Al fondo, en la parte baja del predio se encuentran dos zonas que muestran bocaminas. En particular, la que se encuentra en una zona baja, (ver plano general), es una caverna de dimensiones importantes, aproximadamente de 5.00 x 5.00 m, en planta y 4.00 x 5.00 m, de altura.

En este punto el techo de la caverna tiene un espesor de menos de 2.00 m, de altura por lo que pone en peligro las vialidades; es necesario que se haga un levantamiento detallado de las mismas para conocer su extensión y determinar hasta donde llega la afectación. Así mismo deberá inspeccionarse con detalle todo el predio para descartar la posibilidad de cavernas adicionales.

Las vialidades, en terreno no afectado por cavernas se estima que sólo se requiere despallar la pequeña capa de suelo vegetal y dependiendo de la rasante de proyecto, abrir caja para tender una base que sirva de apoyo a una losa de concreto hidráulico.

TRABAJOS TOPOGRAFICOS COMPLEMENTARIOS.

Como no se contó con la información física de campo que sirviera de punto de partida fue necesario realizar levantamiento de puntos físicos que sirvieran para relacionar el proyecto de matematización con el trazo de campo, habiéndose hecho los siguientes trabajos:

- 1) Levantamiento del paramento de la barda del Colegio Miraflores y la cancha de basquetbol.
- 2) Levantamiento del eje del acueducto y estructura de transición de la tubería.
- 3) trazo de poligonal de apoyo reconstruyendo información tomada gráficamente del plano de relotificación.

De los trabajos de campo se realizó el cálculo analítico correspondiente y se dibujó la información obtenida en el plano denominado "PLANO GENERAL DE TRAZO", así como de planos con perfil y secciones de las vialidades.

Con los datos hasta ahora recopilados se procede a la REVISIÓN DE LA MATEMATIZACIÓN Y AL PROYECTO DE RASANTES MISMO QUE SE REALIZARÁ EN EL CAPÍTULO IV DE ESTA TESIS.

CAPITULO II.- ESTUDIO DE MECANICA DE SUELOS.

2.1 PRUEBAS DE CAMPO.

Y

2.2. PRUEBAS DE LABORATORIO.

1.- PRUEBAS PARA DETERMINAR LAS CARACTERISTICAS DE LOS SUELOS Y LAS PROPIEDADES MECANICAS DE LOS MATERIALES QUE SE UTILIZAN EN LA CONSTRUCCION DE PAVIMENTOS.

Dentro del campo de los pavimentos existen diversas pruebas indicativas de las características de los suelos; pero en nuestro país algunas de las usuales son las que se presentan a continuación:

- A) CONTRACCION LINEAL.
- B) VALOR CEMENTANTE.
- C) EQUIVALENTE DE ARENA.
- D) PRUEBA DE COMPACTACION PROCTOR.
- E) PRUEBA DE COMPACTACION PORTER.
- F) VALOR RELATIVO DE SOPORTE ESTANDAR.
- G) VALOR RELATIVO DE SOPORTE MODIFICADO.
- H) AASHO ESTANDAR.
- I) AASHO MODIFICADA.

A) CONTRACCION LINEAL.

La contracción lineal de un suelo es la reducción del volumen del mismo, medida en una de sus dimensiones y expresada como porcentaje de la dimensión original, cuando la humedad se reduce desde la correspondiente al límite líquido hasta la del límite de contracción.

La prueba de Contracción lineal consistente en:

- A1) Se toma material que esté en el límite líquido.
 - A2) Se llena un molde de dimensiones estándar, que ha sido previamente engrasado, para evitar que el material se adhiera a sus paredes.
 - A.3) Se llena el molde en tres capas, golpeando levemente cada una de ellas, para producir la expulsión del aire.
 - A4) Se engrasa el material con una espátula.
 - A5) Se deja secar la barra al aire hasta que el color cambie de oscuro a claro.
 - A6) Se pone a secar en el horno por un lapso de 18 horas.
 - A7) Se mide la longitud de la barra de material seco y la longitud interior del molde.
- La contracción lineal se calculará de acuerdo con la siguiente fórmula:

$$C.L. = \frac{\text{LONGITUD DEL MOLDE}}{\text{LONGITUD DEL MATERIAL SECO}} \times 100$$

B) VALOR CEMENTANTE.

El valor cementante es una función de la forma y acomodo de las partículas del suelo y de su propiedad, así como de la plasticidad de los finos y de la composición química del suelo.

El objeto de esta prueba es determinar el poder cementante de un suelo fino o de la fracción que pasa la malla No. 4.

La prueba consistente en:

- B.1) El material que ha sido previamente secado y disgregado se tamiza a través de la malla No. 4 hasta obtener una muestra de aproximadamente 3 Kg de peso.
- B.2) Se le aumenta el agua hasta alcanzar la humedad óptima de compactación.
- B.3) Se toman tres muestras iguales en peso, del material, y en cada una de las muestras se compacta el material en tres capas (en el molde especial para la prueba) y se apisona cada capa con 15 golpes de una varilla que se deja caer desde una altura de 50 cm.
- B.4) El molde, con todo y material compactado, se coloca en el horno a 40°C de temperatura y se mantiene allí hasta que pierde el material la suficiente humedad para permitir la remoción del molde.
- B.5) Se continúa el secado a una temperatura de 100°C a 110°C hasta que se pierde toda la humedad. Posteriormente se saca el espécimen y se deja enfriar.
- B.6) Se colocan placas de cartón a las caras superior e inferior del espécimen, o bien se cabecea con azufre cada una de las caras de la muestra.
- B.7) Se calcula el valor cementante como el promedio de la resistencia a la compresión no confinada obtenida en los tres especímenes.

C) PRUEBA DEL EQUIVALENTE DE ARENA.

Esta es una prueba para investigar la presencia o ausencia de materiales finos o arcillosos que sean perjudiciales para los suelos.

La prueba consiste en:

- C.1) Se humedece la muestra y se tamiza a través de la malla No. 4, disgregando las partículas gruesas.
- C.2) En un cilindro de dimensiones establecidas, se introduce una solución defloculante, hasta alcanzar una altura de 4 pulgadas en la graduación que tiene el cilindro.
- C.3) Se vacía el contenido de una cápsula de 88 ml de la muestra del suelo dentro del cilindro.
- C.4) Se golpea el fondo del cilindro con la mano, con el fin de que salgan las burbujas de aire.
- C.5) Se deja reposar la muestra durante 10 minutos.
- C.6) Se tapa el cilindro para poder agitarlo fuertemente en el sentido longitudinal, en posición horizontal.
- C.7) Una vez realizado lo anterior, se destapa y se lava la mezcla, para lo cual se utiliza el chorro de un irrigador especial de características establecidas, que introduce agua en el cilindro hasta que ésta alcance 38.1 cm. de altura en la graduación que tiene el cilindro.
- C.8) Se deja el cilindro en reposo durante 20 minutos, con el objeto de que haya un asentamiento del material, segregándose éste según sus características de tamaño y peso.
- C.9) Una vez que se ha dejado que el material se asiente, se mide la altura que alcanza la capa superior de la arcilla en la suspensión.
- C.10) Hecho lo anterior, se introduce un pisón de características estándar con un peso aproximado de 1 kg. Haciendo que descansa sobre la arena y posteriormente, midiendo la altura que alcance el nivel superior de la arena.
- C.11) Se calcula el equivalente de arena como:

$$E.A. = \frac{\text{ALTURA DEL NIVEL SUPERIOR DE LA ARENA}}{\text{ALTURA DEL NIVEL SUPERIOR DE LA ARCILLA}}$$

El valor que se tomará como equivalente de arena será el promedio de los valores del equivalente de arena obtenidos en las tres pruebas realizadas.

D) PRUEBA DE COMPACTACION PROCTOR.

La prueba Próctor es una prueba de compactación que se realiza en suelos que pasan la malla No. 4 (4.76 mm de abertura).

Los objetivos de la prueba son los siguientes:

Determinar el peso volumétrico seco máximo que puede alcanzar un material y el contenido de agua óptimo al que debe hacerse la compactación del mismo.

Determinar el grado de compactación alcanzado por el material durante la construcción o en las terracerías ya construidas, relacionando el peso volumétrico obtenido en el lugar, con el peso volumétrico máximo Próctor.

La prueba Próctor es válida para materiales que pasen la malla No. 4, pues en materiales más gruesos el agua no ayuda al acomodo de las partículas del suelo sino que fluye, dificultando la compactación.

La prueba se realiza como se indica a continuación.

- D.1) Se disgrega la muestra de material obtenido hasta que pase la malla No. 4.
- D.2) Se compacta el material en un molde cilíndrico de dimensiones estándar, formando 3 capas aproximadamente iguales, para lo cual se utiliza un pistón metálico de dimensiones establecidas, (que se deja caer desde 30 cm de altura), hasta dar 30 golpes repartidos uniformemente en cada capa.
- D.3) Ya apisonado el material, se pesa el molde con su contenido.
- D.4) Posteriormente, se extrae un corazón del espécimen y se saca para determinar su contenido de agua.
- D.5) Tomando otra muestra del mismo material, se disgrega hasta que pase la malla No. 4.
- D.6) Se le agregan 60 cm³ de agua y se repite el procedimiento anterior. Este procedimiento se repetirá tantas veces como sea necesario, hasta definir una disminución en el peso del suelo compactado.

De las determinaciones mencionadas anteriormente se obtendrán.

$$\gamma_h = \frac{\text{(PESO MATERIAL DENTRO DEL MOLDE + PESO MOLDE) - PESO MOLDE}}{\text{VOLUMEN DEL MOLDE}}$$

γ_h = Peso Volumétrico húmedo del material

(El peso del material + peso del molde), fue obtenido en el inciso d.3. Tanto el peso del molde como su volumen son datos conocidos para cada equipo de compactación.

Una vez determinado lo anterior se obtiene el peso volumétrico seco del material, (γ_d) :

$$\gamma_d = \frac{\gamma_h}{1 + w}$$

w = contenido de agua del espécimen compactado, obtenido en el inciso d.4.

Así, conociendo γ_d y w para cada espécimen compactado como se indica anteriormente, se traza la curva de compactación, la cual tienen en el eje de las abscisas a los contenidos de agua y en el eje de las ordenadas, a los pesos volumétricos secos.

La curva será del tipo de la que se muestra en la figura II.2. y figura II.1.

De estas figura II.2. y figura II.1. , se obtiene el peso volumétrico seco máximo y el contenido de agua óptimo.

E) PRUEBA DE COMPACTACION PORTER.

La prueba Pórtier se realiza en suelos gruesos de hasta 25.4 mm (1"). Tiene como finalidad la determinación del peso volumétrico seco máximo que puede alcanzar el material con un procedimiento de compactación definido para esta prueba, así como la humedad óptima a la que debe hacerse dicha compactación.

Para este caso se define como humedad óptima, a la humedad mínima requerida por el suelo para alcanzar su peso volumétrico seco máximo cuando es compactado por una carga de 140.6 Kg/cm².

La prueba consiste en:

- E.1) Se disgrega la muestra de 20 Kg y se tamiza por la malla de 25.4 mm. Del material que pasó la malla se separan 4 partes de 4 Kg cada una.
- E.2) A una de las cuatro partes separadas anteriormente, se le incorpora agua, haciéndolo en forma homogénea y posteriormente se coloca el material en tres capas dentro de un molde de dimensiones estándar.
- E.3) Con una varilla metálica de dimensiones establecidas se le dan 25 golpes a cada capa, de manera que se acomode el material.
- E.4) Una vez colocadas las capas, se compacta el material, aplicando lentamente una carga uniforme que se incrementa hasta alcanzar la presión de 140.6 Kg/cm². La aplicación de la carga debe realizarse en un tiempo de 5 minutos.
- E.5) Si al alcanzar la presión de 140.6 Kg/cm² exhuba la base de la muestra (sale agua de la base de la muestra), es que se ha llegado a la humedad óptima de compactación y se determina la altura del espécimen.
- E.6) Conociendo la altura del espécimen, se calcula su volumen.
- E.7) Realizando lo anterior, se obtiene el peso volumétrico húmedo del material (γ_h) en esta forma:

$$\gamma_h = \frac{(\text{PESO MATERIAL DENTRO DEL MOLDE} + \text{PESO MOLDE}) - \text{PESO MOLDE}}{\text{VOLUMEN DEL MOLDE}}$$

El peso del molde más el material húmedo dentro del mismo, se obtienen al pesar el molde con el material, después de sucedida la exhubación.

El volumen del espécimen se obtuvo anteriormente, (inciso E.6). El peso del molde es conocido para el equipo usado.

E.8) Hecho el cálculo anterior, se extrae el material del molde, se seca y se pesa.

E.9) Conocido el peso seco del espécimen, se calcula el contenido de agua, (w):

$$w = \frac{(\text{PESO MOLDE} + \text{PESO ESP. HUMEDO}) - \text{PESO MOLDE} - \text{PESO ESP. SECO}}{\text{PESO ESP. SECO}}$$

E.10) Hecho lo anterior, se calcula el peso volumétrico seco mediante la expresión:

$$\gamma_d = \frac{\gamma_b}{1 + w}$$

Así se conocen, tanto el contenido de agua óptimo, como el correspondiente peso volumétrico seco máximo.

Si al alcanzar la presión de 140.6 Kg/cm² no sucede la exhudación, se concluye que la humedad del espécimen no es la óptima y se procede a tomar otra porción de 4 Kg del mismo material, a la cual se le agrega tanta agua como la del espécimen anterior, más 80 cm³ y se repite el procedimiento a partir del inciso E.2), hasta que se produzca la exhudación. Si esta no sucede, se repite el proceso con 80 cm³ más que en la segunda iteración.

F) VALOR RELATIVO DE SOPORTE ESTANDAR.

Se define como Valor Relativo de Soporte Estándar (VRS), al cociente de la presión necesaria para penetrar los primeros 0.25 cm en el material a probar entre la presión necesaria para penetrar los mismos 0.25 cm en el material patrón (piedra triturada).

El objetivo de la prueba es determinar la calidad de suelos, en cuanto a valor de soporte se refiere. Dicha prueba se utiliza para ver si un material cumple con las condiciones necesarias para ser base de un pavimento. En general se aplica el VRS estándar a materiales gruesos.

La prueba del valor relativo de soporte consiste en:

- F.1) Se compacta el material según la prueba Pórtier, (ya que se trata de un material grueso).
- F.2) Una vez compactado el material se deja saturar durante 4 días.
- F.3) Posteriormente, se le coloca encima una placa que le transmitirá una presión equivalente a la que tendrá cuando forme parte del pavimento la placa tiene una perforación por la que pasa un vástago de 19.4 cm². de área transversal, (2.48 cm de radio).
- F.4) Se hace penetrar el vástago a través de la placa a razón de 0.127 cm/min, midiendo la presión necesaria para penetrar los primeros 0.25 cm en el material sujeto a prueba. Dividiendo la presión medida en la prueba entre la necesaria para penetrar los primeros 0.25 cm en el material patrón, se obtiene el VRS. La presión necesaria para penetrar los primeros 0.25 cm en el material patrón es conocida. Para obtener el VRS estándar, se parte de que se sujetó previamente al material a la prueba Pórtier, es decir que se le compactó al 100% de su peso volumétrico seco máximo y se le saturó. Pero estas condiciones de compactación al 100% y de saturación completa, no son las condiciones representativas del campo, ya que el material, por lo general, no estará saturado en el campo y su compactación será la que se especifique en el proyecto, no necesariamente el 100%.

Lo anterior obliga a que el diseño del espesor de las capas del pavimento se base en el VRS modificado, que representa más cercanamente las condiciones de campo, tanto en compactación como en humedad.

G) VALOR RELATIVO DE SOPORTE MODIFICADO.

Esta prueba se emplea en el diseño de los espesores de las distintas capas del pavimento, ya que en éste intervienen materiales para base y subbase (materiales gruesos), y materiales para subrasante y terracería, (materiales finos). Se emplean las pruebas de compactación Pórtor para suelos gruesos y Próctor para suelos finos.

El VRS modificado tiene dos variantes:

- 1°) Para pavimentos en sitios donde haya buen drenaje y poca precipitación.
- 2°) Para suelos donde exista mal sistema de drenaje y mucha precipitación, como se ilustra a continuación

| Grado de compactación alta % | Variante 1 Buen drenaje y precipitación baja media | Variante 2 Drenaje deficiente y precipitación media o bien, precipitación. |
|------------------------------|---|---|
| 100 | W_o | W_o |
| 95 | W_o | W_o |
| 90 - 75 | W_o | W_o |

donde W_o es la humedad óptima.

La prueba del VRS modificada consiste en lo siguiente:

- 1') Se compacta el material según la prueba Próctor, (para materiales finos de Terracería o subrasante), o la prueba Pórtor, (para materiales gruesos de la base o subbase).

De las pruebas anteriores se conocen el contenido de agua óptimo y el peso volumétrico seco máximo (y máx), del material sometido a prueba.

- 2') Conocidos los datos anteriores, se prepara otra muestra hasta que se alcance el grado de compactación que fije el proyecto, variando el contenido de agua óptimo determinado en la prueba utilizada, según las condiciones generales de la zona donde se construirá el pavimento.

El grado de compactación lo fija el proyectista en base a la experiencia, costos e importancia de la obra.

- 3') Una vez que la muestra se encuentra con la compactación y el contenido de agua especificados en el inciso anterior, se realiza la prueba del VRS, siguiendo los mismos pasos indicados para el VRS estándar, a partir del inciso F.3) y hasta el inciso F.4).

H) AASHO ESTANDAR.

La prueba tiene por objeto determinar la relación entre el peso volumétrico seco y el contenido de agua de los suelos.

Existen cuatro alternativas de Prueba:

- Método A. En molde de 10.16 cm (4"), con suelo que pasa la malla No. 4.
- Método B.- En molde de 15.24 cm (6"), con suelo que pasa la malla No. 4.
- Método C.- En molde de 10.16 cm (4"), con suelo que pasa la malla No. ¾".
- Método D.- En molde de 15.24 cm (6"), con suelo que pasa la malla No. ¾".
Cuando no se especifique el método a usar, se entenderá que se trata del A.

A continuación se describe brevemente en qué consisten los cuatro métodos.

METODO "A"

- 1) Se criba el suelo por la malla No. 4 (4.76 mm) y elimínese el retenido.
- 2) Se selecciona una muestra representativa
- 3) Incorpórese a la muestra la cantidad de agua suficiente para ponerla cuatro o seis puntos en porcentaje, bajo la humedad óptima esperada.
- 4) Divídase la muestra en 3 capas. El molde tendrá instalada su extensión y deberá llegarse a un espesor total compacto de unos 13 cm. Compáctese cada capa con 25 golpes de pisón, distribuyéndolo uniformemente y con una altura de caída de 30.48 cm (12").

Después de la compactación, remuévase la extensión del molde y enrásese el suelo compactado, utilizando una regla metálica. Pésese el conjunto y réstese el peso de la tasa del molde, para tener el peso húmedo del material. Divídase este último entre el volumen del molde, para obtener el peso volumétrico de la masa del suelo, y m.

- 5) Retírese el material del molde sin desmoronarlo y divídase el espécimen en dos porciones. Tómesese una muestra representativa y determínese el contenido de agua del suelo.
- 6) Desmorónese el resto del material hasta que vuelva a quedar en condiciones de pasar por la malla No. 4, añádasele suficiente agua para aumentar su humedad en 1 o 2 puntos y repítase todo el procedimiento.

METODO "B"

La muestra se selecciona como en el caso del método A, pero ahora deberá pesar 7 Kg.

El procedimiento de prueba será el mismo que se describió para el método A, excepto que se utilizará un molde de 15.24 cm (6") con extensión y que el suelo se colocará en 3 capas iguales, hasta alcanzar un espesor total compactado de la muestra de 13 cm. Se darán a cada capa 56 golpes uniformemente distribuidos en su superficie, con 30.48 cm (12") de altura de caída.

METODO "C"

Críbese una cantidad adecuada de suelo bien disgregado por la malla de 2" y de ¾", deséchese el retenido de la malla de 2" y que se retuvo en la malla de ¾" y reemplácese con un peso igual de material que pase la malla de ¾". Se deberá de disponer de una muestra de suelos de 5 Kg.

El procedimiento de prueba es el siguiente:

- 1) Mézclase el suelo con la suficiente cantidad de agua como para darle una humedad de 4 a 6 puntos abajo de la óptima.
- 2) Fórmese un espécimen compactando el suelo en el molde de 10.16 cm (4") en 3 capas iguales, hasta obtener un espesor compacto de 13 cm. Sigase el procedimiento de compactación que se detalló para el método A, hasta determinar el peso volumétrico húmedo y el contenido de agua de la muestra.

METODO "D"

La muestra deberá prepararse como en los demás casos, pero con un peso final de 12 Kg. El procedimiento de prueba es el mismo que se detalló para el método C, pero se utiliza el molde de 15.24 cm (6"), con 3 capas y 56 golpes por capa. Como complemento de la prueba, deberá realizarse los cálculos correspondientes para determinar los contenidos de agua y los pesos volumétricos secos que se requieran.

I) AASHO MODIFICADA.

Esta prueba es similar a la Próctor (AASHO) estándar en todos sus aspectos descriptivos. Se presentan 4 modalidades ("A", "B", "C" y "D"), cuya descripción es idéntica a las correspondientes de la AASHO estándar. La mayor energía de la prueba modificada se logra a base del peso del martillo (4.530 Kg), y altura de caída de 45.72 cm.

En el método "A" se coloca el suelo en 5 capas y se dan 25 golpes por capa. En el "B" se coloca el suelo también en 5 capas y se dan 56 golpes por capa. En el "C", el número de capas es de 5 y el de golpes por capa es de 25, en el "D" se usan 5 capas con 56 golpes por capa.

2.- PRUEBAS PARA DETERMINAR LAS PROPIEDADES MECANICAS DE LOS MATERIALES QUE SE UTILIZAN EN LA CONSTRUCCION DE PAVIMENTOS.

A fin de disponer de la información necesaria acerca de las propiedades mecánicas de los materiales, es indispensable realizar algunas pruebas especiales dentro de la tecnología de pavimentos, como son las siguientes:

- A) LA DE VALOR RELATIVO DE SOPORTE. (VRS).
- B) PRUEBAS DE PLACA.
- C) PRUEBAS TRIAXIALES.

A) PRUEBA DE VALOR RELATIVO DE SOPORTE. (VRS) :

Esta prueba ya ha sido discutida en los incisos anteriores.

B) PRUEBAS DE PLACA.

Esta prueba se hace en el sitio para valuar la capacidad portante de las subrasantes, las bases y los pavimentos completos. Consiste en cargar una placa circular comunmente de 30 pulgadas, la cual se apoya directamente en el terreno teniendo , por otra parte una estructura de reacción que puede ser un vehículo cargado , tal como se muestra en la figura. IL3

Para la prueba se emplean gatos hidráulicos y por otro lado un sistema de fijación de extensómetros, colocados en un puente cuyo apoyo se encuentra alejado de la zona de influencia de la carga.

Con esta prueba se obtiene el módulo de reacción k , que es la relación entre la presión aplicada P y la deformación medida Δ , como se indica a continuación

$$k = \frac{P}{\Delta}$$

A fin de tener un instrumento teórico para interpretar esta prueba, se considera que, de acuerdo a un análisis de Burmister, el desplazamiento elástico en la superficie es.

$$\Delta = 1.5 F \frac{Pr}{E_2}$$

dondé:

- P : presión
- F : factor adimensional que depende de E_1 / E_2 y de h / r
- h : espesor primera capa.
- r : radio de la placa
- E_2 : módulo de la segunda capa semi infinita.

Como se ve , el desplazamiento delta en el centro de la placa depende del radio de ésta. La prueba, por tanto, carece de valor intrínseco, por dicha dependencia , pero sirve como parámetro comparativo entre diferentes suelos. En especial sirve para la aplicación de las fórmulas de Westergaard en el diseño de pavimentos rígidos.

El procedimiento a seguir en esta prueba, consiste en aplicar la carga por incrementos, de tal manera que se obtenga un número adecuado de puntos para construir la gráfica P v Δ , del orden de 10 puntos, antes de que se presenten grandes deformaciones plásticas.

C) PRUEBAS TRIAXIALES.

Por lo que se refiere a estas pruebas cabe decir que son muy semejantes a las comunmente empleadas en mecánica de suelos. En general se parecen a la prueba rápida. Existen varias de ellas, como son la de Texas, la de Kansas, etc, las cuales tienen diferentes variantes. Por ejemplo, la de Texas, tiene un detalle especial en el curado, en el cual se reproducen las condiciones climáticas más desfavorables, que se espera se presenten en la vida del pavimento. Por su parte, en el estado de Kansas, se mide el módulo de deformaciones de un espécimen de suelo de 10 cm, de diámetro previamente saturado. Asimismo, en California, Hveem desarrolló otra Triaxial, donde se mide la relación entre las presiones verticales comunicadas al espécimen y las horizontales transmitidas por éste, al no permitir deformación horizontal, por estar confinado en un molde cilíndrico indeformable.

ZONAS DE ESPECIFICACIONES GRANULOMETRICAS

ABERTURA EN MILIMETROS

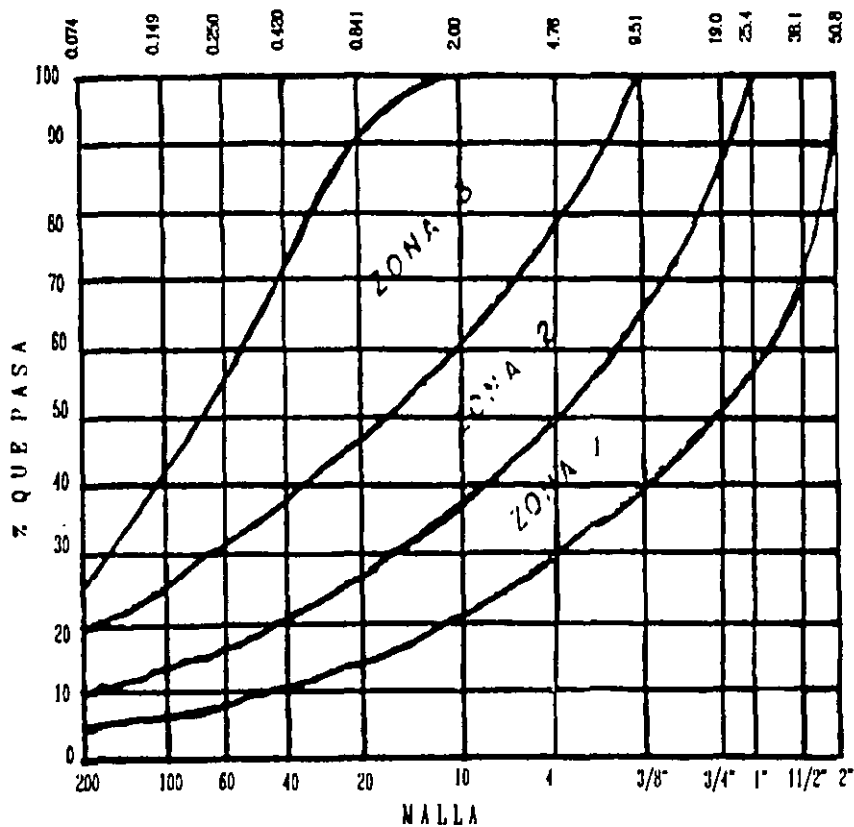


FIG II-1

OBSERVACIONES: Peso específico seco máximo $\gamma_{c_{max}} = 1511 \text{ Kg/m}^3$. Humedad óptima $w_o = 22.9\%$

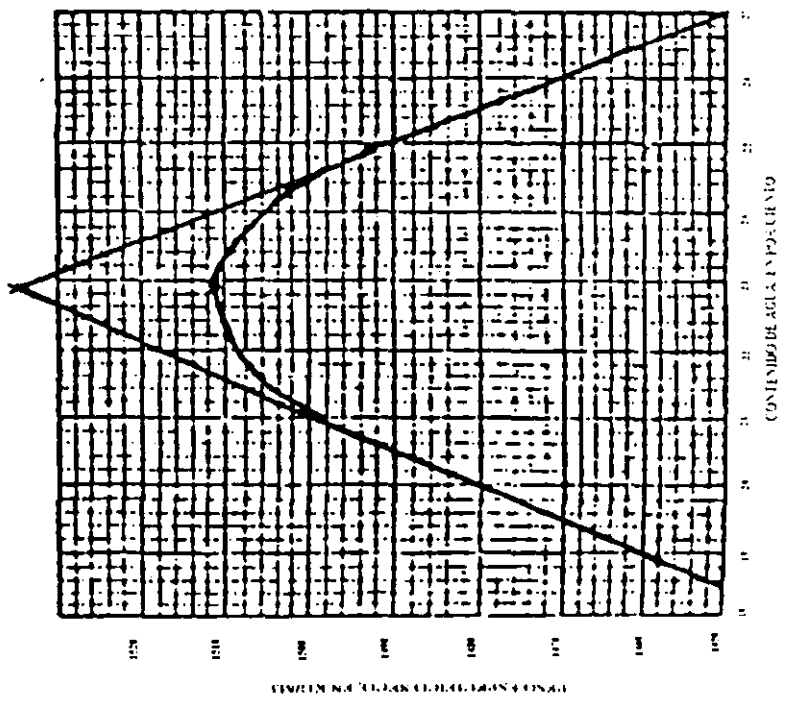


FIG III-2

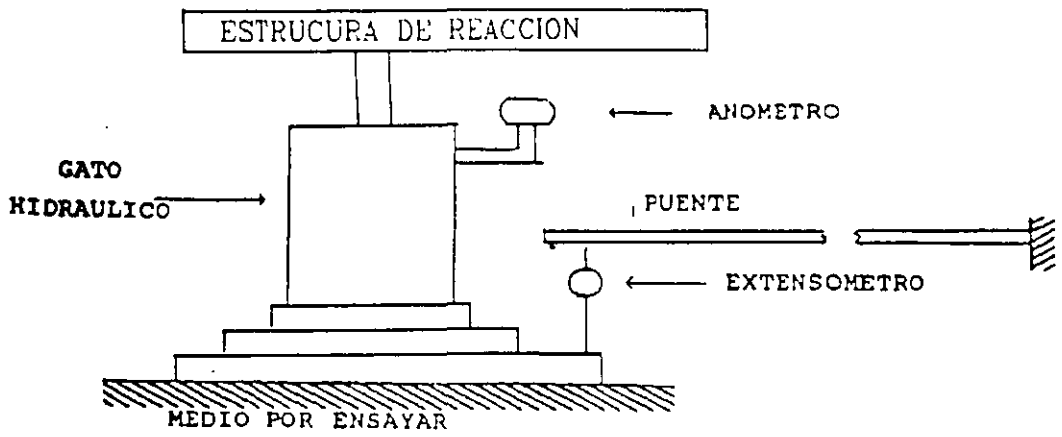


FIG II-3

CAPITULO III.

DISEÑO DE LOS PAVIMENTOS.

1.- GENERALIDADES.

Como ya se ha mencionado, un pavimento es la capa o conjunto de capas entre la subrasante y la superficie de rodamiento, las cuales se colocan con el fin de reducir el nivel de esfuerzos que llegan al terreno natural a un valor tolerable por éste y al mismo tiempo dar una superficie de tracción adecuada a los vehículos.

Para lograr la función anterior existen diferentes tipos de pavimentos : rígidos y flexibles, lo cual constituye dos estrategias diferentes para lograr los objetivos mencionados, de acuerdo al tipo de terreno que se tenga, disponibilidad de materiales y otros factores. Además , existen pavimentos semirígidos, que consisten en un pavimento flexible cuya base está adicionada con cemento; o sea , es una alternativa mixta que combina ventajas de ambos y que puede resultar adecuada a ciertas situaciones.

Recordando lo que se ha dicho antes en otros temas, las funciones básicas de un pavimento son :

- 1º) Constituir una superficie de rodamiento buena y resistente, con fricción adecuada.
- 2º) Tener resistencia y características mecánicas convenientes para soportar cargas sin deformaciones excesivas.
- 3º) No transmitir cargas intolerables a la subrasante.

2.- DEFINICION DE SECCION ESTRUCTURAL DEL PAVIMENTO.

Hasta los años setentas se consideraba que todas las capas que quedaban arriba de la capa subrasante, formaban al pavimento y que no formaban parte del mismo, la capa subrasante, ni el terreno natural; por esta razón era muy común que un grupo de ingenieros se encargaba del diseño geométrico que incluyen las terracerías y otro grupo se dedicaba al diseño del resto de las capas. La experiencia ha demostrado que se puede tener un pavimento muy bien formado desde la capa subrasante, con los mejores materiales y el mejor control de calidad al construirse pero el hecho de tener unas terracerías inestables puede fallar, por lo cual ahora se habla de sección estructural del pavimento, la que está formada por el terreno natural, el cuerpo del terraplén, la capa subrasante y las diferentes capas que constituyan lo que anteriormente se conocía como pavimento: subbase, base y carpeta, incluyendo el riego de sello. Es importante señalar que en algunas secciones estructurales de pavimento, pueden no requerirse de algunas de las capas antes mencionadas.

3.- FUNCIONES DE LA SECCION ESTRUCTURAL DEL PAVIMENTO.

La sección estructural del pavimento debe ser una estructura que proporcione una superficie de rodamiento de color y textura apropiados, resistente a la acción del tránsito, intemperies y otros agentes erosivos o perjudiciales debe de transmitir a las terracerías y al terreno natural los esfuerzos producidos por las cargas impuestas por el tránsito, de tal forma que no sobrepasen los esfuerzos que resisten las diferentes capas si llegan a la falla.

En otras palabras, la sección estructural debe tener las siguientes funciones:

- 1º) Proporcionar la textura apropiada al rodamiento.
- 2º) Resistir la acción de las cargas propiciadas por el tránsito tanto en su magnitud como en su intensidad, sin sufrir cambios volumétricos o llegar a la falla.
- 3º) Ser estable ante los agentes del intemperismo.
- 4º) Reunir las condiciones adecuadas de permeabilidad para no disminuir la resistencia de alguna de sus capas.
- 5º) Minimizar tanto los gastos de construcción (costo inicial), como los de conservación y operación para la vida útil a la que fue diseñado el pavimento.
- 6º) Proporcionar el usuario un tránsito seguro, cómodo y económico.

4.- ESTRUCTURA DE PAVIMENTOS FLEXIBLES Y RIGIDOS.

Objetivo:

Analizar y discutir los criterios para determinar la sección estructural de un pavimento.

Un pavimento es una estructura que sirve de apoyo para el tránsito vehicular. Está compuesto por diversas capas superpuestas, las cuales están constituidas por distintos materiales, cumpliendo, en conjunto, la función de proporcionar soporte a los vehículos.

Los pavimentos se clasifican en dos grandes grupos, a saber: pavimentos flexibles y pavimentos rígidos. Se consideran pavimentos flexibles aquellos que están formados por una capa superior delgada, en general de tipo asfáltico, apoyada sobre una base, una subbase, una subrasante y una terracería. La figura III.1 ilustra este tipo de pavimentos.

Los pavimentos rígidos, por su parte, están constituidos por una losa de concreto hidráulico, la cual debe estar apoyada en una subbase. La figura III.2 muestra un perfil de un pavimento rígido.

Cabe aclarar que las capas indicadas en las figuras. III.1 y III.2, corresponden a pavimentos típicos con tránsito de moderado a alto. Si el tránsito es bajo se pueden suprimir una o más capas. Por ejemplo, en un camino de segundo orden, con tránsito bajo, se puede suprimir la capa de subbase de la figura III.1. Cuando existe buen terreno de cimentación, y se trata de un tramo de corte de camino, puede ser necesaria únicamente la capa de base en un pavimento flexible, o la capa de subbase en un pavimento rígido.

Si bien en general se acepta la clasificación anterior para distinguir a los pavimentos, la principal diferencia entre un pavimento rígido y uno flexible radica en la forma como cada uno de ellos distribuye el esfuerzo que le produce el tránsito vehicular sobre las capas que lo subyacen. En el caso de un pavimento rígido, la losa de concreto, por su rigidez, es la que toma la mayor parte de la carga que recibe el pavimento en su conjunto.

La función de la base en este tipo de pavimentos es, además de proporcionar asistencia al conjunto, detener el flujo de agua ascendente que proviene de las capas inferiores, debido principalmente al fenómeno de capilaridad; esto es importante porque la presencia de agua inmediatamente bajo la losa de concreto, merma considerablemente la funcionalidad y resistencia de la misma. Otra finalidad de la capa de subbase es la de absorber las contracciones y expansiones de la terracería o del terreno natural.

Muy distinto es el caso de los pavimentos flexibles, donde la delgada capa de asfalto, si bien toma parte de las solicitaciones, también deja que las demás capas trabajen cargando parte de la carga total que recibe la estructura. En este sistema, cada una de las capas aporta resistencia al conjunto del pavimento, además de cumplir con las funciones de romper el flujo ascendente y controlar los movimiento de expansión y contracción del terreno natural y de la subrasante.

Desde el punto de vista de las distintas capas que constituyen un pavimento, se puede decir que su calidad, en lo relativo a su resistencia y su grado de compactación, es función de su ubicación de arriba hacia abajo, siendo necesaria una mejor calidad mientras más arriba (más superficial) esté localizada una capa.

La razón de lo anterior radica en que los esfuerzos provocados por las llantas de los vehículos que transitan sobre el pavimento, van disminuyendo con la profundidad, siendo entonces mayores en las capas más superficiales y menores conforme la capa en cuestión es más profunda. Así pues, las capas superiores requerirán tener mayor resistencia y menor deformabilidad, porque estarán sujetas a mayores esfuerzos, razón por la cual deben ser de mejor calidad.

Otro aspecto a tomar en cuenta es el relativo a la permeabilidad. Si pensamos que un pavimento estará sujeto a flujo de agua ascendente, que le generará una baja en su resistencia e incluso un peligro de falla, se evidencia la necesidad de que las capas del pavimento contribuyan a evitar dicho flujo, "rompiendo la capilaridad", para que no lleguen a formarse baches ni a soltarse el material.

5.- CONSIDERACIONES TEORICAS RELATIVAS A LA DISTRIBUCION DE ESFUERZOS Y DEFORMACIONES EN PAVIMENTOS FLEXIBLES Y RIGIDOS.

OBJETIVO : se conocerá la influencia de las cargas de tránsito en la sección estructural de los pavimentos.

1°) Introducción : Toda obra de ingeniería se puede analizar desde dos puntos de vista :

- A) Mediante el criterio de resistencia. En este caso se busca que los esfuerzos actuantes sean menores que los esfuerzos resistentes del material.
- B) Mediante el criterio de deformación. En este caso se busca que las deformaciones que sufra una estructura no sean excesivas, ya que si esto ocurriese, la estructura podría verse afectada en su funcionamiento.

En caso de las estructuras de pavimentos, lo anterior también es válido, pero se da a través de la superficie de rodamiento. El paso de vehículos incrementa los esfuerzos en las diferentes capas de un pavimento, lo que a su vez provoca diversos tipos de deformaciones en el mismo.

En un pavimento debe revisarse que no se presente la falla o colapso del mismo bajo la acción de la máxima carga que soportará durante su vida útil. La ruptura de un pavimento flexible o rígido puede ocurrir debido a los esfuerzos de tensión ocasionados por la carga de una rueda, o bien, se puede presentar una falla por resistencia al corte en las diferentes capas de un pavimento.

La acción de las llantas de los vehículos produce deformaciones elásticas y deformaciones permanentes, teniendo estas últimas la característica de que se van acumulando durante la vida útil del pavimento.

En el tema 3.2 y 3.3 se ve cómo calcular los esfuerzos de la estructura de los pavimentos, ya sean flexibles o rígidos, para que soporten las diferentes acciones de carga que se presentan en estos.

6.- CAPAS QUE CONSTITUYEN UN PAVIMENTO FLEXIBLE.

Ahora bien, entrando en detalle, podemos decir que un pavimento flexible está formado, generalmente, por las siguientes capas de abajo hacia arriba:

- 1*) **TERRACERIA.**- En general esta capa es producto del corte del terreno natural que existe en el sitio en cuestión, y de su posterior colocación en el cuerpo del terraplén, salvo en los casos en los cuales dicho terreno natural está formado por arcillas expansivas o por enrocamientos.

El grado de compactación acostumbrado en esta capa es de 85% a 90% de su γ_d máxima de la Prueba Proctor Standar (PPS), con el fin de que se garantice una resistencia adecuada para el pavimento en su conjunto.
- 2*) **SUBRRASANTE.**- Esta capa está constituida, al igual que la anterior, por el terreno natural (con las mismas salvedades en los casos de arcillas expansivas y de enrocamiento). Usualmente se le dan espesores de aproximadamente 30 cm y su grado de compactación varía entre 90% y 95% de su γ_d máximo (PPS).
- 3*) **SUBBASE.**- Debe estar constituida por un material cuyo símbolo SUCS sea SW o GW, con el fin de que sea capaz de aportar la resistencia requerida para el buen funcionamiento del pavimento. Su espesor mínimo es de 15 cm y su compactación podrá fluctuar entre 95% y 100% de su γ_d máximo (PPS).
- 4*) **BASE.**- Al igual que la capa anterior, la base debe ser de un material granular bien graduado (SW o GW), su espesor nunca será menor de 15 cm y su compactación estará entre 95% y 100% de su γ_d máximo (PPS).
- 5*) **CARPETA ASFALTICA.**- Su composición se tratará con amplitud en el capítulo de asfaltos. Su espesor mínimo es de 5 cm, siendo frecuente que esta capa tenga espesores de 7 a 10 cm para garantizar la resistencia adecuada al pavimento.

7.- CAPAS QUE CONSTITUYEN UN PAVIMENTO RIGIDO.

En el caso de los pavimentos rígidos las capas que los constituyen son las siguientes:

- 1*) **TERRACERIA.**- Generalmente está formada por el terreno natural, exceptuando los casos en los cuales dicho terreno es de arcillas expansivas o de enrocamientos. El grado de compactación que se acostumbra dar a esta capa es de 85% a 90% de su γ_d máximo para garantizar la resistencia del pavimento.
- 2*) **BASE O SUBBASE.**- Constituidas por materiales cuya clasificación SUCS sea GW o SW y con una compactación de 95% a 100% de su máximo y su espesor mínimo de 12 cm.
- 3*) **LOSA DE CONCRETO HIDRAULICO.**- Las especificaciones de esta capa se tratan con amplitud en el capítulo referente a pavimentos rígidos. Generalmente, su espesor es de 10 cm.

Respecto a la falla de los pavimentos, se puede hacer una distinción entre dos tipos fundamentales de falla: la falla ESTRUCTURAL, que consiste en una ruptura de la estructura del pavimento, debida al colapso de una o varias de las capas que lo constituyen, lo cual hace imposible que el pavimento cumpla con su cometido y la falla FUNCIONAL, la cual consiste en que el pavimento sufre deformaciones y colapsos tales, que se hace incomodo o imposible el tránsito vehicular sobre el mismo. Esta falla puede o no estar acompañada de una falla estructural.

En conclusión puede decirse que los pavimentos están formados por distintas capas, una sobre otras, las cuales tendrán una calidad que será función de su ubicación, siendo mayor arriba y disminuyendo conforme se baja. La función estructural de las distintas capas del pavimento será resistir las cargas impuestas por el tránsito vehicular y evitar el flujo de agua ascendente, que puede favorecer las fallas en el pavimento.

Una última aclaración: en los comentarios de los párrafos anteriores estamos considerando que el terreno de cimentación no afecta en forma importante el comportamiento del pavimento. En este sentido, es necesaria la realización de estudios geotécnicos (o de mecánica de suelos), para tomar las medidas pertinentes a fin de que las características del suelo de cimentación no influyan en el comportamiento del pavimento. Así, por ejemplo, si el terreno de apoyo es una arcilla de carácter expansivo, el pavimento tendrá problemas de fuertes deformaciones por este fenómeno; si el suelo de cimentación del pavimento es una arcilla altamente comprensible, pueden presentarse asentamientos importantes del cuerpo del terraplén, afectando de manera significativa el pavimento. Por lo tanto, el diseño de un pavimento debe ir siempre precedido de un buen estudio geotécnico o de mecánica de suelos.

8.- ASPECTO IMPORTANTE QUE SE DEBERA TOMAR EN EL DISEÑO DE LA SUBBASE Y LA BASE.

En cuanto a subbase y base, en general las normas son adecuadas, excepto que para la base no se debe usar material cuya curva granulométrica caiga dentro de la zona 3 de la curva granulométrica mostrada en el figura III.3, y que debe abandonarse la práctica de adicionar finos a la subbase y la base, con el objeto de "cementarlas", puesto que al llevar a cabo este procedimiento, se ven disminuidas las características de calidad y resistencia de los agregados y sus finos inertes.

9.- CARPETAS ASFALTICAS.

OBJETIVO: Es conocer las funciones de las carpetas asfálticas, los tipos de carpeta que existen y sus normas de calidad y resistencia.

1*) FUNCIONES DE LAS CARPETAS ASFALTICAS.

Los vehículos ruedan sobre la superficie de la carpeta asfáltica. Entre las funciones de esta capa del pavimento están las siguientes :

Soportar los efectos del tránsito, relativas a su magnitud y a las repeticiones de la carga.

Contar con una textura y color apropiados, es decir, ser antiderrapante y antideslumbrante.

Tener resistencia estructural, como se verá más adelante.

Reunir ciertas características de impermeabilidad y sin excederse en asfalto.

Debe ser uniforme tanto en sentido longitudinal como transversal teniendo la pendiente que especifique el proyecto a lo largo de su vida útil

Ser flexibles.

Las carpetas de los pavimentos flexibles están formadas por una mezcla de materiales pétreos y asfálticos en ciertas proporciones y con determinadas características. Como se verá más adelante, la mezcla producida se coloca sobre la base, se extiende y se compacta.

2°) ASFALTO.

Asfalto.- Es el material de color oscuro . Tiene la característica de aglutinar los materiales pétreos y esta compuesto esencialmente de hidrocarburos, se emplea como ligamento o aglutinante de los materiales pétreos para formar las carpetas. Tiene propiedades especiales, pues se licúa gradualmente al calentarse, es decir, se comporta como fluido. Es altamente adhesivo, es decir, cementa a los materiales pétreos que forman la carpeta, o sea tiene un comportamiento semisólido y a temperaturas ordinarias se comporta como matriz sólida que imparte flexibilidad a la superficie de rodamiento.

3°) ORIGEN DEL ASFALTO.

El asfalto en forma industrial, forma parte integrante de muchos petróleos crudos que, al refinarlos y separar las fracciones volátiles mediante un cierto proceso, produce, como uno de sus residuos el asfalto oxidado

Las proporciones de éstos son variables y al procesarlo nuevamente se obtienen los cementos asfáltico número 3, 6, 7 y 8, si a éstos se les agrega solventes se obtienen los asfaltos rebajados.

Además de que el asfalto actúa como cementante, es impermeable y durable. También es resistente a los álcalis, ácidos y sales.

El asfalto, al calentarse y ser licuado, se puede disolver en los derivados del petróleo o ser emulsificado con agua.

Los asfaltos se pueden encontrar en depósitos naturales, pero esto es poco frecuente que suceda.

La figura III.4 representa esquema del tratamiento del petróleo para obtener los diversos productos asfálticos.

4°) CEMENTO ASFALTICO.

Existen varios tipos de cementos asfálticos; el ofrecido en la República Mexicana es el cemento asfáltico N° 6. Las normas SCT. a las que están sujetos los distintos tipos de cementos asfálticos se muestran en la tabla III.1.

Analizando nuevamente la figura. III.4., se puede ver que los Asfaltos rebajados son el producto de la mezcla del cemento asfáltico con las fracciones ligeras del petróleo, denominadas solventes o diluentes, como se indica a continuación.

A) REBAJADOS ASFALTICOS.

- 1.- **Asfaltos rebajados de Fraguado Rápido (FR).**
Son los materiales asfálticos líquidos, compuestos de un cemento asfáltico y un disolvente del tipo de la nafta o gasolina
- 2.- **Asfaltos rebajados de Fraguado Medio (FM).**
Son los materiales asfálticos líquidos compuestos de un cemento asfáltico y un disolvente del tipo del queroseno.
- 3.- **Asfaltos de Fraguado Lento (FL).**
Son los materiales asfálticos líquidos, compuestos de un cemento asfáltico y un disolvente de baja volatilidad o aceite ligero.

Las temperaturas con las que se deben preparar los productos asfálticos para formar las carpetas, varían de 20° C. a 160° C. Según tablas registradas por la S:C:T:

B) EMULSIONES ASFALTICAS.

Son los materiales asfálticos líquidos estables, formados por dos fases no mezclables, en los que la fase continua de la emulsión está formada por agua y la base discontinua por pequeños glóbulos de asfalto.

Dependiendo del agente emulsificante, las emulsiones asfálticas pueden ser: aniónicas, si los glóbulos de asfalto tienen carga eléctrica negativa o catiónicas, si los glóbulos asfálticos tienen carga eléctrica positiva.

Estas emulsiones pueden ser de rompimiento rápido, medio y lento.

Los glóbulos de asfalto son de tamaño coloidal (2 micras) y para preparar las emulsiones se usan mezcladoras de alta velocidad o molinos coloidales.

Las emulsiones asfálticas en general no requieren calentamiento, se aplican de 5° C. a 40° C.

Sus riegos no deberán aplicarse cuando la temperatura ambiente sea menor de 5° C., o si la velocidad del viento es tal que impida la aplicación uniforme.

C).- LA ADHESIVIDAD DE LOS MATERIALES ASFALTICOS.

Adhesividad.- Lo que debe lograr entre los agregados pétreos y el asfalto es la adhesividad, que se define como la propiedad del asfalto de pegarse al agregado pétreo y mantener esta condición ante cualquier agente externo, incluyendo la presencia del agua.

D) ADITIVOS PARA MEJORAR LA ADHERENCIA.

Por lo antes mencionado, las mezclas asfálticas se deben diseñar para que la adherencia entre el agregado pétreo y el asfalto, aún con la presencia del agua, se mantenga, pues de otra forma, al perder adherencia, se propicia el desprendimiento de partículas y se originan fallas en la superficie de rodamiento y posteriormente en la estructura del pavimento.

Lo anterior sucede en los materiales pétreos hidrófilos, para cambiar este comportamiento se tienen, entre otras, las siguientes alternativas :

Modificación de las propiedades adhesivas del asfalto con el uso de agentes tenso-aditivos que disminuyen la tensión superficial agua-agregado pétreo.

Cambio de las propiedades superficiales del pétreo con la adición de una solución cemento tipo Portland agua o cal-hidratada-agua, generalmente conocidos como "fillers".

Existen normas manejadas por la S.C.T., a las que los asfáltos están sujetos y que tienen por objeto garantizar que su comportamiento mecánico sea adecuado.

5º) MEZCLAS ASFÁLTICAS.

Las mezclas asfálticas, son el producto de la incorporación y distribución uniforme de un material asfáltico en un pétreo, y se clasifican de la siguiente manera :

A) Mezclas frías.

a) Mezclas frías con asfaltos rebajados.

Son aquéllas elaboradas con asfaltos rebajados y con emulsiones asfálticas, comúnmente llamadas mezclas en el lugar o en plataforma.

Se hacen en el lugar, incorporando los agregados con el cementante, en frío . El cementante usa gasolina como solvente. Esta mezcla se puede transportar a la temperatura ambiente, si ésta no es muy baja y los agregados pétreos deben sujetarse a cierta granulometría.

El asfalto rebajado usado normalmente es el de **fraguado FR-3** , que contiene 73% de residuos y 27% de solventes.

Las mezclas frías, según las especificaciones, solo se deben emplear como carpetas cuando el tránsito promedio diario anual es menor a 1,000 vehículos pesados diarios. También se pueden emplear en bacheos, reconstrucciones en tramos aislados y sobre carpetas, aunque actualmente no se recomienda su uso. En este caso, su tendido se hace con motoconformadora y su acabado es defectuoso.

b) Mezclas frías con emulsiones.

Se dividen en aniónicas y catiónicas..

Para ser la mezcla, se incorpora el material pétreo a la emulsión, la cual dependiendo de la carga eléctrica que tenga (aniónica o catiónica) permitirá el acercamiento de los pétreos con el cementante (globulos de cemento asfáltico, expulsando el agua que antes los separaba y formando así una estructura de agregados y cemento asfáltico número 6 , que constituye la mezcla. Al momento en que se expulsa el agua, se le llama rompimiento de la emulsión, es entonces cuando debe iniciarse la compactación de la carpeta.

Dichas mezclas pueden hacerse en camellones o en máquinas revolventoras, y se usan en carpetas de caminos con poco tránsito, en bacheos y en lugares lluviosos o húmedos donde se hace difícil el empleo de asfaltos rebajados. El material asfáltico más usado es del tipo **RM-2** .

Las mezclas que se elaboran con asfaltos rebajados o emulsiones, deberán cumplir con ciertas Normas que cumplan, por el procedimiento de pruebas de compresión sobre cilindros sin confinar, las cuales se realizan a la temperatura ambiente. Sin embargo, en mezclas sujetas a temperatura ambiente del orden de 40° C. la prueba realizada en el laboratorio puede no ser totalmente representativa de lo que sucede en la realidad.

B) Mezclas en caliente

Mezclas elaboradas en planta.

Son las mezclas de agregados pétreos y cemento asfáltico hechas en caliente. Para que estas mezclas sean adecuadas debe cuidarse que los agregados tengan la dureza, forma y distribución de tamaños adecuados, así como que se cumpla con la norma de afinidad con el cemento.

El cemento asfáltico usado en México es el número 6.

La mezcla, como tal, debe cumplir con ciertas características de resistencia, durabilidad y textura.

Es necesario buscar la proporción adecuada entre los agregados pétreos y el cemento asfáltico; esto se logra en el laboratorio por medio de la prueba Marshall para obtener el contenido óptimo de asfalto.

La elaboración de estas mezclas se hace, como su nombre lo indica, en plantas, ya sean continuas o discontinuas (llamadas también batch).

La elaboración del concreto asfáltico para carpetas requiere pétreos de tamaño máximo de 25.4 mm (1"); sin embargo, se ha visto que las carpetas de concreto asfáltico funcionan mejor con tamaño máximo de agregado de 19.0 mm (3/4").

El concreto asfáltico debe cumplir las normas establecidas para el procedimiento Marshall.

Además, el material pétreo usado para elaborar concreto asfáltico para carpetas deberá tener afinidad con el asfalto, granulometría de contracción lineal máxima de 2% , desgaste medido con la prueba de los Angeles de 40% máximo, equivalente de arena 55% mínimo y forma de las partículas alargadas o en forma de laja de 35% máximo. Por ejemplo, si al triturarse el material se lajea (como es el caso de algunas calizas) , se le debe agregar un aditivo para que cumpla con las normas de adhesividad. Otro caso sucedería cuando el agregado pétreo no produjera una reacción total con el aglutinante.

C) Carpetas de riegos.

Estas carpetas se hacen con la colaboración de un riego de asfalto en caliente y encima un riego de material pétreo y sirven para caminos con tránsito menor de 1,000 vehículos pesados diarios. Actualmente se acostumbra dar a la superficie de rodamiento o carpeta, un riego llamado "de sello" , que es una carpeta de un riego y es la capa de desgaste que proporciona la textura y color adecuados para dar seguridad y comodidad al usuario . Además "impermeabiliza" la superficie de la carpeta.

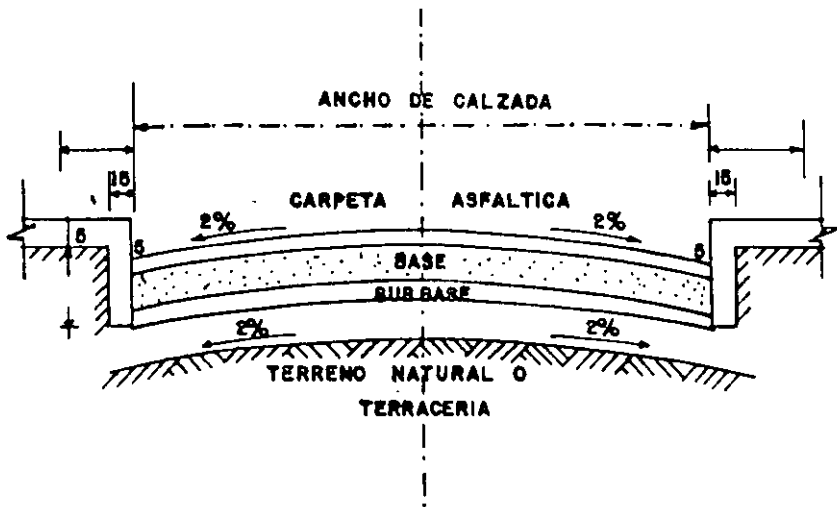
Existen carpetas de uno, dos y tres riegos, en donde para cada riego se usa material pétreo diferente.

Como el asfalto y el agua no son mezclables, si la llanta rueda directamente sobre el asfalto con agua se produce una superficie resbalosa, por lo que es necesario que las llantas rueden sobre el material pétreo .

Esto se logra con una proporción adecuada entre el material pétreo y asfalto, hundiendo la gravilla 2/3 de su tamaño en el material asfáltico, en el caso de un riego de sello.

Como una norma a seguir, cuando el tránsito diario en ambos sentidos sea mayor a 1,000 vehículos pesados, se hará uso de mezclas con cemento asfáltico denominadas carpetas de concreto asfáltico.

SECCION DE PAVIMENTO FLEXIBLE



Terreno natural compactado al 90%

AVENIDA PRINCIPAL

FIG. III-1

ZONAS DE ESPECIFICACIONES GRANULOMETRICAS

ABERTURA EN MILIMETROS

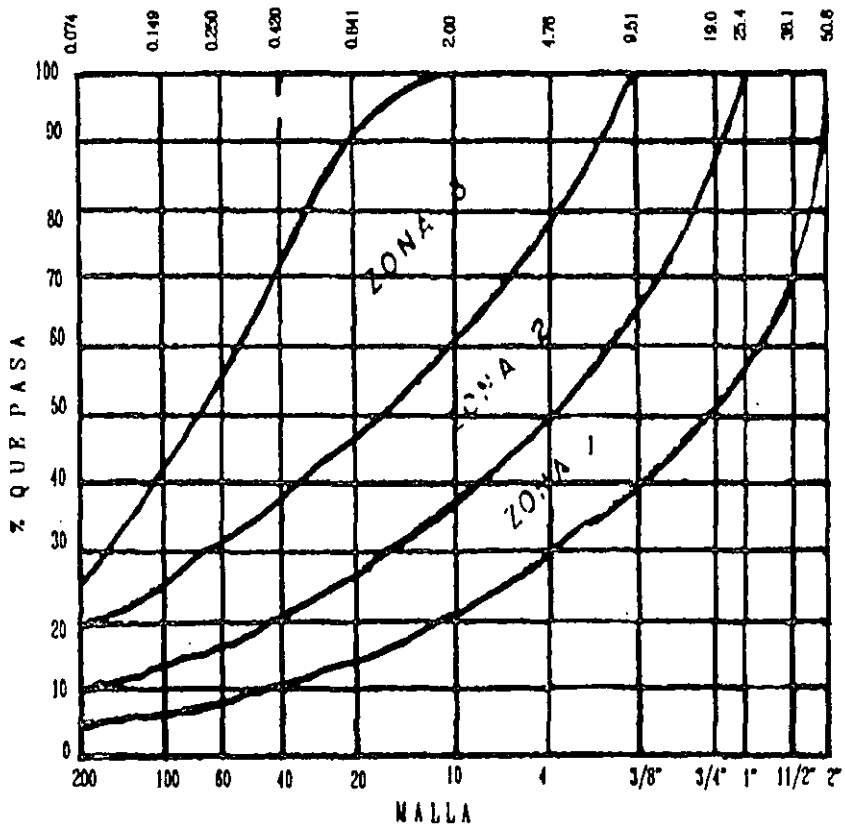


FIG III-3

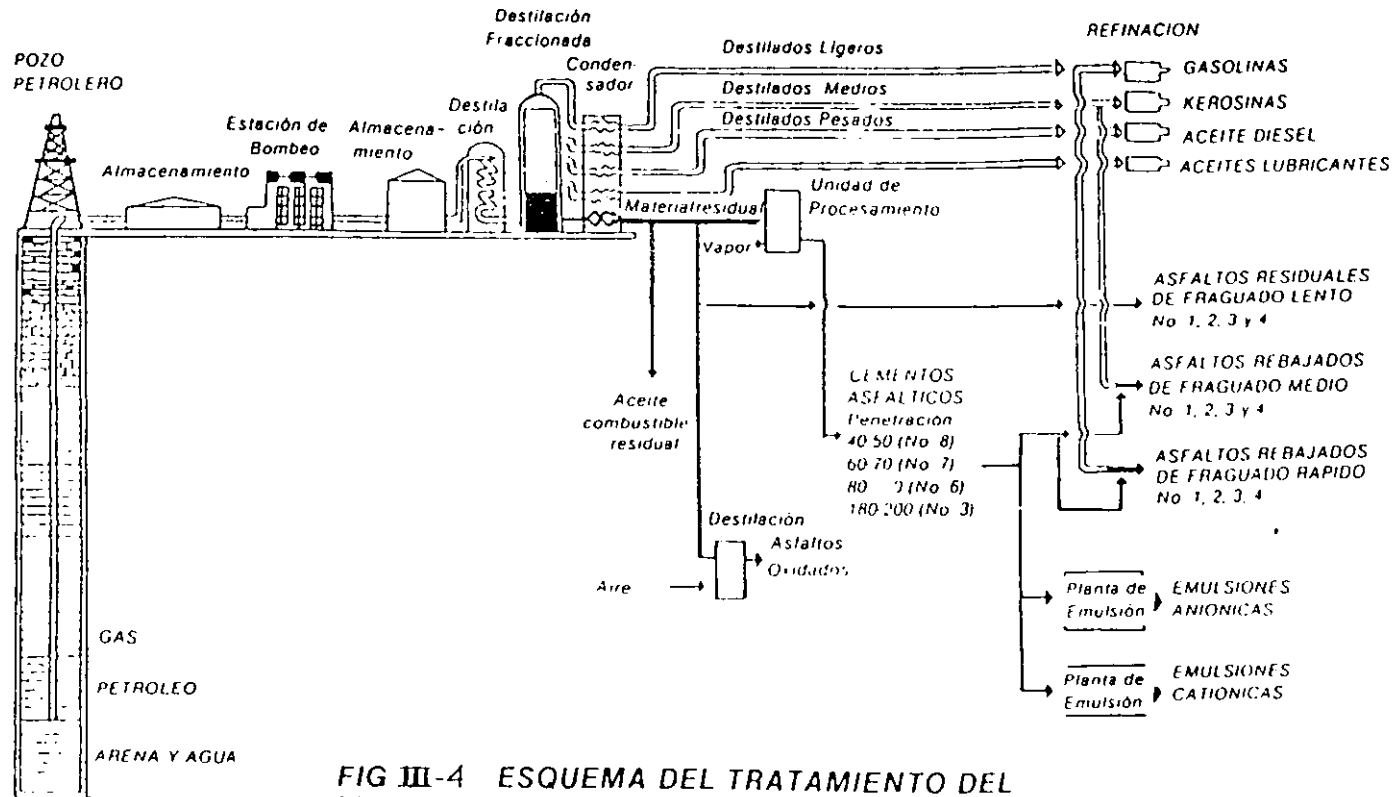
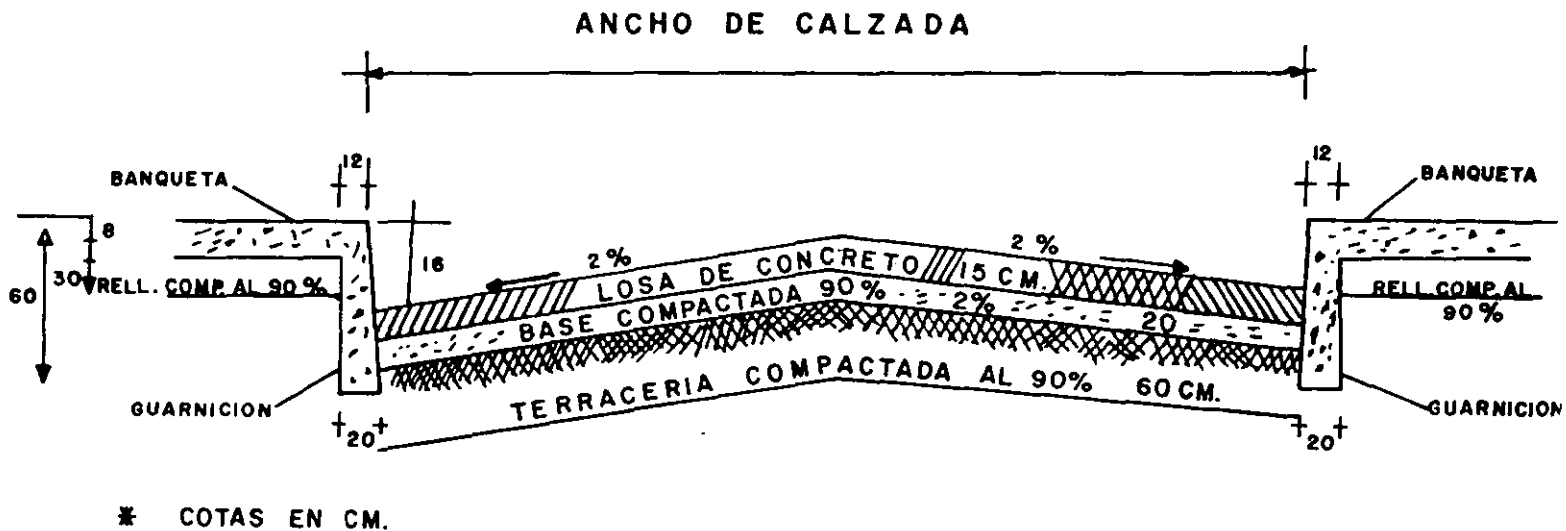


FIG III-4 ESQUEMA DEL TRATAMIENTO DEL PETROLEO PARA OBTENER LOS DIVERSOS PRODUCTOS ASFALTICOS



SECCION DE PAVIMENTO RIGIDO

FIG. III-2

NORMAS DE CALIDAD PARA CEMENTOS ASFALTICOS

| CARACTERISTICAS | GRADO DEL CEMENTO ASFALTICO | | | |
|--|-----------------------------|--------|-------|-------|
| | NUM 3 | NUM. 6 | NUM.7 | NUM.8 |
| Penetración, 100g, 5seg, 25°C. grados | 180-200 | 80-100 | 60-70 | 40-50 |
| Viscosidad Saybolt-Furol a 135°C.seg, mínimo | 60 | 85 | 100 | 120 |
| Punto de inflamación (copa abierta de Cleveland), °C mínimo | 220 | 232 | 232 | 232 |
| Punto de reblandecimiento, °C | 37-43 | 45-52 | 48-56 | 52-60 |
| Ductilidad, 25°C,cm,mínimo | 60 | 100 | 100 | 100 |
| Solubilidad en tetracloruro de carbono, %, mínimo | 99.5 | 99.5 | 99.5 | 99.5 |
| Prueba de la película delgada, 50 cm ² , 5h, 163°C: Penetración retenida, por ciento, mínimo | 40 | 50 | 54 | 58 |
| Pérdida por calentamiento, por ciento, máximo | 1.4 | 1.0 | 0.8 | 0.8 |

TABLA III-1

3.1.- DISEÑO DE LOS PAVIMENTOS FLEXIBLES.

OBJETIVO.-

Es el de conocer y aplicar los métodos para dimensionar la sección estructural de pavimentos flexibles.

El diseño estructural de un pavimento flexible debe tomar en consideración los distintos factores que afectan la resistencia de un pavimento. Dichos factores son muy disímiles y van. desde la calidad de los materiales que constituyen las capas del pavimento, hasta los aspectos climatológicos y de variación del nivel freático del terreno en cuestión.

Existen varios métodos para diseñar pavimentos flexibles, utilizando la mayoría de ellos para el cálculo de los espesores de las distintas capas, el valor relativo de soporte (VRS) de los materiales de cada una de estas capas. Estas técnicas utilizan en general lo que se denomina tránsito mezclado, que toma en cuenta la composición del tránsito que circulará por el carril de diseño, a través de los coeficientes de daño que ocasiona cada vehículo en las capas del pavimento. Entre los métodos de diseño de pavimentos está el del Instituto de Ingeniería de la UNAM, el del Instituto de Asfaltos de Norteamérica y el de Tecnología Pórtier modificada. En este trabajo presentamos únicamente el primero, dado que es el que se emplea con mayor frecuencia en nuestro país. Los métodos basados exclusivamente en la intensidad del tránsito, sin distinguir el tránsito mezclado, no deben emplearse, pues conducen a resultados en ocasiones muy del lado de la seguridad y otras veces del lado inclusive arriesgado.

En forma general, puede decirse que en el diseño de un pavimento se debe partir del cálculo del tránsito equivalente acumulado que circulará sobre el mismo (ΣL) para, en función de éste, calcular los espesores equivalentes (z) sobre las capas que constituirán el pavimento, tomando en cuenta el valor relativo de soporte crítico para diseño (VRS_z) que tiene cada una de dichas capas.

A continuación explicaremos detalladamente el procedimiento posteriormente presentaremos un ejemplo resuelto para ilustrarlo

PROCEDIMIENTO :

1.- Cálculo del tránsito equivalente acumulado.

Se define al tránsito equivalente acumulado (ΣL) como el número de aplicaciones de una carga estándar, producida por P tipos de vehículos durante n años. Para calcularlo se utiliza la siguiente expresión

ΣL de = Suma de (EJES EQUIVALENTES para tránsito unitario) X TDPA inicial en el carril proyecto X C_T

$$\Sigma L = (\Sigma EE) \times TDPA \times C_T. \quad (\text{Ecuacion .1})$$

donde:

ΣEE = la suma de los ejes equivalentes para tránsito unitario.

TDPA = volumen de tránsito diario promedio anual en ambas direcciones en el año inicial de operación.

C_T = coeficiente de acumulación del tránsito al cabo de n años de operación, con una tasa de incremento anual de tránsito igual a r .

Ahora bien, ΣEE es la suma del número de ejes sencillos equivalente en ton, tanto para la carpeta y base del pavimento, como para la subbase y la terracería del mismo. Para obtenerlo es necesario tomar en consideración la composición del tránsito, su distribución en vehículos vacíos y cargados (los cuales son datos del proyecto), y los coeficientes de daños en los vehículos vacíos y cargados, tanto para la carpeta y base como para la subbase y la terracería. Estos coeficientes se pueden obtener de las **tablas de cargas máximas de acuerdo con el "Proyecto de actualización del Capítulo XI del reglamento de Explotación de la Ley de Vías Generales de Comunicación, SCT", de México, D.F., 1978 del que colocamos un ejemplo en la tabla III.1.-1.**

La obtención de ΣEE se facilita como se emplea en el ejemplo de la **tabla III.1.2**, la cual permite ordenar los cálculos a realizar.

El **TDPA**, por su parte, es una dato del proyecto que deberá ser proporcionado al calculista.

El cálculo del coeficiente de acumulación del tránsito C_T se realiza mediante la siguiente expresión

$$C_T = \left\{ \left[\frac{(1+r)^n - 1}{r} \right] \right\} 365 \quad (\text{Ecuacion.2}).$$

O bien empleando el nomograma de la **figura III.1.-1**

Con el objeto de ordenar los cálculos a realizar, se puede hacer uso de la **tabla III.1.-2** en ella se proponen distintos pasos, representados en sus renglones y columnas:

En la columna intitulada TIPO DE VEHICULOS se vacían los datos del proyecto, clasificando los vehículos en distintos tipos, según la notación que se emplea en las **tablas de cargas máximas de acuerdo con el "Proyecto de actualización del Capítulo XI del reglamento de Explotación de la Ley de Vías Generales de Comunicación, SCT", de México, D.F., 1978**. Estas mismas tablas servirán posteriormente para obtener los coeficientes de daño

La columna 1, **COMPOSICION DEL TRANSITO**, se obtiene sumando el número de vehículos de los distintos tipos en el carril de proyecto por día y obteniendo la proporción de cada uno de los tipos de vehículo respecto al total.

La columna 2, **COEFICIENTE DE DISTRIBUCION DE VEHICULOS CARGADOS O VACIOS** también es un dato de proyecto. Es importante mencionar que, para cada tipo de vehículo, la suma del coeficiente en la condición de cargado más el coeficiente en la condición de vacío debe ser igual a la unidad

La columna 3, COMPOSICION DEL TRANSITO cargados o vacios, es el producto de la composición del tránsito (columna 1) por su coeficiente de distribución (columna 2).

$$\text{Columnas : } 3 = 1 \times 2$$

Las columnas 4 y 5 representan los COEFICIENTES DE DAÑO , siendo la columna 4 la referente a las capas de carpeta y base y la columna 5 , la referente a la subbase y a la terracería. Los valores de los coeficientes de daño que corresponden a dichas columnas se obtienen de las tablas ya mencionadas de la S.C.T., tomando en cuenta la profundidad esperada, z, de las capas de carpeta y base, así como las de la subbase y terracerías.

Las columnas 6 y 7, que representan el NUMERO DE EJES SENCILLOS EQUIVALENTES EN ton en las capas de carpeta y base (columna 6), y de subbase y terracerías (columna 7), se obtienen multiplicando la composición del tránsito para vehículos vacios o cargados, por los coeficientes de daño.

Así, la columna 6 será el producto de las columnas 3 y 4 . La columna 7 , por su parte, será el producto de las columnas 3 y 5 .

Pasando al renglón 8 de la tabla, el cual corresponde a los EJES EQUIVALENTES PARA TRANSITO UNITARIO (ΣEE) , tenemos que se obtiene sumando los valores de las columnas 6 y 7 .

De acuerdo a lo anterior, la suma de los valores de la columna 6 nos da el valor de la columna 8 para carpeta y base. Asimismo, la suma de los valores de la columna 7 nos da el valor de la columna 8, para subbase y terracería.

El tránsito diario promedio anual (TDPA) en el carril de proyecto, columna 9 , es un dato.

La columna 10, que representa el coeficiente de acumulación del tránsito C_T , se puede obtener, como ya se mencionó, por dos vías:

De la Ecuación 2
$$C_T = \left\{ \left[\frac{(1+r)^n - 1}{r} \right] \right\} 365$$

o en el nomograma de la figura III.1.-1.

Finalmente, el renglón 11 , que representa el TRANSITO EQUIVALENTE ACUMULADO (ΣL), se obtiene multiplicando los renglones 8, 9 y 10

Así pues,
$$\Sigma L = 11 = 8 \times 9 \times 10$$

como una aclaración, para llenar la tabla, conviene mencionar que :

- n = número de años de servicio. Es un dato del proyecto.
- T = tasa de crecimiento anual del tránsito. También es un dato del proyecto, así como el tránsito diario medio anual TDPA.

Una vez conocido el tránsito equivalente acumulado ΣL , se procede a calcular el valor relativo de soporte crítico de diseño para cada una de las capas.

2.- Cálculo del VRS_z .

Antes de proseguir, recordemos que el valor relativo de soporte, VRS , se define como la relación entre las resistencias a la penetración de un material determinado y del material estándar utilizado para dicha prueba.

Físicamente, dicho valor es un índice de la resistencia del suelo (de cada capa del pavimento), a esfuerzos verticales.

Para diseñar un pavimento se utiliza el llamado valor relativo de soporte crítico de diseño, VRS_z . Dicho parámetro se calcula utilizando la siguiente expresión :

$$VRS_z = VRS_z (1 - 0.84 V) \quad (\text{Ecuación 3})$$

Donde :

VRS_z = valor relativo de soporte esperado en el campo bajo condiciones medias. se obtiene a partir de pruebas hechas en el laboratorio, buscando que representen las condiciones de compactación de humedades esperadas en el campo.

V = coeficiente de variación, para tomar en consideración los distintos factores que afectan la resistencia del suelo, tales como el clima, drenaje, procedimientos constructivos y mantenimiento. Dicho factor es fijado por el proyectista en función del tipo de suelo y del grado de confianza que espera de la carretera.

0.84 = coeficiente para un nivel de confianza de 80 % en la estimación del VRS_z

En el caso de la capa subrasante y de la terracería se puede estimar el valor VRS_z . Apoyándose en la en la figura III.1.-2. Dado que la figura se trabaja con valores mínimos del VRS_z , considerando para su obtención las condiciones más favorables, los valores relativos de soporte obtenidos son directamente el VRS_z , siendo innecesario obtener este parámetro por medio de la ecuación arriba mencionada.

Así pues, concluyendo, se obtienen los VRS_z de cada una de las capas de pavimento, ya sea por medio de las gráficas explicadas en el párrafo anterior, o bien por medio de la ecuación.

Con los datos del tránsito, ΣL y de los distintos VRS_z se obtienen los espesores equivalentes sobre cada una de las capas del pavimento.

3.- Cálculo de los espesores equivalentes .

Por último, el espesor equivalente acumulado sobre capa de pavimento se obtiene en las distintas figuras — de la que colocamos como ejemplo la grafica de la figura III.1.-3 , en función del VRS_z , del ΣL y de acuerdo al nivel de confianza Q deseado.

Cabe notar que el espesor equivalente acumulado obtenido en las gráficas anteriores (Z) , es igual al producto :

$$a \quad x \quad d$$

donde : a = coeficiente de resistencia estructural de la capa del pavimento.

d = espesor de la capa de pavimento.

Ahora bien, ya conocidos los espesores equivalentes acumulados SOBRE cada capa, los ESPESORES EQUIVALENTES (sin acumular) de cada capa, se obtienen restando los distintos espesores equivalentes acumulados. Así, el espesor equivalente SIN ACUMULAR de la capa n , se obtendrá de restarle al espesor equivalente ACUMULADO sobre dicha capa, el espesor equivalente ACUMULADO sobre la capa superior a ella es decir :

Espesor equivalente de la capa n = Espesor equivalente acumulado sobre capa n - Espesor equivalente acumulado sobre la capa superior a la capa n .

Teniendo como datos los espesores equivalentes de cada una de las capas del pavimento, se obtienen los espesores REQUERIDOS. Para ello hay que recordar que los espesores equivalentes son el producto de los espesores requeridos (d) por el coeficiente de resistencia estructural (a) .

Por lo anterior para obtener el valor del espesor requerido de cada capa del pavimento, se debe dividir el espesor equivalente de la misma, entre el coeficiente de resistencia estructural. (a) .

El valor del coeficiente de resistencia estructural (a) , por su parte, depende del tipo de material de la capa en cuestión. Cuando dicha capa está cementada adquiere valores mayores que cuando no lo está.

Se recomiendan los siguientes valores para a :

a = 0, para carpeta de riegos.

a ≤ 2, para carpeta de concreto asfáltico.

a = 1, para materiales estabilizados mecánicamente, en bases y terracerías.

Finalmente, los espesores reales se obtienen tomando en cuenta los espesores mínimos establecidos en las especificaciones. Al respecto se puede decir que éstas indican que el espesor mínimo para la carpeta asfáltica es de 4 cm, siendo 12 cm el espesor mínimo para la base.

Resumiendo, el cálculo de los espesores reales de las diferentes capas del pavimento parte de la obtención del espesor equivalente acumulado (a partir de las gráfica de ejemplo de la figura III.1.-3, posteriormente se calculan los espesores equivalentes de cada capa, restando los espesores equivalentes acumulados sucesivos, luego se obtienen los espesores requeridos (dividiendo los espesores equivalentes de cada capa entre el coeficiente de resistencia estructural) y finalmente, los espesores reales se proponen tomando en consideración los espesores mínimos que plantean las especificaciones.

CAUSAS DE FALLAS MAS COMUNES EN PAVIMENTOS FLEXIBLES.

1.- INTRODUCCION.

Una de las preguntas que se debe responder al evaluar un pavimento es la que se refiere a qué es una falla , ya que el hecho de que ésta no ocurra, es un factor fundamental en el diseño de los pavimentos.

Las causas de falla más frecuentes en los pavimentos flexibles, sus manifestaciones exteriores y veremos las medidas adecuadas para corregirlas.

Las fallas, ya sean funcionales, cuando el pavimento ya no puede cumplir con las funciones para lo cual fue proyectado, o estructurales, cuando ha sucedido un daño en una o más de las capas que conforman el pavimento, pueden presentarse en conjunto o por separado. Las principales causas son.

- A) Sobrecarga, alta repetición de las cargas y altas presiones en las llantas.**
- B) Condiciones climáticas y ambientales que conduzcan a irregularidades en la superficie o debilitamiento estructural. Como ejemplo se pueden mencionar el levantamiento por congelación, el cambio de volumen del suelo debido a humedecimiento y secado del mismo, o la desintegración de los materiales del pavimento a causa del congelamiento y deshielo, así como por cambios de humedad.**
- C) Defectos constructivos, como la existencia de baches en la subrasante, que permiten la acumulación de agua y el consecuente debilitamiento de la subrasante una vez que se ha terminado la construcción, el uso de agregados contaminados, o una mala supervisión durante el proceso de construcción.**
- D) Falta de mantenimiento**
- E) Diseño estructural inadecuado**

Las fallas estructurales en pavimentos flexibles pueden deberse a fatiga de la superficie, a compresión o a cortante, desarrollados en subrasante, sub-base, base o superficie.

DIFERENTES TIPOS DE DAÑOS EN LOS PAVIMENTOS FLEXIBLES.

En términos generales, en los pavimentos flexibles se distinguen diferentes tipos de daños:

- A) DAÑOS SUPERFICIALES.**
- B) DAÑOS POR AGRIETAMIENTO.**
- C) DAÑOS POR DEFORMACIONES PERMANENTES.**

A) DAÑOS SUPERFICIALES.

Los que causan zonas lisas en la carpeta, como el desprendimiento del agregado y las zonas lloradas, y el que provoca el deterioro de la carpeta, como la erosión.

El desprendimiento del agregado consiste en la formación de zonas lisas debido a la pérdida de las partículas sólidas que constituyen las carpetas.

La zona llorada, debida a la formación de una película de asfalto en la superficie, producto del ascenso de éste dentro de la carpeta.

Dicha situación se genera cuando la mezcla tiene demasiado asfalto o cuando el asfalto es demasiado suave para el clima.

La erosión se debe al proceso en el que las partículas sólidas de la carpeta asfáltica se van separando poco a poco, comenzando con las más finas y continuando con las de mayor tamaño, causando así el deterioro de la superficie de rodamiento.

B) DAÑOS POR AGRIETAMIENTO.

Agrietamiento o también llamado Piel de cocodrilo. Este daño indica movimiento excesivo, fatiga, o ambos, de uno o más de los estratos que subyacen a la superficie y puede o no ser progresivo. Es un daño que se presenta frecuentemente en pavimentos flexibles construidos sobre bases mal compactadas o subrasantes elásticas.

Fallas de cortante, también llamadas aleatorias. Estas fallas se presentan cuando la estructura del pavimento no tiene suficiente resistencia (cohesión y fricción interna).

Grietas longitudinales. Este tipo de grietas puede ser causado por asentamientos, deslizamiento de taludes adyacentes, cambios volumétricos en el suelo subrasante, acción de la helada o falta de fricción interna en la estructura.

Grietas reflejadas. En ocasiones los pavimentos rígidos se recubren con carpetas asfálticas, presentándose grietas en estas últimas en la parte donde se localizan las juntas y grietas del pavimento anterior. Estas grietas deben sellarse para impedir la infiltración del agua superficial.

Otros tipos comunes de grietas son las transversales, las de esquina y las debidas a deslizamientos.

C) DAÑOS POR DEFORMACIONES PERMANENTES.

Rodaderas. Son las huellas dejadas por las llantas en la superficie del pavimento. Estas huellas tienen forma de canal y son causadas por la compresión de una o más de las capas del pavimento debida a cargas excesivas de los ejes.

Depresiones. Son las distorsiones del pavimento en una cierta área, produciéndose zonas de depresión relativamente largas con cambios suaves. También pueden presentar grietas semicirculares y longitudinales. Este tipo de asentamientos pueden presentarse, por ejemplo, en pavimentos construidos sobre suelos orgánicos.

Buflamientos. Son las distorsiones del pavimento en una cierta área, produciéndose zonas altas que afectan la seguridad y comodidad del tránsito.

Corrimientos de carpeta. Son las deformaciones plásticas que sufre la carpeta asfáltica en forma de ondulaciones, causadas por fuerzas horizontales, como las de frenaje o las centrífugas, en las curvas horizontales:

D) PROCEDIMIENTO DE MANTENIMIENTO TIPICO.

Zona llorada. Esta situación puede corregirse con un sello de arena o ranurado del pavimento. La ranuración resulta muy efectiva contra el hidropilado.

Piel de cocodrilo. El mantenimiento en este caso puede consistir en el sellado de las grietas para evitar la entrada del agua, sin embargo, en general se recomienda llevar a cabo el recubrimiento de la carpeta cuando el agrietamiento es excesivo.

Baches. Estos deben parcharse limpiando los agujeros de polvo, agua y material extraño. Si las capas estructurales del pavimento se encuentran deterioradas, deben remplazarse con material granular adecuado firmemente compactado.

Fallas de cortante, al igual que las rodaderas, se deben a que la estructura del pavimento es inadecuada, por lo que se requiere realizar un recubrimiento.

Las grietas reflejadas. Deben sellarse para impedir la entrada del agua superficial y de material extraño. En casos extremos se requiere reencarpetar e inclusive se utiliza refuerzo en el concreto asfáltico.

Las depresiones. Pueden corregirse nivelando el camino, manteniéndolo plano.

Es evidente que estos no son los únicos procedimientos que se pueden utilizar y cada caso requerirá de un estudio detallado de los daños y sus causas, para así proponer el remedio adecuado al problema.



A2 Automóvil

| Camino A, B, C | Conjunto | Peso, en ton | | p, kg/cm ² | + d _m = Coeficiente daño bajo carga máxima | | | | d _v = Coeficiente de daño vacío | | | |
|----------------|----------|---------------|-------|-----------------------|---|--------|--------|--------|--|--------|--------|--------|
| | | +Carga máxima | Vacío | | z = 0 | z = 15 | z = 30 | z = 60 | z = 0 | z = 15 | z = 30 | z = 60 |
| | | 1** | 1.0 | | 0.8 | 2.0 | 0.002 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.002 | 0.000 |
| 2** | 1.0 | 0.8 | 2.0 | 0.002 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.002 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | |
| Σ | 2.0 | 1.6 | | 0.004 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.004 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | |

+ Cargas máximas de acuerdo con el "Proyecto de Actualización del Capítulo XI del Reglamento de Explotación de Caminos de la Ley de Vías Generales de Comunicación, SCT", México, D F, 1978.

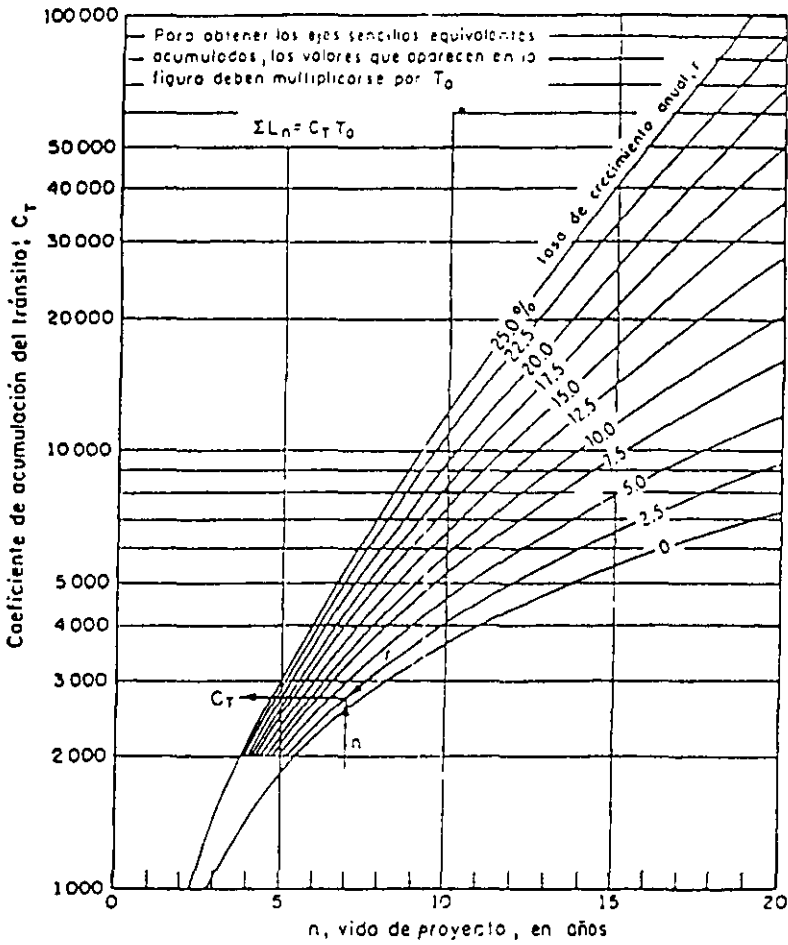
- * EJE SENCILLO
- ** EJE TANDEM
- *** EJE TRIPLE

TABLA III.1-1

CALCULO DEL TRANSITO EQUIVALENTE ACUMULADO (ΣEE)

| TIPO DE VEHICULO | COMPOSICION DEL TRANSITO 1 | COEFICIENTE DE DISTRIBUCION DE VEHICULOS CARGADOS O VACIOS 2 | | COMPOSICION DEL TRANSITO CARGADOS O VACIOS 3 = 1 x 2 | COEFICIENTE DE DAÑO | | NUMERO DE EJES SENCILLOS EQUIVALENTE DE 8 2 TON. | |
|--|-------------------------------|---|-----|---|---|---------------------------------------|--|-------------------------------------|
| | | | | | CARPETA Y BASE Z = 0 4 | SUB BASE Y TERRACERIAS Z = 20 CM 5 | CARPETA Y BASE 6 = 3 x 4 | SUB BASE Y TERRACERIAS 7 = 3 x 5 |
| A 2 | 0.605 | CARGADOS | 1.0 | 0.6050 | 0.014 | 0 | 0.00242 | 0 |
| | | VACIOS | 0.0 | 0.0000 | 0.014 | 0 | 0 | 0 |
| C 2 | 0.242 | CARGADOS | 0.5 | 0.1210 | 2 | 1.584 | 0.2904 | 0.7307 |
| | | VACIOS | 0.4 | 0.0968 | 2 | 0.015 | 0.1956 | 0.0072 |
| C 3 | 0.121 | CARGADOS | 0.8 | 0.0968 | 3 | 1.178 | 0.2954 | 0.3543 |
| | | VACIOS | 0.2 | 0.0242 | 3 | 0.010 | 0.0726 | 0.00726 |
| T2 51 | 0.010 | CARGADOS | 0.7 | 0.0070 | 3 | 3.072 | 0.0610 | 0.2045 |
| | | VACIOS | 0.3 | 0.0030 | 3 | 0.027 | 0.0270 | 0.00270 |
| EJES 10 | 0.001 | CARGADOS | 0.8 | 0.0008 | 4 | 9.172 | 0.0044 | 0.00740 |
| | | VACIOS | 0.2 | 0.0002 | 4 | 0.025 | 0.0012 | 0.00025 |
| | | CARGADOS | | | | | | |
| | | VACIOS | | | | | | |
| | | CARGADOS | | | | | | |
| | | VACIOS | | | | | | |
| SUMAS | 1.000 | | | 1.000 | EJES EQUIVALENTES PARA TRANSITO UNITARIO 8 | | 2 = 0.9154 | 2 = 0.8366 |
| n = AÑOS DE SERVICIO = 15 Años F = TASA DE CRECIMIENTO ANUAL DE TRANSITO = 8% | | | | | TDPA INICIAL EN EL CARRIL DE PROYECTO 9 | | 165 | 165 |
| | | | | | C, 10 | | 9911 | 9911 |
| | | | | | ΣEE = 11 x 8 x 9 x 10 | | 15460.7 | 11713.5 |
| TDPA = TRANSITO DIARIO MEDIO ANUAL = 330 | | | | CD CARRIL PROYECTO = 0.5 | | | | |

TABLA III.1.-2



| | |
|--------------|---|
| | $C_T = 365 \sum_{j=1}^n (1+r)^{j-1} = 365 \left[\frac{(1+r)^n - 1}{r} \right]$ |
| C_T | coeficiente de acumulación del tránsito, para n años de servicio y una tasa de crecimiento anual r |
| T_0 | tránsito equivalente medio diario en el carril de proyecto, durante el primer año de servicio, ejes sencillos equivalentes de 8.2 ton |
| ΣL_n | tránsito acumulado al cabo de n años de servicio, ejes sencillos equivalentes de 8.2 ton |

FIG. III. 1.-1

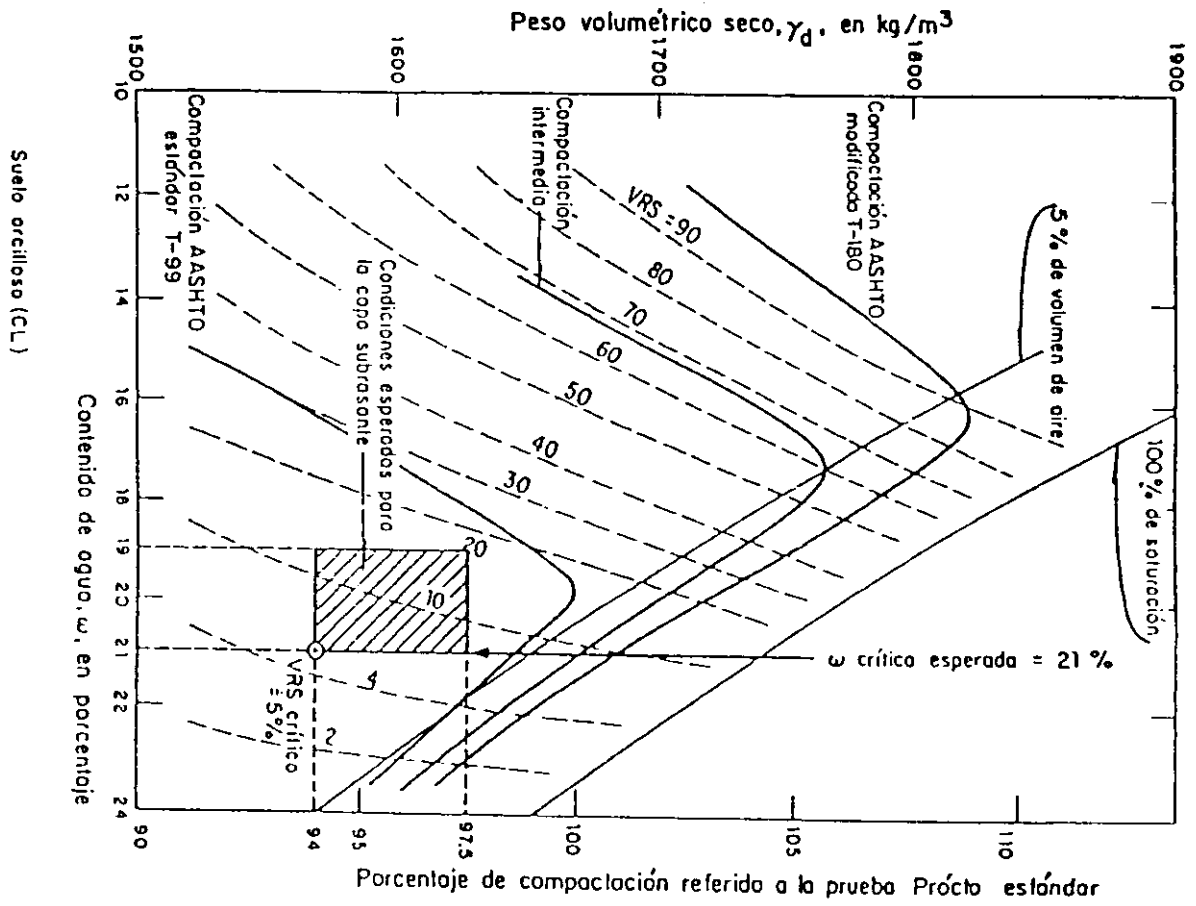


FIG. III. 1-2

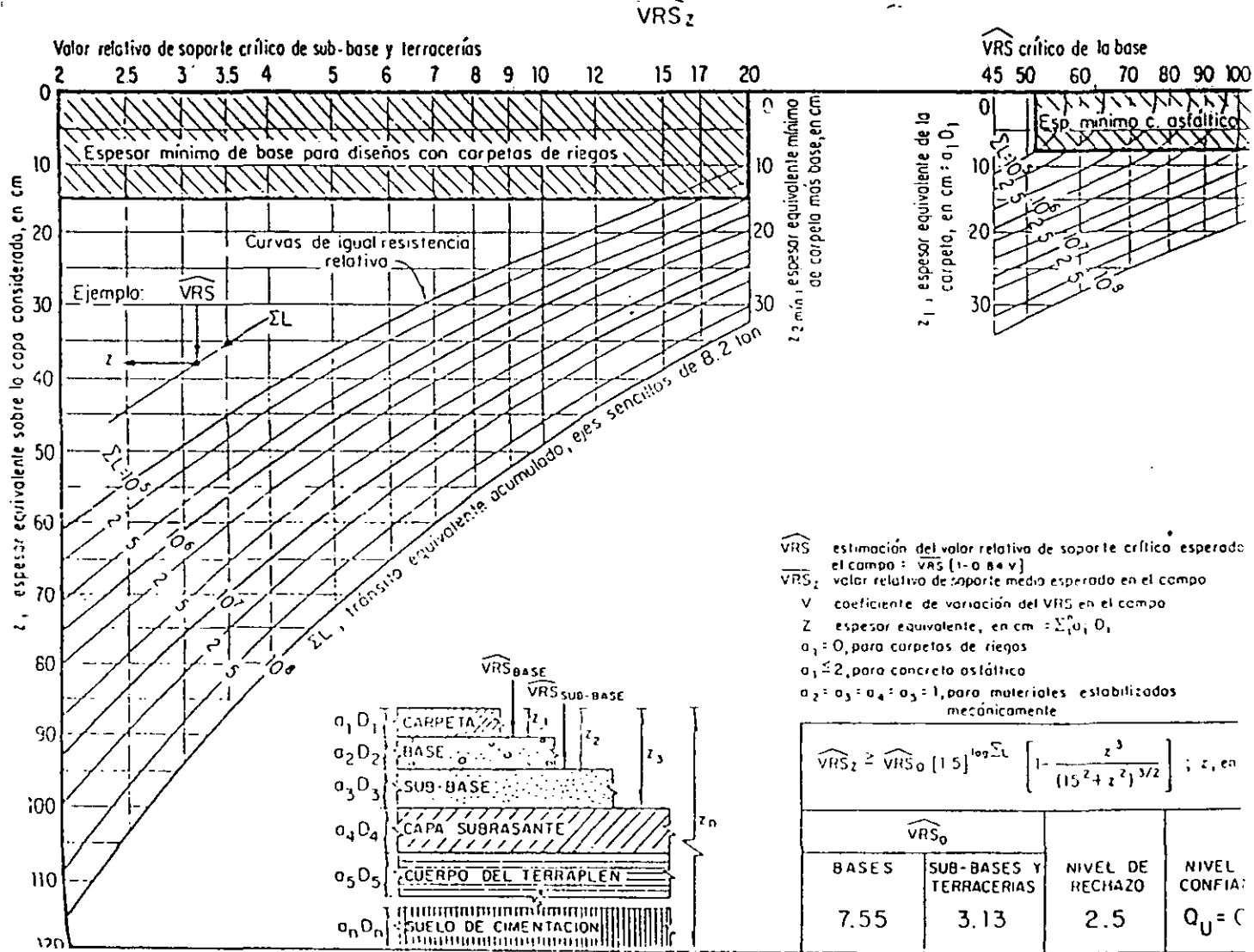


FIG. III.1-3 GRAFICA PARA DISEÑO ESTRUCTURAL DE CARRETERAS CON PAVIMENTOS FLEX

CAPITULO III

3.2.- DISEÑO DE LOS PAVIMENOS RIGIDOS.

1.- FUNCIONES DE EN PAVIMENTO RIGIDO.

En este capítulo se verán en particular las características, funciones y elementos de diseño de los pavimentos rígidos.

Los elementos de un pavimento rígido son : **Terracería, Subrasante, Base y losa.** En lo que sigue se describirán las funciones de dichos elementos.

Las funciones de la base (o también llamada por algunos subbase) son :

- 1) Dar apoyo uniforme a la losa, a fin de evitar en lo posible concentraciones de esfuerzo, o falta de apoyo que haga trabajar a flexión parte de ella.
- 2) Incrementar la capacidad portante del suelo de apoyo. Esto se debe a que en general el material de base tiene mayor resistencia al corte que el terreno natural.
- 3) Reducir a un mínimo los efectos de cambios de volumen; considerando que el material colocado es menos susceptible que el terreno natural.
- 4) Reducir los efectos de congelación. Por las mismas razones que en los casos anteriores.
- 5) Evitar el bombeo. al reducirse los problemas de falta de capacidad de carga.

Por su parte, las funciones de la losa son:

- 1) Dar una superficie de rodamiento adecuada, con textura y color convenientes, a fin de evitar reflejos excesivos.
- 2) Resistir los efectos abrasivos del tránsito, para que la superficie no se degrade rápidamente.
- 3) Impedir el paso del agua al interior, reduciendo con ello los efectos nocivos de esta en la resistencia al corte de los materiales.
- 4) Soportar el nivel de esfuerzos superficiales inducidos por las cargas transmitidas por los vehículos, lo cual es una de las funciones básicas del pavimento.

Las normas de calidad y resistencia de la base son las mismas que aquellas que se consideraron para un pavimento flexible y que fueron presentadas en ese mismo capítulo.

2.- LOSA.

Capa formada por concreto hidráulico, que por la naturaleza del mismo es necesario seccionarla para su buen funcionamiento, tanto en sentido transversal como en el longitudinal, por medio de juntas, cuyo espaciamiento lo determina el diseño.

Sus funciones son :

- 1°) Proporcionar una superficie de rodamiento adecuada y resistir los efectos abrasivos del tránsito.
- 2°) Impedir el paso del agua a las demás capas que forman al pavimento.
- 3°) Soportar y transmitir en forma conveniente los efectos producidos por el tránsito de los vehículos sin deformaciones excesivas.

De acuerdo a las características de construcción de la losa de concreto hidráulico, se pueden agrupar en los siguientes tipos :

- 1°) **Pavimentos de concreto simple con refuerzos en las juntas.** Las juntas de estos pavimentos (Zonas estructurales más críticas) se forman con varillas que transmiten las cargas impuestas en losa a las losas adyacentes, con lo cual, se aumenta la capacidad de carga del pavimento, y se logra reducir el espesor de la misma
- 2°) **Pavimentos de concreto hidráulico con refuerzo continuo.** El refuerzo a que se refiere en este tipo de pavimentos, no está limitado exclusivamente en las zonas de juntas. En este caso, el pavimento se arma en todo lo ancho y largo con varillas que forman una malla continua en el pavimento; con lo cual, se logra aumentar la capacidad de carga o reducir espesores de la losa, y absorber la tensión que se pueda producir entre otras cosas, para controlar el desarrollo de las grietas en el mismo. En este tipo de pavimento también se requiere la formación de juntas.
- 3°) **Pavimentos de concreto preesforzado.** Este tipo de pavimento, cuya técnica se ha desarrollado recientemente, consiste en el aumento de la capacidad estructural de la losa de concreto por medio de un preesfuerzo. Con esto, se ha logrado reducir notablemente los espesores de la losa y el espaciamiento entre las juntas es más grande.

Los pavimentos de concreto hidráulico, ofrecen una gran capacidad para distribuir adecuadamente los esfuerzos a las capas inferiores, durabilidad y un bajo costo de conservación. Por lo que su costo debe evaluarse tanto para la inversión inicial como para los originados por su conservación y su operación; lo cual debe tomarse en cuenta, sobre todo en los casos de tránsito muy intenso donde no se permita la suspensión del mismo, o en los casos donde a futuro no se pueda contar con medios para realizar una conservación adecuada.

Por lo anterior, se desprende que el empleo de los pavimentos de concreto hidráulico tienen su máxima aplicación en autopistas con tránsito pesado y en aeropistas.

Las normas de Calidad y Resistencia para el concreto hidráulico serán :

- 1°) Para el cemento tipo Portland.- ASTM C150 , ASTM C175 con inductor de aire y ASTM parte 9 si se emplea cemento especial.
- 2°) Para los agregados petreos se debe emplear, la norma ASTM C33; también se sugiere que el petreo sea resistente al desgaste, para lo que se fija un valor máximo de desgaste del 40 % en la prueba de Los Angeles.

Además es conveniente tomar en cuenta lo siguiente:

- 1°) Las formas lajeadas de agregados petreos se limitarán a un contenido máximo de 15% en peso.
- 2°) El agregado fino (arena), debe estar limpio y libre de materia orgánica, con el fin de no reducir la resistencia del concreto hidráulico.
- 3°) El agua para el mezclado y el curado del concreto, deberá estar libre de aceites, grasas, sales, ácidos o cualquier sustancia que lo dañe.

Con respecto a los revenimientos se recomiendan los siguientes:

- A) Para concretos no vibrados de 4 a 7.5 cm.
- B) Para concretos vibrados de 1.5 a 4 cm.

Barras de refuerzo para juntas y para sujeción.

Las barras de refuerzo o de sujeción trabajan a la adherencia entre concreto y barra, y deben cumplir con las especificaciones ASTM A15, 16, 160 y 305.

También deben estar libres de oxidación excesiva, escamas o sustancias que afecten la adherencia entre las barras y el concreto.

Barras de transmisión de cargas.

Como ya se había comentado anteriormente, las barras de pasajuntas sirven para hacer trabajar en conjunto a las losas a través de las juntas. La transmisión de carga se hace por medio de varillas lisas de acero, total o parcialmente engrasadas para evitar la adherencia y deben cumplir con las especificaciones ASTM A 15,16 y 160.

3.- FACTORES QUE INFLUYEN EN EL COMPORTAMIENTO DE LOS PAVIMENTOS.

A fin de lograr pavimentos con mayor duración, es necesario considerar los agentes que pueden reducir ésta, ya que dicho conocimiento repercute en el diseño así, entre los agentes que afectan la duración de los pavimentos se tienen :

- 1) Las características mecánicas e hidráulicas de los materiales que constituyen la terracería y la capa subrasante.
- 2) El clima, el cual influye tanto por efectos de cambios de temperatura como de lluvias (y en ciertos lugares el congelamiento).
- 3) El tránsito, debido a la magnitud, frecuencia y velocidad de los vehículos.

Uno de los aspectos que deben conocerse bien en los pavimentos rígidos es el relativo a los esfuerzos que se presentan en ellos, ya que dependiendo de su nivel, será el espesor necesario de la losa de concreto. Para ello es necesario averiguar las diferentes causas que provocan esfuerzos, entre las que se tienen :

- 1) Los efectos de las cargas, que como se ha dicho antes, dependen de las características del tránsito.
- 2) La temperatura, cuyos cambios inducen contracciones y tensiones alternadas y posteriormente fatiga del material.
- 3) El fraguado, que puede originar grietas por la contracción no uniforme del concreto.
- 4) Los cambios de humedad, que originan variaciones en la presión de poro.
- 5) Las incrustaciones de cuerpos, los cuales obviamente funcionan como cuñas, produciendo concentraciones de esfuerzos

La correcta valoración de cada uno de los tipos de esfuerzos anteriores es indispensable para el diseño de las losas de concreto.

4.- MODULO DE RESISTENCIA DEL CONCRETO A LA TENSION EN FLEXION.

Este es otro parámetro experimental de interés en el diseño de pavimentos rígidos y se designa como MR. Se refiere a una propiedad del concreto que se va a emplear en la losa. Dicha propiedad depende de la resistencia a la tensión de este material. Se obtiene colocando horizontalmente una viga de concreto libremente apoyada y aplicándole una carga vertical a la mitad de su claro.

También es posible obtener el módulo anteriormente mencionado mediante correlaciones empíricas, con el valor de la resistencia a la comprensión simple del concreto a los 28 días de fraguado (f_c')

En los resultados de laboratorio comunmente se encuentra que la variación de MR en función de f_c' , está en el siguiente intervalo.

$$0.10 f_c' \leq MR \leq 0.17 f_c'$$

En México se suelo emplear

$$MR = 0.12 f_c'$$

El valor de MR que se emplea en el diseño, se afecta por un factor de seguridad que varia de 1.75 a 2.

5.- METODOS DE DISEÑO DE PAVIMENTOS RIGIDOS.

Los métodos clásicos de diseño de pavimentos rígidos se apoyan comúnmente en las ecuaciones de Westergaard, en las que aparece como parámetro el valor del módulo de reacción de la subrasante k .

Los fundamentos teóricos de estas ecuaciones se basan en la teoría de la elasticidad para sistemas de multicapas.

En general se considera que el módulo de elasticidad del concreto vale **280,000 Kg/cm²**, y una relación de Poisson igual a 0.15.

En aeropistas se supone que la carga actúa en el interior de la losa, teniendo ésta juntas apropiadas. En carreteras la carga se considera en la junta entre losas, teniéndose esquinas protegidas.

Para el diseño del espesor de la losa conviene corregir el módulo de reacción, cuando las condiciones de trabajo son diferentes a las estándar (que son las que se estiman comúnmente en las pruebas de campo), según la fórmula siguiente

$$k_r = \frac{d_1}{d_2} \cdot k$$

donde:

k_r : valor del módulo de reacción en condiciones futuras de servicio, en situaciones de saturación representativas

d_1 : deformación total del espécimen, bajo la presión de **10 lb/pulg²**, con las condiciones de campo donde se hizo la prueba

d_2 : deformación bajo la misma carga en las condiciones de trabajo más desfavorables (humedad, etc.)

k : módulo de reacción obtenido en la prueba de campo

También puede obtenerse el módulo de reacción al aplicar la prueba de placa directamente a la losa, midiendo con un conjunto de extensómetros el volumen total de desplazamientos, en el área comprendida entre la carga aplicada y la región donde estos son ya despreciables.

De diferentes estudios empíricos se han obtenido una serie de gráficas para corregir los valores del módulo de reacción, afectándolo por diferentes factores.

En el caso de aeropistas, las gráficas se han diseñado para los aviones más comunes, en ellas se dan las características del tren de aterrizaje, presión de inflado, etc.

En el caso de carreteras el método de la PCA es como sigue:

1°) Deberá obtenerse la relación de resistencias

$$R_r = \frac{MR \text{ (actuante)}}{MR \text{ (disponible)}}$$

- 2º) Deberá establecerse el nivel de repeticiones de cargas actuantes; para ello se emplean algunas tablas empíricas. En ellas puede verse que si la relación $R_r < 0.5$, la carga puede aplicarse indefinidamente sin falla.

A fin de tomar en cuenta el efecto de fatiga, las cargas de tránsito se afectan por un factor de seguridad como se indica a continuación:

- A) 1.2, para tránsito abundante y vehículos pesados
- B) 1.1, para tránsito medio y vehículos pesados
- C) 1.0, para carreteras y calles con tránsito pequeño

En la aplicación del método de la PCA, se necesita conocer la distribución de cargas y las magnitudes de éstas por eje. Por ello, el método depende de una cuidadosa investigación de tránsito, en la cual se hagan observaciones tales que la muestra estadística sea válida desde el punto de vista de la teoría de probabilidades

La secuencia de diseño es como sigue:

- A) A partir de las ciertas gráficas, se obtienen los valores del módulo de ruptura actuante.
- B) Se multiplican las cargas por el factor de carga.
- C) Se supone un espesor de losa
- D) Con la carga, el valor de k corregido de la subrasante, en este caso en la figura III.2.1.- $k = 3 \text{ Kg/cm}^2$ y el valor del espesor de 20 cm, se obtiene el módulo de ruptura actuante en la figura expuesta, que en este caso resulta de 23.3 Kg/cm^2 .
- E) Con el valor del MR del concreto y el MR actuante, se obtiene la relación de resistencias R_r
- F) A partir de este valor de R_r y en su tabla correspondiente, se estiman las repeticiones permisibles
- G) Con las repeticiones esperadas se obtiene el porcentaje utilizado de la capacidad total
- H) Se suman los porcentajes por valor de carga esperado

Se sugiere que la suma no sea menor del 100% para un diseño eficiente, aunque aceptan, diseños de hasta 100% inclusive.

En caso de que no se tenga una suma adecuada, se repite el procedimiento con otro espesor inicial de losa.

El método, como se ha dicho antes, depende de un análisis de tránsito cuidadoso, que nos de la magnitud de cargas esperadas y el volumen de repeticiones de éstas

6.- JUNTAS DE PAVIMENTOS RIGIDOS.

Es importante considerar en el diseño de este tipo de pavimentos, que el hidratarse el cemento libera grandes cantidades de calor, y sufren, grandes contracciones, que al ser restringidas por la fricción con la superficie de apoyo de la losa, se generan grandes tensiones en el material, produciéndose agrietamientos, localizados en posiciones aleatorias. Por este motivo es necesario tomar decisiones en su diseño que permitan controlar dichos agrietamientos, haciendo que estos se produzcan en lugares predeterminados, para que no se tengan problemas de comportamiento global del pavimento.

Entre los problema que pueden tenerse por los agrietamientos se tienen:

- A) Debilitamiento de la sección estructural del pavimento.
- B) Penetración de agua a capas inferiores, con su consiguiente debilitamiento.
- C) Erosión del material de apoyo, por arrastre debido al flujo de agua y fenómeno de bombeo.
- D) Fallas estructurales de la losa por falta de apoyo uniforme.

Por lo anterior, un aspecto básico en el diseño de pavimentos rígidos, es el diseño de las juntas entre las diferentes losas que lo constituyen, para lo cual conviene comentar acerca de los aspectos constructivos de estos elementos como son los diferentes tipos que existen, los cuales se citan a continuación :

Juntas entre las losas:

- 1°) Juntas transversales de contracción.
- 2°) Juntas transversales de construcción.
- 3°) Juntas transversales de expansión.
- 4°) Juntas longitudinales.
- 5°) Juntas articuladas o de alabeo.

Los detalles de dichas juntas se pueden observar en la Figura III.2.2.

Las juntas se emplean para aliviar esfuerzos, sin permitir la infiltración de agua en exceso. Deben garantizar la continuidad y reducir a un mínimo la aparición de grietas aleatorias difíciles de sellar.

En las juntas, el diseño de pasajuntas y los dispositivos de transmisión de cargas también son importantes.

En este caso es necesario revisar las diferentes alternativa clásicas de diseño existentes. En la actualidad la técnica el elemento finito puede ser útil para ello.

1°) Juntas transversales de contracción.

Este tipo de juntas son de las que más influyen en el buen comportamiento de los pavimentos rígidos. En ellas es muy importante el refuerzo, ya que reduce el espesor de la losa y aumenta la vida útil del pavimento, así como el espaciamiento entre juntas.

El refuerzo de estas juntas es mediante pasajuntas de acero lisas y engrasadas para que no se adhieran al concreto y estén protegidas contra la corrosión, y así mismo puedan transmitir cortante a losas vecinas.

2*) Juntas transversales de construcción.

Sirven para fijar los colados de las franjas de concreto transversalmente.

Pueden ser de dos tipos :

- A) Aplaneadas.
- B) Emergentes.

Las primeras se establecen de acuerdo a estimaciones de jornadas de trabajo o por necesidades de construcción. La junta es a tope, la cara vertical se hace mediante una cimbra plana a todo lo ancho del pavimento, dejando ahogada la mitad de la longitud de la pasajunta, cuando esta es necesaria. Con un ranurador se hace un canal en la mitad superior del espesor de la losa, afin de poder colocar el sello.

En cuanto a la emergentes estas se tienen que hacer debido a retrasos imprevistos, por lo que en ocasiones se colocan en puntos no planeados, de tal manera que pueden no coincidir con la de la otra losa paralela a ella, no teniendose continuidad en la ranuración transversal, por ello será necesario sujetar el movimiento extremo de las losas con barras de sujeción combinadas a fin de transmitir correctamente las cargas y evitar con esto el agrietamiento por "acompañamiento".

3*) Juntas transversales de expansión.

Estas se colocan como su nombre lo indica para controlar las dilataciones del concreto, aunque los cambios volumétricos generan primordialmente problemas por contracción. Normalmente se utilizan para unir pavimento con estructuras tales como: puentes, alcantarillas, etc. También se colocan en el cruce o unión de dos calles. Estas juntas tienen una separación mayor que las de construcción, colocando entre ellas un material compresible de relleno que permita a la junta abrirse, cerrarse y girar.

Cuando la junta de expansión no lleve refuerzo por alguna causa, entonces la falta de él debe compensarse aumentando el espesor de la losa.

4*) Juntas longitudinales.

Estas se utilizan para controlar las grietas longitudinales de contracción, así mismo para determinar el ancho del carril. Pueden realizarse al colar las franjas longitudinales del pavimento. Llevan barras de sujeción, coladas a la mitad del espesor para evitar deslizamientos laterales de las losas.

Juntas de deslizamiento.

Estas juntas permiten movimientos laterales en el plano de las caras de las juntas. Como en ellas no es adecuado poner refuerzo, se aumenta el espesor al igual que en las juntas de expansión. Se colocan en la unión de dos pavimentos, y en caso de ser posible en una junta longitudinal donde no exista continuidad en las juntas transversales por limitaciones de diseño.

5*) Juntas articuladas o de alabeo.

Estas se utilizan tanto longitudinal como transversalmente, donde se desea o se necesita tomar libremente el alabeo de las losas. Se constituyen mediante barras de sujeción con llaves o con ranura y transmisión de carga debido a la trabazón en las caras irregulares de la grieta.

Recomendaciones para el espaciamiento entre juntas.

- A) Para las transversales, cuando no hay refuerzo, las distancias varían entre 3 y 5 m., siendo común 4 m. Si hay refuerzo continuo, entonces son del orden de 12 m.
- B) En las longitudinales, esta distancia la fija el ancho requerido del carril, así en carreteras es común 3.7m.
- C) La relación óptima de largo a ancho es la cuadrada, pero se pueden aceptar relaciones de 1.25 para espesores grandes y de 1.15 para delgados.

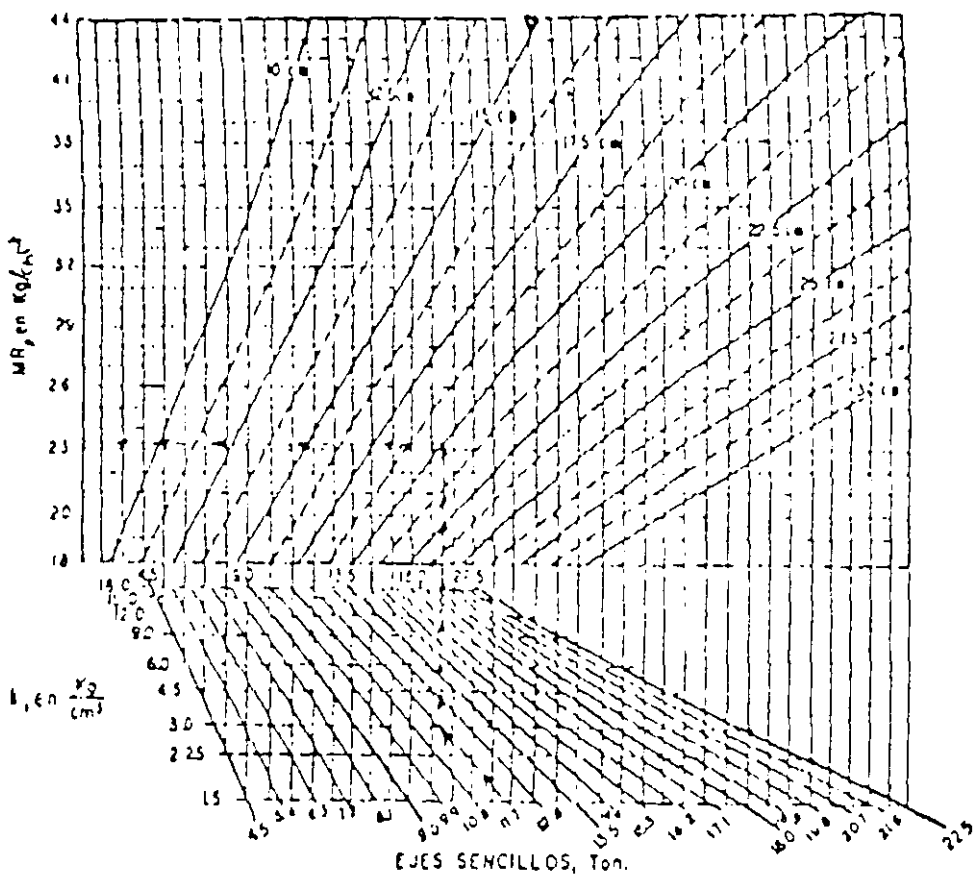
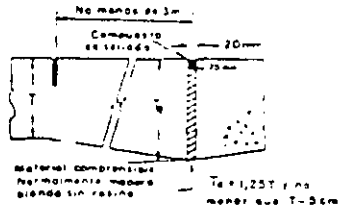
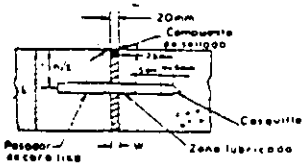
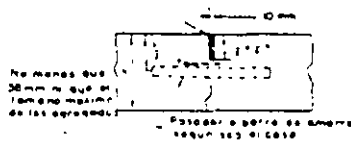
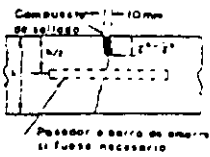


Figura III.24 Grafica de diseño para carga en tandem.
 Pavimentos rígidos de carreteras (Ref. 2)



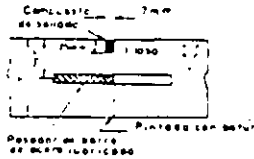
Junta de expansión con pasadores

Junta de expansión sin pasadores Bordes enroscados



Junta de contracción aserrada

Junta de contracción formada



Junta de cambio machihembrado

Junta de contracción o construcción a todo

Fig. III.2.2 Juntas comunes en pavimentos rígidos

CAPITULO III.-

3.3.- PROCEDIMIENTO PARA EL DISEÑO DE LOS PAVIMENTOS.

FACTORES QUE INTERVIENEN EN EL DISEÑO DE LOS PAVIMENTOS.

Demos a conocer los factores más importantes en el diseño de pavimentos.

Ya definidas las funciones de un pavimento, se puede afirmar que son muy variados los factores que intervienen en el comportamiento de una sección estructural del mismo y, por tanto, en su diseño. Dichos factores son: agentes de intemperismo, de la naturaleza, del hombre, cargas de vehículos, materiales de construcción, políticas a seguir de la empresa contratante o de gobierno, procedimientos de construcción a seguir, topografía, drenaje, etc. Sin embargo, para el diseño de un pavimento, los factores principales a considerar son:

- 1°.- Efectos de tránsito.
- 2°.- Influencia de las características de plasticidad, resistencia y deformación de los materiales y su correlación con los efectos del medio ambiente.
- 3°.- Factores económicos.
- 4°.- Programas de conservación a los que se les sujeta en su vida útil.

A continuación mencionaremos solo los dos últimos.

3°) Factores económicos.

En la planeación, diseño, construcción y administración de un pavimento, se deben tomar en cuenta los siguientes costos.

- A) COSTOS DE CONSTRUCCION O INVERSION INICIAL.
- B) COSTOS DE CONSERVACION.
- C) COSTOS DE OPERACION.
- D) COSTOS DE ACCIDENTES.

Dada la limitación de los recursos financieros, es frecuente pensar en abatir los costos de construcción o inversión inicial, sacrificando la calidad de los materiales que formarán la sección estructural; lo anterior es un error, pues a futuro, los gastos de conservación y operación se incrementarán más allá de lo normal. En consecuencia, los deterioros que presente la superficie de rodamiento proporcionarán un costo mayor de los bienes y servicios que se transportarán por esa vía terrestre.

Por lo anterior, para una sección estructural, se deben seleccionar los materiales que ofrezcan una adecuada resistencia al esfuerzo cortante y que sufran los menores cambios volumétricos y deformaciones, con los cambios en los contenidos naturales de agua.

A mayor plasticidad del material, menor índice de resistencia y por tanto mayor espesor de pavimento para un mismo tránsito. Por ejemplo, si el terraplén está formado por una arcilla o limo de alta plasticidad con un valor relativo de soporte estándar de 2 %, el espesor del pavimento en todos los casos es mayor a 1.0 m. en grava equivalente hidratada y el cemento tipo Portland; sin embargo, sucede que, al agregarle estos fillers, las capas incrementan su resistencia pero se vuelven rígidas, por lo que se debe tener cuidado de no colocarlas sobre materiales que pudieran sufrir deformaciones, pues la sección estructural fallaría.

Es común escuchar entre los profesionales que se dedican a la construcción de caminos, que es necesario agregar finos a un material triturado que se va a emplear como base, con el fin de poderlo compactar. La experiencia comprueba que existen equipos de construcción con los que se pueden compactar los materiales granulares. Estos procesos están incluidos en las Especificaciones de la SCT para su ejecución. Ahora bien, si los materiales granulares tienen un pequeño confinamiento, ofrecerán mayor resistencia que la que exhibirían al agregarles finos plásticos. Por otra parte, los materiales granulares sufren menores variaciones

Si el terraplén está formado por una arcilla de baja plasticidad con un valor relativo de soporte de 5 %, el espesor del pavimento TDPA variable entre 4,000 y 6,000 vehículos es del orden de los 60 cm. en grava el comportamiento adecuado de la estructura a través de su vida útil, pues un material plástico es deformable y tiene variaciones volumétricas, como se ha comentado anteriormente.

Se puede concluir que ahorrar en los materiales de construcción de las terracerías empleando materiales plásticos en aras de tener una inversión inicial pequeña, es un idea errónea, pues aún para la inversión inicial, los espesores de pavimento resultan mayores y por tanto, se propicia un mayor costo sin garantizar en la superficie de rodamiento, el cual se manifiesta en deterioros y fallas, lo que obligará a realizar una fuerte inversión en el refuerzo de la estructura, que puede resolverse con una sobre carpeta o, en caso necesario, con la reconstrucción total de la sección estructural

4°) Programas de conservación a los que se les sujeta en su vida útil.

Si el procedimiento de refuerzo resulta correcto, los costos de conservación serán reducidos, siempre y cuando no se vuelvan a incrementar las cargas. Pero si el refuerzo colocado no es el requerido o no se hizo con materiales de calidad adecuada, los costos de conservación seguirán incrementándose más allá de lo normal.

CAPITULO IV

4.1.- PROCEDIMIENTOS DE CONSTRUCCION PARA PAVIMENTOS FLEXIBLES.-

Y

4.2.- PROCEDIMIENTOS DE CONSTRUCCION PARA PAVIMENTOS RIGIDOS.

4.3.- PROCESO DE CONSTRUCCION PARA INICIAR LOS TRABAJOS DEL :

“ESTUDIO DE MECANICA DE SUELOS PARA EL DISEÑO Y CONSTRUCCION DE PAVIMENTOS PARA LA URBANIZACION DE UN CONJUNTO RESIDENCIAL”.

ANTECEDENTES.

Para implementar el procedimiento de construcción para el Fraccionamiento del Conjunto Residencial, es necesario complementar los estudios de: Proyecto definitivo, bancos de materiales, subrasantes, terracerías, bases y subbases.

1.- PROYECTO DEFINITIVO.

En esta etapa, se debe tomar en cuenta el abastecimiento de agua para la construcción y consumo humano.

El abastecimiento de agua se puede lograr a partir de fuentes superficiales (ríos, lagunas, etc.), o bien, por medio de la explotación de mantos acuíferos, ya sea de pozos existentes, o de los que se localicen y perforen para tal fin. Como ya se estudio en capítulos anteriores, Posterior a la etapa de anteproyecto, continúa la etapa de proyecto, en la cual se realizan estudios más específicos, con la finalidad de obtener planos detallados, para los proyectos de puentes, entronques, pasos a desnivel, etc.

Para el estudio de los cortes, se ha encontrado que el procedimiento que da mejor resultado, en la mayoría de los casos, es el método geofísico de refracción. En el análisis de los cruces de calles, son indicados los métodos directos, en combinación para algunos casos, con el método eléctrico de resistividad. En los pasos a desnivel, generalmente se hacen sondeos a cielo abierto o penetración estándar. Para los túneles, es necesario efectuar perforaciones de exploración o galerías.

Los bancos de material, se estudian normalmente con pozos a cielo abierto, o con perforaciones. Los estudios de detalle para drenaje, se realizan, en combinación con los reconocimientos de campo.

2.- LOCALIZACION DE BANCOS.

En la realización de vía terrestre, pocos aspectos prácticos son tan importantes, como aquel que se refiere al desarrollo de criterios y técnica para la localización de bancos de materiales. Es tan importante el tema, que no se puede considerar un proyecto, si no contiene una lista detallada de los bancos de materiales de donde han de salir los suelos y rocas que conformarán la obra. Estos materiales, se pueden obtener de cortes, por métodos de compensación o en un banco definido para este fin.

Son diversas las investigaciones y metodologías que se realizan en el sitio, durante la explotación superficial.

Sin embargo, entre las más importantes se pueden citar:

- A) La cartografía de las estructuras geológicas estudiadas por medios directos, ya sea afloramientos, excavaciones a cielo abierto, socavones, etc. O haciendo uso de métodos indirectos, como pueden ser fotografías aéreas, geofísica, etc.
- B) La representación gráfica y estadística de los datos geológicos, sobre todo estructurales.
- C) La determinación de la calidad de la roca.
- D) Las pruebas mecánicas, los esfuerzos residuales, etc.

Los métodos de exploración y muestreo para una vía terrestre, se pueden especificar según los objetos que se persigan. Para ejemplificar, pensemos que es preciso conocer las características de los materiales que conformarán la terracería. Existen dos métodos clásicos para obtener material para este fin, como son el préstamo lateral o el préstamo en banco.

En el primer caso, el material de los terraplenes se obtiene de excavaciones laterales poco profundas a lo largo del camino, y a poca distancia de éste. En el segundo caso, casi siempre más costoso, el material se acarrea de algún lugar donde exista en la cantidad y con la calidad requerida.

En este primer caso, la exploración se circunscribe normalmente a la realización de pozos a cielo abierto, en número y profundidad adecuados. De éstos se extraen muestras alteradas, que permiten clasificar al suelo con el fin de establecer la posibilidad de utilización en el cuerpo de la terracería.

En el segundo caso, se debe localizar el banco conveniente y mostrar sus materiales, a fin de establecer sus características. La exploración en este caso, debe enfocarse a conocer las características de los materiales que conforman el banco.

En el imperativo de tener que realizar cortes en rocas, resulta indispensable un estudio geológico preciso, ya que debido a que muchas rocas se encuentran formando estratos (los cuales en general no son horizontales), provocan que la estabilidad de los taludes deba ser calculada. En el caso de que el macizo rocoso no sea estable por sí mismo, se debe reforzar para garantizar su estabilidad y evitar accidentes.

En la construcción de una carretera, se acepta como indispensable la supervisión geológica, con el fin de prever cualquier cambio inesperado de la geología del lugar.

Por otro lado, la excavación de los cortes del camino depende de la calidad que tenga la masa rocosa, ya que se debe determinar el método de remoción adecuado. Esta remoción se puede realizar con equipo pesado o con explosivos. Resulta importante la realización de extensas pruebas de campo, tanto de excavación (utilizando diferentes métodos), como de colocación de terracerías. Estas pruebas permiten una adecuada remoción y utilización de la roca, ya que permiten definir su densidad, durabilidad, resistencia y tamaño.

Los suelos demasiado húmedos o demasiado secos, pueden presentar dificultades durante la etapa constructiva.

Los muy secos deberán humedecerse, para que una vez compactados no produzcan expansiones indeseables.

Las arcillas muy plásticas son las que presentan los mayores problemas. Sin embargo, estas arcillas colocadas en el núcleo, y con un espesor considerable de materiales encima, reducen sus expansiones a límites tolerables.

Por otro lado, los suelos muy secos transmiten con mayor dificultad la energía de compactación con la profundidad, de modo que pueden obligar a recurrir a capas de menor espesor. Cuando los suelos secos presentan alta cohesión, forman terrones que es preciso desmenuzar, ya que de otra manera no sería posible formar una masa suficientemente compactada y que no se degrade con el paso del tiempo.

Un problema serio en obras que requieren movimiento de tierras, se presenta cuando hay materiales demasiado húmedos, o en condiciones meteorológicas adversas, ya que en ocasiones pueden obligar a detener temporalmente la obra.

Cuando un material llega a la obra con menor humedad a la requerida, lo primero que hay que determinar es la humedad que tiene en el banco, pues es posible las más de las veces reducir la pérdida de agua durante el transporte con procedimientos adecuados. Si a pesar de todo es preciso añadirle agua, es preferible hacerlo en el banco. Esta práctica permite conseguir una mezcla más uniforme con el suelo. Esto en muchos casos, puede no ser práctico, por lo que se debe establecer en que casos es imprescindible su aplicación.

La localización de un banco, no es simplemente descubrir un lugar donde exista un volumen accesible y explotable de suelos y rocas. El problema tiene muchas implicaciones, ya que se debe garantizar que los bancos elegidos, sean los mejores entre todos los disponibles, tomando en cuenta los siguientes aspectos:

- A) Deben tener los materiales extraíbles de mejor calidad, juzgada en la relación al uso que se les dará.
- B) Deben ser los más accesibles y más cercanos a la obra, con el fin de abatir el costo de acarreo, también que se puedan explotar usando los procedimientos más eficientes y menos costosos.
- C) Deben ser los más cercanos a la obra, con el fin de abatir el costo de acarreo
- D) Deben ser compatibles con los procedimientos constructivos más sencillos y económicos, en su tendido y colocación final, y que requieran un mínimo de tratamientos.
- E) Deben localizarse de tal manera, que su explotación no genere problemas legales de difícil o lenta solución y que no perjudique a los habitantes de la región

En general, los bancos para terracería abundan y son fáciles de localizar, pues para ese fin sirven casi todos los materiales que sean económicamente explotables. Sin embargo, se pueden presentar algunos problemas si aparecen materiales que deban ser rechazados por su mala calidad (presencia de arcillas plástica o suelos orgánicos). En estos casos, no es raro tener que buscar los materiales lejos de esas zonas, si esto es económicamente factible.

3.- EXPLORACION Y MUESTREO DE BANCOS DE MATERIALES.

Es recomendable que el reporte de exploración de una zona donde se pretenda establecer un banco de materiales, contenga la siguiente información:

- A) Determinación de la naturaleza del depósito, incluyendo toda la información que se pueda obtener, sobre la geología y conformación de explotaciones previas, condiciones del agua superficial y subterránea y variación del nivel freático.
- B) Profundidad, espesor, extensión y composición de los estratos de suelo o roca que se pretendan explotar.
- C) Obtención de la información que se pueda obtener, sobre las propiedades índices y mecánicas de los suelos y rocas, así como el uso que anteriormente se le haya dado al material.

La investigación de un banco de materiales, comprende tres etapas, que son :

- A) Reconocimiento preliminar. Comprende la recopilación de estudios hechos con anterioridad en la zona. Se recomienda se incluya la opinión de un geólogo experimentado.
- B) Exploración preliminar. Donde, por medio de procedimientos simples, se pueda obtener información sobre el espesor y composición del suelo y la profundidad del agua freática. Además, obtener suficientes datos, que permitan definir en principio, si la zona promete tener un banco de las características que se buscan, para así decidir si conviene continuar la investigación sobre ella.
- C) Exploración definitiva. En la que por medio de sondeos y pruebas de laboratorio, se definan detalladamente, las características ingenieriles de los suelos y rocas encontradas.

Los métodos para localización, exploración y valoración de bancos de materiales, son: la fotointerpretación, los sondeos y la prospección geofísica. Como rara vez se requiere explotar a profundidades grandes (mayores de 10 m.), los métodos de sondeos preliminar y definitivo pueden no ser muy diferentes. El pozo a cielo abierto, la posteadora y los barrenos helicoidales, son los métodos más empleados en suelos.

Después de realizar la valoración de un banco material, se puede integrar un estudio completo del mismo. Se recomienda que un estudio completo de un banco de material incluya lo siguiente.

- A) Ubicación del banco en un mapa o croquis.
- B) Denominación del banco.
- C) Localización en referencia al trazo de la carretera.
- D) Clasificación del material, ya sea roca o suelto.
- E) Uso que se le dará.
- F) Tratamiento que requiere para su empleo.
- G) Volumen disponible del material.

4.- MATERIALES DE DIVERSOS TIPOS DE BANCOS.

En la búsqueda de materiales para pavimentación, una fuente indiscutiblemente confiable la constituyen las formaciones rocosas sanas. Estos materiales deberán ser triturados, y en algunos casos sujetos a tratamientos especiales, para mejorar algunas características específicas. Durante la explotación de estos bancos se debe tener especial cuidado en evitar las zonas alteradas, o la contaminación con arcillas que rellenen fracturas o grietas. En algunos casos, se puede llegar al recurso del lavado, para eliminar materiales indeseables.

Como ya se comentó, a los materiales que se utilizan en trabajos de pavimentación es común someterlos a diversos tratamientos, con el fin de que cumplan correctamente la función que deben desempeñar. Los trámites más comunes son los siguientes :

- A) **Papeo.-**
Consiste en la eliminación de partículas mayores a la especificación (desperdicios). Frecuentemente el tamaño máximo de proyecto es de 7.5 cm. La eliminación de estas partículas se realiza generalmente a mano.
- B) **Disgregación.-**
Se realiza comúnmente en bancos de roca muy alterada o en materiales con consistencia de aglomerados poco cementados.
- C) **Cribado.-**
Se aplica generalmente, para lograr en materiales granulares una granulometría especificada por proyecto.
- D) **Trituración.-**
Es un tratamiento que se aplica para llegar a una granulometría preestablecida, partiendo de fragmentos de roca o materiales granulares muy gruesos. La trituración puede ser parcial o total. En algunas ocasiones se combinan el cribado con la trituración para lograr un material con una granulometría preestablecida.
- 5.- **Lavado.-**
Es un tratamiento que se aplica a materiales contaminados por arcilla, materia orgánica o polvos no deseables. Esta operación se realiza comúnmente por chiflonaje. En otros países se hace una separación de materiales contaminados por medio de bandas.

5.- SUBRASANTES

OBJETIVO:

Se comprenderán las funciones y características de calidad y resistencia de la capa subrasante en la sección estructural de un pavimento.

Se ha hecho referencia en capítulos anteriores a los pavimentos y a las terracerías. En el medio carretero se acostumbra separar dichas partes como si no estuvieran relacionadas, lo que constituye un gran error, puesto que las terracerías y el pavimento no funcionan independientemente, sino más aún, el funcionamiento de cada una de estas partes, además de depender entre sí, también está en función del comportamiento del terreno natural. De aquí que es necesario introducir el concepto, de Sección Estructural, el cual comprende el pavimento, las terracerías y el terreno natural, como una estructura total.

Veremos en qué consisten, cuál es su funcionamiento y de qué materiales están formadas cada una de las capas que forman a la sección estructural de un pavimento.

6.- DEFINICION DE TERRACERIAS Y CAPA SUBRASANTE

A) TERRACERIAS.

Una terracería se puede definir como los volúmenes de materiales que se extraen (cortes), o sirven de relleno para la construcción de una vía terrestre (terraplén). En la figura IV.-1 se ilustra una sección longitudinal y transversal con un corte y un terraplén.

Las terracerías generalmente comprenden el cuerpo del terraplén y a la capa subrasante.

El cuerpo del terraplén es el material que en su parte inferior se apoya sobre el terreno natural y en su parte superior hace contacto con la capa subrasante.

B) CAPA SUBRASANTE.-

La capa subrasante es una capa de transición entre el terreno natural o el cuerpo de terraplén y el pavimento. Cuando el material del terreno natural es de buena calidad, la terracería únicamente se conforma y se le da una buena compactación, usándose una capa subrasante. Muchas veces se utiliza para esta capa el mismo material de la terracería, distinguiéndose de ésta sólo por un mejor tratamiento de compactación. Si el material de terracería no es bueno, resulta más económico buscar un mejor material. La figura IV.-2 ilustra una sección estructural en terraplén de un pavimento flexible y un pavimento rígido. En ella pueden apreciarse el cuerpo de terraplén y la subrasante, soportando a las capas superiores del pavimento (subbase, base y carpeta).

Cuando el camino se encuentra a pelo de tierra (al nivel del terreno natural), o en sección en corte y aún en terraplén, siendo el terreno en el que se va a apoyar de muy mala calidad, se llega a usar una capa de mejoramiento llamada Subyacente, con objeto de reducir los efectos perjudiciales de ese suelo natural, como son deformaciones y expansiones, o bien para reducir espesores de pavimento. Esta capa generalmente se construye entre la capa subrasante y el cuerpo de terraplén o el terreno natural. La figura IV.-3 ilustra la ubicación de la capa subyacente en diferentes secciones estructurales.

7.- FUNCIONES DEL CUERPO DE TERRAPLEN Y DE LA SUBRASANTE.

La finalidad del cuerpo de terraplén es dar la altura necesaria para satisfacer:

- A) Especificaciones geométricas.
- B) Resistir las cargas del tránsito transmitidas por los vehículos.
- C) Distribuir los esfuerzos para transmitirlos adecuadamente al terreno natural.

Las finalidades de la capa subrasante son:

- A) Resistir los esfuerzos que le transmite el pavimento, debido al paso de los vehículos.
- B) Tomar los esfuerzos que le transmite el pavimento para hacerlos llegar a las terracerías de tal forma que éstas resistan fácilmente, es decir, sin deformarse.
- C) Servir como capa de transición entre el pavimento y las terracerías, esto es, debe evitar que se contamine la parte inferior del pavimento con los materiales que forman las terracerías y además debe impedir que el pavimento se incruste en las terracerías, sobre todo si está formado por material grueso.
- D) Impedir que las irregularidades en la cama de los cortes en roca, se reflejen en la superficie del pavimento
- E) Reducir espesores de las capas del pavimento, con el ahorro que esto implica sobre todo si se tienen terracerías de baja calidad o mal drenaje.
- F) Uniformar los espesores requeridos del pavimento, al compensar la variación de resistencia en las terracerías

8.- MATERIALES EMPLEADOS EN EL CUERPO DE TERRAPLEN Y EN LA CAPA SUBRASANTE.

Los materiales que se pueden utilizar en las diferentes capas de un pavimento y en el caso concreto del cuerpo del terraplén, son prácticamente todos los que provienen de la corteza terrestre, a excepción de los suelos orgánicos, por los problemas que éstos presentan. Los materiales de la corteza terrestre se pueden extraer de cortes o de bancos de materiales, pudiéndose emplear solos, mezclados o estabilizados con otros materiales naturales, o bien elaborados en tal forma que reúnan características o especificaciones adecuadas para cada capa del cuerpo de terraplén o del pavimento

Los materiales que se utilizan en el cuerpo del terraplén y que se clasifican de acuerdo con el sistema utilizado por la Secretaría de Comunicaciones y Transportes, los que ellos mismos indican en sus tablas.

Actualmente la Secretaría de Comunicaciones y Transportes, establece que el material de subrasante no debe tener partículas mayores de 7.6 cm (3"); además elimina a los suelos finos (MH, CH) cuyo límite líquido sea mayor de 100% y a todos los suelos orgánicos con límite líquido mayor de 50% (OH). El grado de compactación mínimo captado para subrasante es del 95% de su Peso Volumétrico Seco Máximo, con respecto a las pruebas estandarizadas usadas por esta Institución. Se especifica también, que el Valor Relativo de Sople Mímino, en condición saturada, debe ser 10%.

Finalmente, podemos decir que sobre la capa subrasante se construye el pavimento, constituido por capas de mejor calidad (Subbase, Base y Carpeta) y que son las capas finales de la sección estructural.

9.- BANCOS PARA SUBRASANTE.

Los materiales que permiten que una subrasante cumple con la función que le corresponde son : gravas y arenas limosas, los limos arenosos y los limos no plásticos. Las arcillas es preferible no utilizarlas, aunque las poco plásticas (CL) , en condiciones de buen drenaje, pueden presentar buen comportamiento.

10.- ASPECTOS IMPORTANTES QUE SE DEBERAN CONSIDERAR EN EL DISEÑO DE LAS TERRACERIAS Y DE LA CAPA SUBRASANTE.

La práctica actual de construcción de las terracerias es deficiente por las siguientes razones:

- A) Puede observarse que actualmente los materiales que se recomienda usar, tanto en la terraceria como en la subrasante son casi cualquier tipo de material, desde los fragmentos grandes hasta materiales finos en los cuales no se toman en cuenta las características de deformabilidad y resistencia. Sólo se prohíbe el uso de suelos finos con limite liquido mayor que 100% o de turbas.
- B) La subrasante se receta, sin más requisitos que una compactación fija, (que puede ser buena para unos materiales, poca para otros y excesiva para otros), la exigencia de un VRS mínimo de 10% (saturado), una expansión máxima de 3% y un limite liquido menor que 100%. Sin embargo debido a que todos los suelos finos tienen un VRS saturado muy análogo, se puede decir que el Valor Relativo de Soporte es un indice que no matiza la calidad de los materiales. Además, se exige a la subrasante.
- C) Las especificaciones dicen que en la subrasante no debe usarse ningún material con limite liquido mayor de 100% y excluyen también a los materiales OH₁, con limite liquido entre 70% y 100%; sin embargo no excluyen los materiales MH₁. El Sistema Unificado de Clasificación de Suelos no establece ninguna distinción entre los materiales OH y MH más que la apreciación visual, lo que puede conducir a aceptar materiales malos que en otros casos se desecharian.
- D) Las capas del cuerpo de terraplén de la capa subrasante llevan por economía materiales finos, lo que genera un problema de deformabilidad e inestabilidad volumétrica. (Esta se presenta cuando un material fino se contrae o se expande al contacto con el agua.).
- E) Al no tener normas de plasticidad en las terracerias y al aceptar malos materiales en las subrasantes, se producen errores que afectan a los pavimentos.
- F) La compactación de los suelos finos debe entenderse con cuidado, ya que en suelos finos el efecto de aumentar la compactación puede ser poco eficiente.

11.- BASES Y SUBBASES

OBJETIVO:

Se comprenderán las funciones y las características de calidad y resistencia de la subbase y base de las secciones estructurales para los pavimentos flexibles.

En caminos y aeropuertos, sobre la capa subrasante se construye el pavimento, que cuando es de tipo flexible está constituido por subbase, base y carpeta, aunque la subbase en ocasiones no se requiere. Los pavimentos de tipo rígido están formado por una subbase o base y por la losa de concreto hidráulico. (Veáse la figura. IV.-2).

12.- DEFINICION DE SUBBASE

SUBBASE.- Es una capa de transición entre la capa de base y la capa subrasante, a la que se le atribuye, más que nada, una función económica; es decir, la subbase es un material granular que se emplea para no usar un material de mayor calidad y por consiguiente, mayor costo.

13.- FUNCIONES DE LA SUBBASE

La **subbase** también sirve como una especie de colchón que absorbe las deformaciones de las terracerías, debidas a cambios volumétricos por efectos de la humedad, y efectos de rebote elástico.

Otra de las funciones de la capa mencionada, es la de desalojar el agua que se infiltra en el pavimento y a su vez impedir la ascensión del agua procedente de las terracerías por el fenómeno llamado capilaridad; es decir esta capa funciona también como una capa rompedora de capilaridad.

14.- MATERIALES UTILIZADOS EN LA SUBBASE

El material que se usa en esta capa debe ser procesado, extendido y compactado de acuerdo con lo que se indica en el inciso 6.9 o bien, de acuerdo con las especificaciones de cada proyecto para esta capa de pavimento. En general a esta capa se le exige que tenga tamaño máximo de partículas de 50.8 mm (2") y su granulometría del caer dentro de cualquiera de las zonas marcadas en la gráfica de la figura IV.4, adoptando la forma de los límites. Las características que debe cumplir son las indicadas en la tabla IV.-3.

15.- DEFINICION DE BASE.

Es una capa constituida con material inerte seleccionado, de mejor graduación que el de la subbase.

16.- FUNCION DE LA BASE.

La primera y la más importante, es la de soportar las cargas que le transmite la carpeta y aminorar los esfuerzos inducidos por las cargas rodantes, de manera tal que lleguen a las capas subyacentes con una intensidad que éstas puedan resistir.

Cuando el material del que se puede disponer no cuenta con la calidad requerida, suele mejorarse con aditivos tales como cemento, puzolanas, sulfato de calcio, cal o asfalto. La estabilización se emplea de acuerdo al tipo de suelo que se tenga en el lugar, siendo generalmente su uso como sigue:

El cemento y la cal se emplean para disminuir la plasticidad de los suelos. El uso de la cal está limitado a suelos que contengan minerales arcillosos, con los cuales se realiza la acción puzolánica, que lentamente va cementando las partículas del suelo.

El uso de los productos asfálticos está limitado a suelos granulados, ya que es muy difícil estabilizar un material arcilloso, por los grumos que contienen estos suelos.

Otra función de la capa de base es la de drenar el agua que se infiltre por la carpeta e impedir la ascensión capilar del agua natural.

Por último, tienen objetivos económicos, pues al aumentar el espesor de la base, se pueden reducir espesores en la carpeta, que es mas cara, lo que se traduce en un ahorro bastante considerable.

17.- REQUERIMIENTOS PARA LOS MATERIALES EMPLEADOS EN LA BASE (O SUBBASE).

A) Agrietamiento longitudinal.

A fin de reducir la tendencia al agrietamiento longitudinal de las losas, debe procurarse dar una adecuada compactación en los materiales de la base, directamente abajo de los bordes de la losa.

El material de base debe ser preferentemente grueso y de granulometría uniforme. En ocasiones conviene estabilizarlo con cemento. Se deben evitar materiales expansivos.

La humedad de compactación debe estar entre el óptimo y un mínimo de 1 ó 2 % mayor. Conviene referir el contenido de agua de compactación al óptimo de campo y no al de ninguna prueba de laboratorio, para acercarse más a la situación real.

B) Suelos expansivos en el terreno natural.

No se deben usar suelos expansivos en las distintas capas del pavimento, ya que al compactarlos las presiones de expansión son mayores y por tanto se producen expansiones más grandes.

En caso de tener suelos expansivos debajo de la subrasante, se debe colocar encima de ellos material no susceptible al cambio volumétrico, el cual además sirve como sobrecarga, reduciendo de esta manera las expansiones. También suele ser adecuado la adición de cemento.

C) Congelamiento.

El congelamiento también es un problema en los pavimentos, por las presiones de expansión que genera el agua al convertirse en hielo. Sin embargo, este no es un problema muy común en México. La construcción de drenaje ayuda a proteger contra los efectos de dicho fenómeno.

D) Bombeo.

Otro problema es el de "bombeo" que consiste en la expulsión de agua bajo los bordes de las losas. Para evitarlo deben emplearse suelos del tipo CH (por su gran deformabilidad). Conviene mencionar que la susceptibilidad a este fenómeno depende del tipo de suelo, para lo cual se presentan, en orden de susceptibilidad decreciente, los tipos de suelo: CH, CL, MH Y ML. O sea, que son más susceptibles las arcillas que los limos. También los suelos granulares, cuando están sueltos son afectados por el bombeo.

Normalmente sólo se presenta el bombeo si el tránsito es superior a 300 ó 400 vehículos diarios. Para un volumen mayor a 1000 vehículos, se recomiendan subbases que cumplan con otro tipo de requisitos:

Por otra parte, en materiales con granulometría a base de partículas gruesas, debe evitarse la penetración hacia la losa de partículas finas procedentes del terreno de apoyo, por lo que la subbase también debe hacer la función de filtro. Para cumplir con lo anterior el Cuerpo de Ingenieros de los EUA, propone otro tipo de recomendaciones empíricas:

En general el material de base que se encuentra en la zona granulométrica 1 de las especificaciones puede cumplir con los requisitos antes mencionados. Otra alternativa, es usar telas geotextiles permeables, las cuales dejan pasar el agua pero no permiten el paso del suelo.

18.- MATERIALES UTILIZADOS EN LA BASE.

El material de esta capa debe tener un tamaño máximo de particular de 58.8 mm (2") para no requerir tratamiento. En caso contrario, el tamaño máximo será de 38 mm. (1.5"), siendo lo más recomendable esto último. Su granulometría debe caer dentro de las zonas 1 y 2 indicadas en la figura IV.-4, adoptando la forma de los límites. Las características que el material debe cumplir con las tablas. De la misma S.C.T. Por último, el material de esta capa debe tener afinidad con el asfalto.

19.- ALGUNOS MATERIALES QUE SE HAN UTILIZADO COMO SUBBASE Y BASE

Probablemente los materiales que más uso tienen en subbases y bases hidráulicas son las gravas y arenas procedentes de ríos, las cuales generalmente deben ser sometidas a trituración parcial y cribado, y en la mayor parte de los casos, es necesario mezclarlas con otro material que posea ciertas características, para que complementen su granulometría.

Otro de los materiales que frecuentemente se emplean son los conglomerados y aunque su uso más común es en subbases, también se emplean en bases; en ambos casos, después de su trituración parcial y cribado, lo más usual es que se les agregue un material fino inerte, para reducir principalmente sus características plásticas.

Las areniscas constituyen otro de los materiales que generalmente se emplean en subbases. Dichos materiales normalmente sólo se someten a tratamiento de disgregado o trituración parcial; también se emplean como materiales de mejoramiento en la base. Las rocas alteradas se emplean generalmente en subbases, en la mayoría de los casos se someten a tratamiento de disgregado o trituración parcial, dependiendo de su grado de alteración. Cuando se encuentran alteradas se emplean en la construcción de la capa subrasante.

Existen materiales como el "Sascab" de la Península de Yucatán, de origen calcáreo, que cuando son de baja plasticidad, se comportan muy bien como base y subbase.

Los suelos de origen pumítico como los jales, la piedra pómez o el tezontle, que se encuentran localizados alrededor de Guadalajara, Jal. Y Tepic son materiales que aparentemente son buenos para usarse como base, pero sólo se pueden utilizar como subbases o en la terracería, mezclados con materiales finos de plasticidad aceptable.

20.- BANCOS PARA SUBBASE.

Pueden ser los mismos que se emplean en la subrasante, pero aplicando un proceso de selección más estricto. Pueden emplearse rocas intemperizadas que solamente requieran tratamiento de disgregación o de trituración parcial. Pueden emplearse materiales de depósito en cauces de ríos, que hayan cumplido los requisitos para base.

21.- BANCOS PARA BASE.

Los materiales que cumplen los requisitos para esta capa, son de alta calidad. En este caso pueden estar las gravas limosas bien graduadas, que se encuentran en depósitos de ríos o arroyos en etapa juvenil o en abanicos aluviales. Si este tipo de depósitos no se encuentran cerca, se deberá recurrir a la trituración de roca sana cercana al eje del trazo. Las mejores rocas para material de base son de basalto, la andesita, la caliza, la dolonita y los conglomerados.

22.- BANCOS PARA CARPETA.

Es difícil en campo encontrar materiales que cumplan las normas de calidad para esta capa. Generalmente se recurre a la trituración de roca sana, pero es posible que materiales de depósito, en los cuales las partículas gruesas se encuentren sanas, pueden utilizarse en carpeta mediante procesos de lavado, trituración y cribado. Si se utilizan las rocas sanas, deberán preferirse las ígneas de componentes básicos y las calizas sanas, ya que éstas presentan buena adherencia con el asfalto. Las rocas de composición ácida no son apropiadas, tampoco lo son las rocas micáceas, pizarras, areniscas frágiles y rocas arcillosas, ya que son poco consistentes.

23.- PROCEDIMIENTOS DE CONSTRUCCION PARA LA EXPLOTACION DE BANCOS PARA PAVIMENTOS FLEXIBLES Y RIGIDOS.

El proceso de explotación de bancos de roca o suelo, se realiza haciendo uso de diversos equipos, con desempeño y prestaciones bien definidos.

- 1°) La disponibilidad del equipo.
- 2°) El tipo de material que se va a explotar.
- 3°) La distancia de acarreo del material.

Establecido el tipo de equipo, su tamaño es sobre todo función del volumen de la obra a realizarse, y del tiempo con que se cuenta para su realización y del espacio disponible para las maniobras.

Actualmente existen máquinas sumamente especializadas, cuya utilización racionalmente prevista, permite explotaciones muy eficientes y económicas. Lo común, es que en la explotación de bancos se empleen equipos tradicionales de uso diverso y frecuente, como pueden ser, el cargador frontal, la pala mecánica y el tractor. Es más, en este tipo de trabajos no se deben de considerar excluidos los métodos de explotación manual, con pico y pala.

Cuando se planea la explotación de un banco, se debe prever cual será el peso específico seco del material al colocarlo en un terraplén, dado que en estado natural tiene uno muy diferente. Por esta razón se ha definido un parámetro llamado " coeficiente de variación volumétrica " , para expresar la relación entre el peso específico (volumétrico) seco en estado natural y el mismo concepto físico cuando se compacta al material a un cierto grado de compactación

24.- ASPECTOS IMPORTANTES QUE DEBERA TOMARSE EN EL DISEÑO DE LA SUBBASE Y BASE.

En cuanto a subbase y base, en general las normas son adecuadas, excepto que para la base no se debe usar material cuya curva granulométrica caiga dentro de la zona 3 de la curva granulométrica mostrada en la figura IV.-4, y que debe abandonarse la práctica de adicionar finos a la subbase y la base, con el objeto de "cementarias", puesto que al llevar a cabo este procedimiento, se ven disminuidas las características de calidad y resistencia de los agregados y sus finos inertes.

25.- PROCEDIMIENTO DE CONSTRUCCION PARA LAS BASES Y SUBBASES

1°) **Exploración.** La exploración puede consistir en hacer un reconocimiento geológico de la zona, apoyándose en fotografías aéreas.

2°) **Muestreo** La elección del banco se puede realizar por medio de:

A) Sondeos preliminares, cuya finalidad principal es conocer la calidad de los materiales.

B) Sondeos definitivos, que son para conocer la extensión del banco y la variabilidad del material. Obtenidas las muestras, se ensayan en el laboratorio y, de acuerdo con la localización del banco y los resultados obtenidos en las muestras, se elige el banco o bancos definitivos.

3°) **Extracción y Acarreo de Materiales.**

Cuando se trata de macizos rocosos, se debe dinamitar el banco de tal manera de obtener tamaños máximos de 75 cm. Una vez aflojado el material se cargan los vehiculos de transporte.

4°) **Tratamiento Previos**

Como los materiales que se utilizan en las bases y subbases deben tener una granulometría adecuada, véase la Figura IV.-4, entonces conviene dar a los fragmentos extraídos del banco, un tratamiento previo que puede ser:

- A) Cribado
- B) Trituración
- C) Estabilización

5°) **Acarreo a la Obra**

Los materiales a los que se les dió tratamiento previo, o los que pueden llevarse en forma directa del banco, se acarrear a la obra, en donde se acamellonan por medio de motoconformadoras.

6°) **Tratamientos en la obra**

A los materiales que lo necesitan, se les da un tratamiento que puede ser:

- A) Tratamiento mecánico
- B) Tratamiento químico

El mezclado de estos materiales se lleva a cabo colocando una capa del elementos estabilizador en forma acordonada sobre el material a estabilizar, el cual ha sido previamente acamellonado, para luego mezclarlos con las motoconformadoras hasta homogeneizarlos.

7º) Compactación

A los materiales así homogeneizados y acamellonados, se les proporciona una determinada cantidad de agua mediante una pipa, mientras que una motoconformadora homogeneiza el contenido de agua en todo el suelo, hasta que se proporciona toda el agua necesaria, en una cantidad cercana al contenido de agua óptimo recomendado por el laboratorio. Se debe cuidar que el material no se segregue, es decir que no se separen los finos de los gruesos. Para ello es conveniente que el material húmedo se coloque en el centro de la corona y se vaya distribuyendo hacia los lados por medio de la motoconformadora.

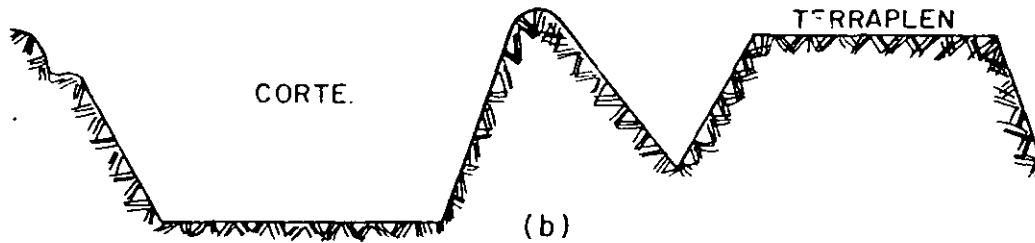
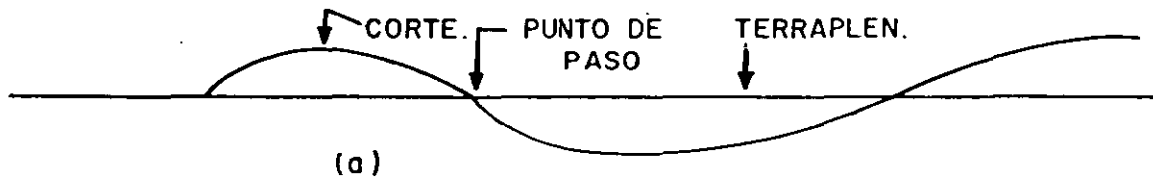
Una vez extendido el material, se compacta hasta alcanzar el grado de compactación indicado en el proyecto, que en general varía del 95% al 100% del PVSM (Peso Volumétrico Seco Máximo de la PPS).

Conviene mencionar que para pasar del 95% al 100% del PVMS, se requiere proporcionar una gran energía de compactación, que se traduce en un mayor costo, sin aumento de resistencia, por lo que se acostumbra agregar un poco de cal o cemento Portland, con lo que se aumenta la resistencia.

La compactación de este material se efectúa con equipo de compactación de rodillos lisos o con neumáticos. El peso de los equipos de compactación puede variar entre 15 y 25 ton. Si se cuenta con ellos y además con una unidad vibratoria, la compactación será mayor.

8º) Riego de Impregnación

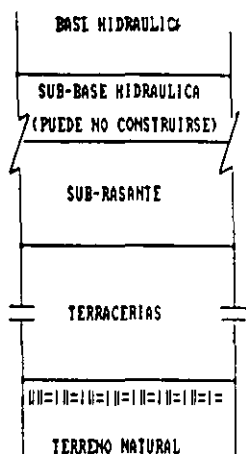
Con el grado de compactación de proyecto, la base se deja varios días y después se barre por medio de cepillos manuales y mecánicos para retirar la basura, polvo, etc. Posteriormente se le coloca a la base un riego llamado de Impregnación, que se realiza colocando asfalto FM-1 en proporción de 1.5 l/m². El riego de impregnación sirve para tener una zona de transición entre la base y la carpeta asfáltica. El asfalto debe penetrar en la capa de base cuando menos 3 mm. Esta penetración puede no presentarse cuando se tiene un exceso de finos, por lo cual se debe cambiar la granulometría.



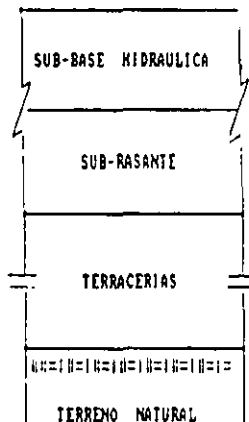
a).- PERFIL LONGITUDINAL DE UN CORTE Y UN TERRAPLEN.

b).- SECCION TRANSVERSAL DEL CORTE Y DEL TERRAPLEN.

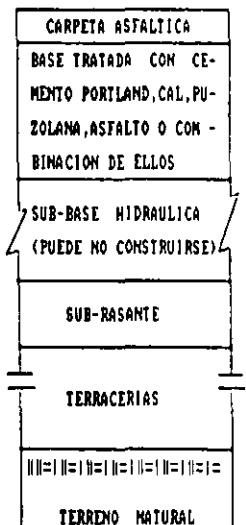
FIG. IV.-1



SECCION ESTRUCTURAL CON PAVIMENTO FLEXIBLE (USUAL)



SECCION ESTRUCTURAL CON PAVIMENTO RIGIDO (USUAL)



SECCIONES ESTRUCTURALES CON PAVIMENTOS MEJORADOS (USUALES)

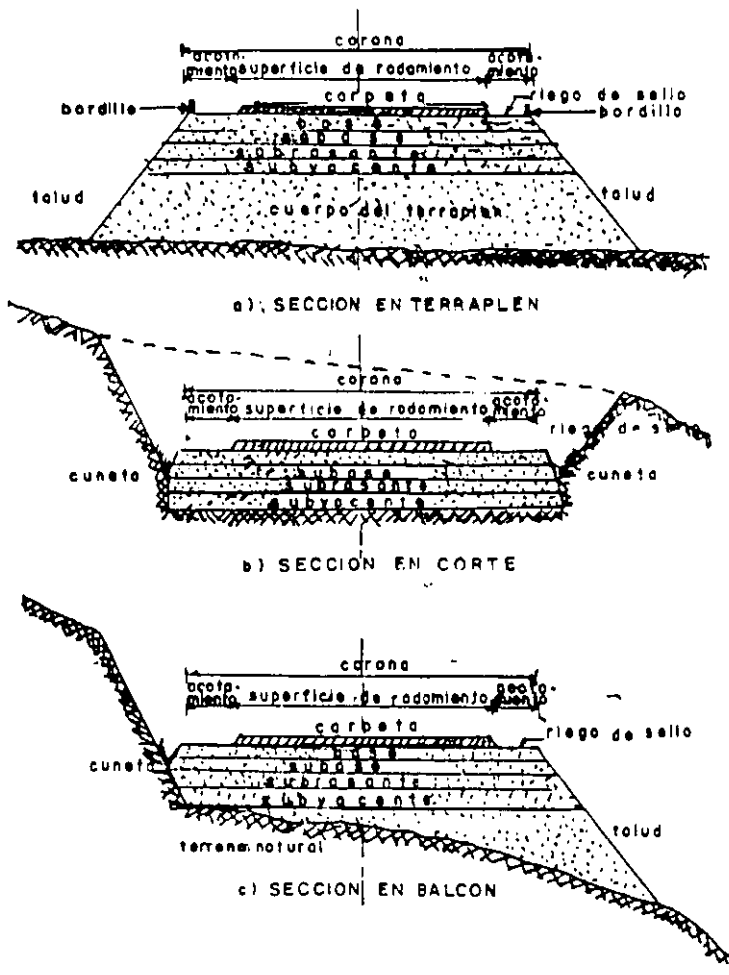


FIG: IV.-3 SECCIONES TIPO

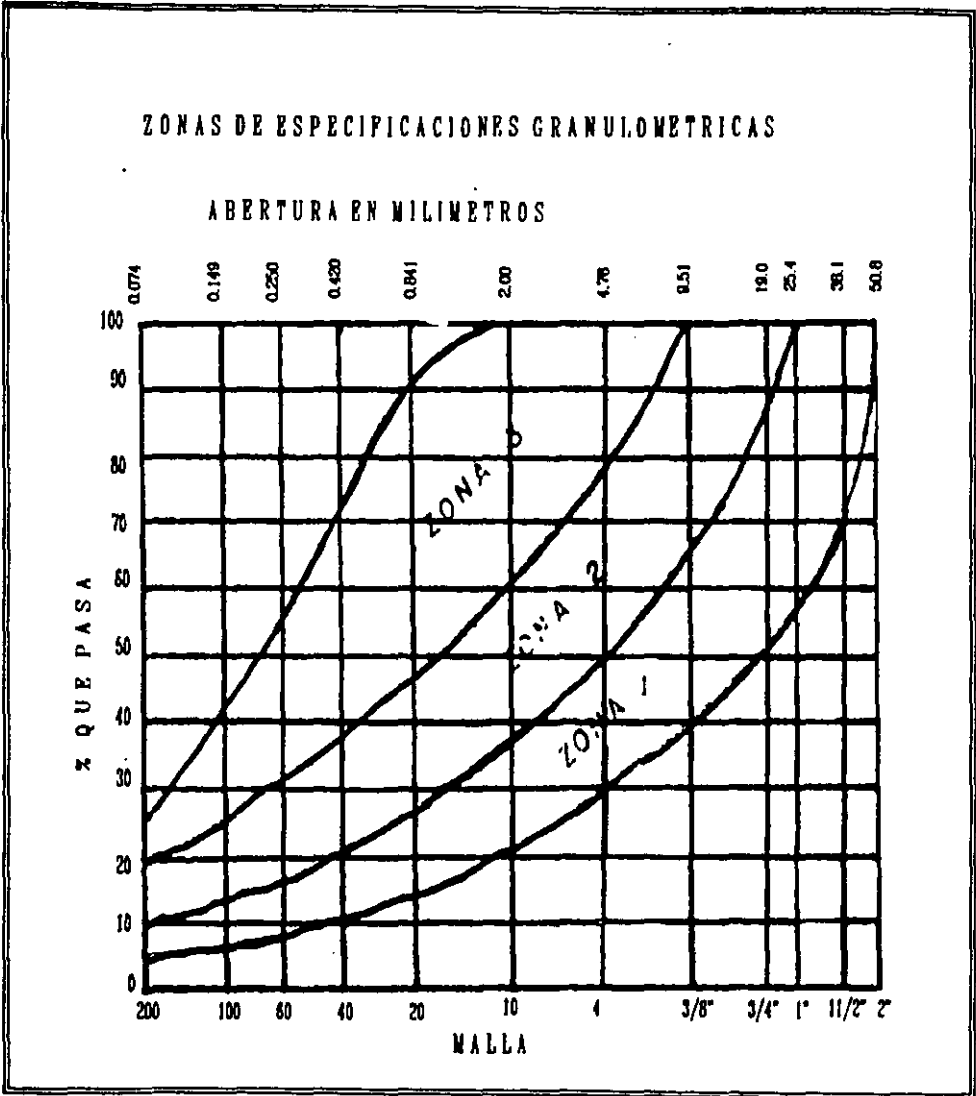


FIG IV-4

IV.3.- PROCESO DE CONSTRUCCION PARA EL :

“ESTUDIO DE MECANICA DE SUELOS PARA EL DISEÑO Y CONSTRUCCION DE PAVIMENTOS PARA LA URBANIZACION DE UN CONJUNTO RESIDENCIAL”.

REVISION DE LA MATEMATIZACION, PLANO DE PROYECTO Y PROYECTO DE RASANTES.

De los trabajos de campo se realizó el cálculo analítico correspondiente y se dibujó la información obtenida en el plano denominado “Plano General de Trazo”, así como el dibujo de planos con perfil y secciones de las vialidades, en seguida se procedió a :

1º) REVISION DE LA MATEMATIZACION.

A manera de comprobación de que el trabajo está dentro de los parámetros originales, se “monto” sobre la información calculada, la poligonal obtenida de los lotes y de las vialidades.

Para la realización de este trabajo se utilizó el programa AUTOCAD-10 Obteniendo la información para definir el trazo definitivo del proyecto y construcción de los ejes de vialidades, así como los datos de retotificación.

Con ello se presentan los planos de trabajo y los definitivos así como el trazo de ejes definitivo, relacionado con la poligonal de apoyo.

Con los anteriores planos ejecutivos, junto con los que a continuación relacionamos se complementa el proyecto de ingeniería urbana del conjunto residencial

Plano General de Trazo.

Plano General de Terracerías y Pavimentos.

Perfil por el Eje de Vialidad Principal.

Secciones Transversales de Vialidad Principal.

Perfil y Secciones Transversales de las Vialidades “Oriente y “Poniente”.

2º) PROYECTO DE RASANTES.

Para el proyecto de rasantes se parte de la poligonal de apoyo incluyendo perfil y secciones y del proyecto de trazo definitivo y desplazamiento, a izquierda o derecha, existente entre el eje de apoyo y eje de proyecto en las secciones; una vez obtenido el desplazamiento se redibujó el perfil por el eje de trazo y se proyecto la subrasante definitiva obteniéndose pendientes que varían entre el 1.5% y el 29.0% como se muestra en el perfil correspondiente, quedando tramos en tangente como se indica a continuación:

| | |
|-------------------------------------|--------------------------|
| EST. 0+000.00 a EST. 0+029.39 ; | S = - 1.51 % en 29.39 m |
| EST. 0+049.39 a EST. 0+089.74 ; | S = -13.87 % en 40.35 m |
| EST. 0+109.74 a EST. 0+130.24 ; | S = - 9.00 % en 20.50 m |
| EST. 0+160.24 a EST. 0+223.42 ; | S = - 24.00 % en 63.18 m |
| EST. 0+253.42 a EST. 0+310.24 ; | S = - 29.00 % en 56.82 m |
| EST. 0+340.24 a EST. 0+351.80 ; | S = +19.33 % en 11.56 m |
| EST. 0+405.92 a EST. 0+406.74 ; | S = +20.89 % en 0.82 m |
| EST. 0+426.74 a EST. 0+471.62 ; | S = + 4.29 % en 44.88 m |
| EST. 0+501.62 a EST. 0+568.03 ; | S = + 19.24 % en 66.41 m |
| EST. 0+598.03 a EST. 0+628.03 ; | S = + 5.00 % en 30.00 m |
| EST. 0+658.03 a EST. 0+669.23 ; | S = - 15.00 % en 11.20 m |
| EST. 0+699.23 a EST. 0+729.70 (PF); | S = - 5.00 % en 30.47 m |

Los volúmenes de corte y terraplén resultaron compensados, habiéndose obtenido los siguientes datos:

| VIALIDAD | DESPALME | CORTE | TERRAPLEN |
|--------------|-----------------|-----------------|------------------|
| PRINCIPAL | 2,194.05 | 9,819.42 | 7,701.74 |
| ORIENTE | 220.76 | 51.09 | 1,623.50 |
| PONIENTE | 266.92 | 5.40 | 1,052.00 |
| TOTAL | 2,681.73 | 9,875.91 | 10,377.24 |

En el " Plano General de Trazo" se indican el eje de trazo definitivo (TD) y sus cadenamientos, en tanto que en los planos de perfil y secciones se muestran las alturas de corte y terraplén y las áreas correspondientes de cada sección.

ESTA TESIS NO SALE
DE LA BIBLIOTECA

3°) PLANO DE PROYECTO.

Con la información disponible y el trazo de la red, se elabora el proyecto ejecutivo de la red de alcantarillado, en el cual se consignan la ubicación de pozos, longitud, diámetro y pendiente de los tramos, así como las elevaciones de brocal y plantilla en cada pozo.

El plano de proyecto descrito se denomina "Red de Alcantarillado Sanitario".

El cálculo en detalle, de los gastos y de los datos de proyecto, aparece en la memoria de cálculo correspondiente, donde se observa que el gasto máximo sanitario es de 16.41 aps y el máximo previsto es de 24.62 aps considerando un coeficiente de previsión de 1.5, por lo que la tubería será en su mayoría de 20 cm de diámetro.

4°) PROYECTO DE DRENAJE PLUVIAL.

Consideraciones básicas.

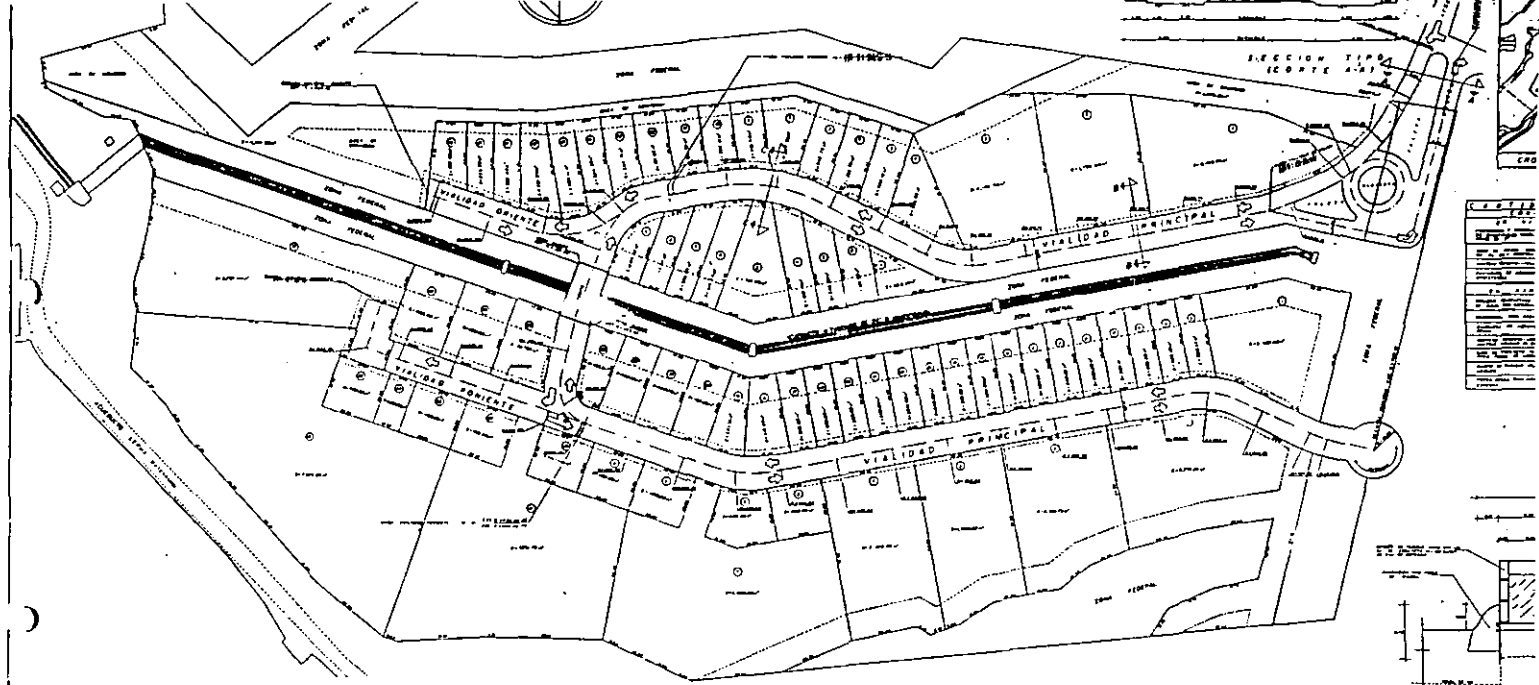
Debido a las pendientes favorables en las vialidades y a su corta longitud, en general el drenaje pluvial será por escurrimiento superficial, excepción hecha en las vialidades en sus ramales oriente y poniente al norte del conjunto donde se proyectó tubería para el encauzamiento final del caudal barranca oriente.

Para el cálculo de gastos, se consideró una intensidad de lluvia de 4.0 cm/hr. Correspondiente a una duración de 60 min. Con periodo de retorno de 5 años, según gráfica intensidad-duración.

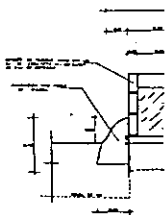
Se consideró para cada vialidad y tramo, el coeficiente de escurrimiento promedio pesado, tomando en cuenta la magnitud de las áreas de aportación y sus características de acuerdo a los siguientes coeficientes de escurrimiento particulares.

| | |
|-------------------------------------|------------|
| Area de vialidad pavimentada | $C = 0.90$ |
| Area verde | $C = 0.10$ |
| Area construida dentro de los lotes | $C = 0.70$ |
| Area sin construir en lotes. | $C = 0.35$ |

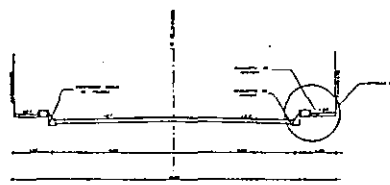
Se efectuó el cálculo de los tirantes máximos que se originarán por tramos de vialidad para justificar el no requerimiento de drenaje pluvial entubado en la mayor parte de la vialidad, encontrando que los tirantes máximos esperados en cada acera del arroyo de vialidades no sobrepasa los 6 cm.



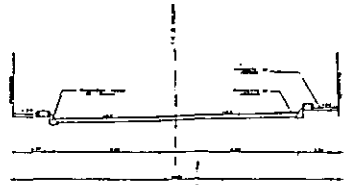
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|-----|
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 | 15 | 16 | 17 | 18 | 19 | 20 | 21 | 22 | 23 | 24 | 25 | 26 | 27 | 28 | 29 | 30 | 31 | 32 | 33 | 34 | 35 | 36 | 37 | 38 | 39 | 40 | 41 | 42 | 43 | 44 | 45 | 46 | 47 | 48 | 49 | 50 | 51 | 52 | 53 | 54 | 55 | 56 | 57 | 58 | 59 | 60 | 61 | 62 | 63 | 64 | 65 | 66 | 67 | 68 | 69 | 70 | 71 | 72 | 73 | 74 | 75 | 76 | 77 | 78 | 79 | 80 | 81 | 82 | 83 | 84 | 85 | 86 | 87 | 88 | 89 | 90 | 91 | 92 | 93 | 94 | 95 | 96 | 97 | 98 | 99 | 100 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|-----|



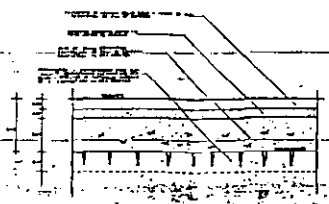
SECCION TIPO (DETAL)



SECCION TIPO DE VIALIDADES (CORTE B-B)



SECCION TIPO DE VIALIDAD EN CURVAS (CORTE C-C)



SECCION TIPO DE PAVIMENTO

FIG. 60/1

| | | |
|--|--|-----------|
| | INSTITUTO VENEZOLANO DE INVESTIGACIONES CIENTÍFICAS Y TECNOLÓGICAS INSTITUTO VENEZOLANO DE INVESTIGACIONES CIENTÍFICAS Y TECNOLÓGICAS | PROYECTO: |
| | FECHA DE EJECUCIÓN: | FOLIO: |

CAPITULO V

ANALISIS DE LOS PRECIOS UNITARIOS.

- 5-1 MAQUINARIA Y EQUIPO.
- 5.2 ANALISIS DEL FACTOR DE INDIRECTOS Y UTILIDAD.
- 5.3 ANALISIS DEL FACTOR DE FINANCIAMIENTO.
- 5.4 ANALISIS DE PRECIOS.
- 5.5 PROGRAMA DE TRABAJO Y FLUJOS ECONOMICOS.
- 5-6 PRESUPUESTOS.

5-1 MAQUINARIA Y EQUIPO.

Con la relacion de la maquinaria y equipo a usarse, se efectua el analisis de costo horario directo.

1º) MAQUINARIA Y EQUIPO UTILIZADO PARA LA CONSTRUCCION.

| N.º ECONOMICO | MAQINARIA Y EQUIPO. | MODELO |
|---------------|-------------------------------------|-----------------------|
| 1.- EQBD-0004 | MOTOCONFORMADORA | MODELO CAT-12-G. |
| 2.- EQBD-0005 | CAMION PIPA CAP. 10,000 LTS. | DODGE C/TANQUE. |
| 3.- EQBD-0030 | PETROLIZADORA 6,500 LTS. | DODGE 1992 |
| 4.- EQBD-0064 | COMPACTADOR VIBRATORIO | CAT-CS-533 |
| 5.- EQBD-0101 | PAVIMENTADORA | TROPAVER 813. |
| 6.- EQBD-0109 | COMPACTADOR S/NEUMATICOS | PS-130 |
| 7.- EQD-0111 | TRACTOR D7-H | CATERPILLAR D7-H |
| 8.- EQD-1004 | CAMION VOLTEO FAMSA1317/39 DE 7 M3. | MERCEDES BENZ. |
| 9.- EQD-1029 | CARGADOR FRONTAL CATERPILLAR | CATERPILLAR 920 |
| 10.- EQN-0019 | TRANSITO NATIONAL | K-E.CH5 (EQ.MEDICION) |

RELACION DE MAQUINARIA Y EQUIPO UTILIZADO EN EL PRESUPUESTO Y CONSTRUCCIÓN :

TRACTOR D-7H

SOBRE ORUGAS, MARCA CATERPILLAR, CON MOTOR DIESEL DE 215 H.P., CONSUMO PROMEDIO DE 35 ¢/hora. USO: SE UTILIZA EN LAS ACTIVIDADES DE DESPALME Y EXCAVACION EN CORTE.

CARGADOR FRONTAL 920

SOBRE ORUGAS, MARCA CATERPILLAR, CON MOTOR DIESEL DE 80 H.P., CONSUMO DE 32 ¢/hora. USO: SE UTILIZA EN LA CARGA A CAMION DE MATERIALES PRODUCTO DE DESPALME Y EXCAVACION EN CORTE.

MOTOCONFORMADORA 12 G

SOBRE NEUMATICOS, MARCA CATERPILLAR, MOD. 12G, CON MOTOR DIESEL DE 1.5 H.P., CONSUME 22 ¢/hora. USO: UTILIZADO EN EL AFINE DE TERRENO Y EN EL EXTENDIDO DE MATERIAL PARA BASE Y SUB-BASE.

CAMION PIPA 10,000 LTS.

CAMION DODGE, CON MOTOR DIESEL DE 140 H.P., CAPACIDAD DEL TANQUE DE 10,000 ¢, UTILIZADO EN SUMINISTRO DE AGUA PARA LA COMPACTACION DE TERRENO NATURAL, FORMACION DE TERRAPLEN, COLOCACION Y COMPACTACION DE SUB-BASE Y BASE.

COMPACTADOR VIBRATORIO

MARCA CATERPILLAR, MOD. CS-533, CON MOTOR DIESEL DE 145 H.P., CONSUMO DE 23 ¢/hora, UTILIZADO EN LA COMPACTACION DE TERRAPLEN, SUB-BASE Y BASE.

PETROLIZADORA 6,500 LTS.

CAMION MARCA DODGE, CON TANQUE DE 6,500 LTS. DE CAPACIDAD, MOTOR DIESEL DE 140 H.P., UTILIZADO EN LOS RIEGOS DE IMPREGNACION Y DE LIGA.

PAVIMENTADORA

MODELO TROPAVER 813, CON MOTOR DIESEL DE 70 H.P., CONSUMO DE 11 ¢/hora. UTILIZADO EN EL TENDIDO DE LA CARPETA DE CONCRETO ASFALTICO.

COMPACTADOR SOBRE NEUMATICOS

MODELO PS-130 CON MOTOR DIESEL DE 77 H.P., CONSUMO: 12 ¢/hora. UTILIZADO EN LA COMPACTACION Y SELLO DE CARPETA DE CONCRETO ASFALTICO.

CAMION VOLTEO

CAMION MERCEDES BENZ CON MOTOR DIESEL DE 140 H.P. CAPACIDAD DE 6 M3, UTILIZADO EN EL ACARREO DE LOS MATERIALES PRODUCTO DE DESPALME Y EXCAVACION AL SITIO DE TIRO.

"ESTUDIO DE MECANICA DE SUELOS PARA EL DISEÑO Y CONSTRUCCION
D PAVIMENTOS PARA LA URBANIZACION DE UN CONJUNTO RESIDENCIAL"

DATOS GENERALES

MAQUINA: EQBD0004

MOTOCONFORMADORA 12-G

Modelo: CAT-12-G

| | | | | | |
|---------------------------|--------------|----------------------------|--------|---------------------|--------------|
| V. Adquisición | 1,502,120.00 | HP | 135.00 | Factor de Operación | 0.80 |
| Menos valor Llantas | 13,800.00 | Potencia de Operación | | | 108.00 HP |
| Valor inicial (Va) | 1,488,320.00 | Vida económica (Ve) | | | 14000 Hs. |
| Valor rescate (Vr) 20.00% | 297,664.00 | Horas por Año | | | 2000 Hrs/año |
| Tasa de interes | 20.00 % | Coefficiente de almacenaje | | | 0.0000 |
| Prima seguros (s) | 3.00 % | Factor de mantenimiento | | | 0.6000 |

| I.- CARGOS FIJOS | | HORA ACTIVA | HORA INACTIVA |
|--------------------------------------|---|--|---------------|
| DEPRECIACION | $D = \frac{V_a - V_r}{V_e}$ | $= \frac{1488,320.00 - 297,664.00}{14000}$ | = 85.05 |
| INVERSION | $I = \frac{(V_a + V_r) \cdot i}{2 \cdot H_a}$ | $= \frac{1488,320.00 + 297,664.00 \cdot 0.2000}{2 \cdot 2000}$ | = 89.30 |
| SEGUROS | $S = \frac{(V_a + V_r) \cdot s}{2 \cdot H_a}$ | $= \frac{1488,320.00 + 297,664.00 \cdot 0.0300}{2 \cdot 2000}$ | = 13.39 |
| MANTENIMIENTO | $T = Q \cdot D$ | $= 0.6000 \cdot 85.05$ | = 68.04 |
| SUMA DE CARGOS FIJOS POR HORA | | | 288.78 |

II.- CONSUMOS

| | | | | | |
|-----------------------------------|--|--------|---------------------------|---------|--------------|
| COMBUSTIBLE: | | | | | |
| DIESEL | E = | 0.1514 | 108.00 | HP op * | 2.91 = 47.58 |
| GASOLINA | E = | 0.2271 | 0.00 | HP op * | 3.70 = 0.00 |
| OTRAS FUENTES DE ENERGIA | | | | | |
| LUBRICANTES DE MOTOR: | | | | | |
| CAPACIDAD CARTER C = 30.0 Litros | | | | | |
| CAMBIOS DE ACEITE T = 200.0 Horas | | | | | |
| $C_a = C / T +$ | | 0.0035 | 108.00 | = | 0.5280 l/hrs |
| L = | 0.5280 | l/hrs | 15.00 | /ft | = 7.92 |
| LUBRICANTES MAQUINA: | | | | | |
| TRANSMISION | | | 0.00 | | |
| MANDOS FINALES | | | 0.00 | | |
| GRASA | | | 0.00 | | = 0.00 |
| N: | $\frac{V_n \text{ (VALOR LLANTAS)}}{H_v \text{ (VIDA ECONOMICA)}}$ | | $\frac{13,800.00}{3,000}$ | | = 4.60 |
| SUMA DE CONSUMOS POR HORA | | | | | 60.10 |

III.- OPERACION

| | | | | |
|---|-----------------|-----------------------|------------------------|----------------------------------|
| SALARIO INTEGRADO POR TURNO | So = | 257.20 | CUAD0024 | OPERADOR EQUIPO MAYOR + AYUDANTE |
| HORAS POR TURNO | H = | 8 | 1.00 (FACTOR DR REND.) | = 8.00 Horas |
| OPERACION: Co: | $\frac{S_o}{H}$ | $\frac{257.20}{8.00}$ | = | 32.15 |
| SUMA DE OPERACION POR HORA | | | | 32.15 |
| COSTO DIRECTO HORA MAQUINA (HMD) | | | | 348.03 |

**"ESTUDIO DE MECANICA DE SUELOS PARA EL DISEÑO Y CONSTRUCCION
D PAVIMENTOS PARA LA URBANIZACION DE UN CONJUNTO RESIDENCIAL"**

CARGOS GENERALES

MÁQUINA: EQBD0008

CAMION PIPA CAP. 10,000 L.

Modelo: DODGE C/TANQUE 10,000 L.

| | | | | | |
|---------------------------------|------------|----------------------------------|--------|---------------------|--------------|
| Adquisición | 315,000.00 | HP | 140.00 | Factor de Operación | 0.80 |
| Costo de llantas | 9,600.00 | Potencia de Operación | | | 112.00 HP |
| Valor inicial (V _i) | 305,400.00 | Vida económica (V _e) | | | 14000 Hs. |
| Valor rescate (V _r) | 61,080.00 | Horas por Año | | | 2000 Hrs/año |
| Tasa de interés | 20.00 % | Coefficiente de almacenaje | | | 0.0000 |
| Prima seguros (s) | 3.00 % | Factor de mantenimiento | | | 0.8000 |

| CARGOS FIJOS | | HORA ACTIVA | HORA INACTIVA |
|--------------------------------------|---|--|---------------|
| DEPRECIACION | $D = \frac{V_i - V_r}{V_e}$ | $\frac{305,400.00 - 61,080.00}{14000}$ | 17.45 |
| INVERSION | $I = \frac{(V_i + V_r) \cdot i}{2 H_a}$ | $\frac{305,400.00 + 61,080.00 \cdot 0.2000}{2 \cdot 2000}$ | 18.32 |
| SEGUROS | $S = \frac{(V_i + V_r) \cdot s}{2 H_a}$ | $\frac{305,400.00 + 61,080.00 \cdot 0.0300}{2 \cdot 2000}$ | 2.75 |
| MANTENIMIENTO | $T = Q \cdot D$ | $0.8000 \cdot 17.45$ | 13.96 |
| SUMA DE CARGOS FIJOS POR HORA | | | 52.48 |

CONSUMOS

| | | | | | |
|----------------------------------|--|--------------------------|--------------|-------------|--------------|
| ABUSTIBLE: | | | | | |
| DIESEL | E = | 0.1514 | 112.00 HP op | 2.91 | 49.34 |
| GASOLINA | E = | 0.2271 | 0.00 HP op | 3.70 | 0.00 |
| FUENTES DE ENERGIA | | | | | |
| REPLICANTES DE MOTOR: | | | | | |
| CAPACIDAD CARTER | C = | 18.0 Litros | | | |
| CAMBIO DE ACEITE | T = | 200.0 Horas | | | |
| $C_a = C / T +$ | | 0.0010 | 112.00 | 0.2020 l/hr | |
| L = | 0.2020 | l/hr | 15.00 /ft | | 3.03 |
| REPLICANTES MAQUINA: | | | | | |
| TRANSMISION | | 0.00 | | | |
| MANDOS FINALES | | 0.00 | | | |
| GRASA | | 0.00 | | | 0.00 |
| N = | $\frac{V_h \text{ (VALOR LLANTAS)}}{H_v \text{ (VIDA ECONOMICA)}}$ | $\frac{9,600.00}{3,000}$ | | | 3.20 |
| SUMA DE CONSUMOS POR HORA | | | | | 55.57 |

OPERACION

| | | | | | |
|---|----------------|---------------------|------------------------|------------|-------------------|
| CARGO INTEGRADO POR TURNO | | So = | 0.00 | CUAD0025 | CHOFER + AYUDANTE |
| TARIFAS POR TURNO | H = | 8 | 1.00 (FACTOR DR REND.) | 8.00 Horas | |
| OPERACION: Co: | $\frac{So}{H}$ | $\frac{0.00}{8.00}$ | | 0.00 | |
| SUMA DE OPERACION POR HORA | | | | | 0.00 |
| COSTO DIRECTO HORA MAQUINA (HMD) | | | | | 108.05 |

ESTUDIO DE MECANICA DE SUELOS PARA EL DISEÑO Y CONSTRUCCION
D PAVIMENTOS PARA LA URBANIZACION DE UN CONJUNTO RESIDENCIAL

DATOS GENERALES

MAQUINA: EQ200030

PETROLIZADORA 6,600 L

Modelo: DODGE 1992

| | | | | | |
|---------------------|------------|----------------------------|-----------|---------------------|--------------|
| Adquisición | 360,000.00 | HP | 140.00 | Factor de Operación | 0.80 |
| Menos valor Llantas | 9,600.00 | Potencia de Operación | | | 112.00 HP |
| Valor inicial (Va) | 350,400.00 | Vida económica (Ve) | | | 14000 Hs. |
| Valor rescate (Vr) | 20.00% | 20.00% | 70,080.00 | Horas por Año | 2000 Hrs/año |
| Tasa de interés | 3.00 % | Coefficiente de almacenaje | | | 0.0000 |
| Prima seguros (s) | 3.00 % | Factor de mantenimiento | | | 0.8000 |

| CARGOS FIJOS | | HORA ACTIVA | HORA INACTIVA |
|--------------------------------------|------------------------------|--|---------------|
| DEPRECIACION | $D = \frac{Va - Vr}{Ve}$ | $\frac{350,400.00 - 70,080.00}{14000}$ | 20.02 |
| CONVERSION | $I = \frac{(Va+Vr)*i}{2 Ha}$ | $\frac{350,400.00 + 70,080.00 * 0.2000}{2 * 2000}$ | 21.02 |
| SEGUROS | $S = \frac{(Va+Vr)*s}{2 Ha}$ | $\frac{350,400.00 + 70,080.00 * 0.0300}{2 * 2000}$ | 3.15 |
| MANTENIMIENTO | $T = Q * D$ | $0.8000 * 20.02$ | 16.02 |
| SUMA DE CARGOS FIJOS POR HORA | | | 60.21 |

| CONSUMOS | | | | | |
|--|--------------|--------------------------|----------|-------|--------------|
| COMBUSTIBLE: | | | | | |
| DIESEL | $E = 0.1514$ | 112.00 HP op | 2.91 | = | 49.34 |
| GASOLINA | $E = 0.2271$ | 0.00 HP op | 3.70 | = | 0.00 |
| OTRAS FUENTES DE ENERGIA | | | | | |
| REPLICANTES DE MOTOR: | | | | | |
| CAPACIDAD CARTER | $C = 15.0$ | Litros | | | |
| CAMBIOS DE ACEITE | $T = 200.0$ | Horas | | | |
| $Ce = C / T +$ | 0.0035 | 112.00 | 0.4670 | lt/hr | |
| $L = 0.4670$ | lt/hr | 15.00 | ft | = | 7.01 |
| REPLICANTES MAQUINA: | | | | | |
| TRANSMISION | | 0.00 | | | |
| MANDOS FINALES | | 0.00 | | | |
| GRASA | | 0.00 | | = | 0.00 |
| $N = \frac{Vn (VALOR LLANTAS)}{Hv (VIDA ECONOMICA)}$ | | $\frac{9,600.00}{4,000}$ | | = | 2.40 |
| SUMA DE CONSUMOS POR HORA | | | | | 68.75 |

| OPERACION | | | | | |
|---|------------------------------------|------------------------|------|------------|-------------------|
| ALARIO INTEGRADO POR TURNO | $So = 0.00$ | CUAD0025 | | | CHOFER + AYUDANTE |
| HORAS POR TURNO | $H = 8$ | 1.00 (FACTOR DR REND.) | | 8.00 Horas | |
| OPERACION: Co: | $\frac{So}{H} = \frac{0.00}{8.00}$ | | 0.00 | | |
| SUMA DE OPERACION POR HORA | | | | | 0.00 |
| COSTO DIRECTO HORA MAQUINA (HMD) | | | | | 118.96 |

"ESTUDIO DE MECANICA DE SUELOS PARA EL DISEÑO Y CONSTRUCCION
D PAVIMENTOS PARA LA URBANIZACION DE UN CONJUNTO RESIDENCIAL"

CONDICIONES GENERALES

MAQUINA: EQBD0084

COMPACTADOR VIBRATORIO

Modelo: CAT - CS - 533

| | | | | | |
|----------------------------------|------------|----------------------------------|--------|---------------------|--------------|
| Adquisición | 677,776.00 | HP | 145.00 | Factor de Operación | 0.80 |
| Depreciación valor Llantas | 12,000.00 | Potencia de Operación | | | 116.00 HP |
| Valor inicial (V _i) | 665,776.00 | Vida económica (V _e) | | | 14000 Hs. |
| Factor rescate (V _r) | 20.00% | Horas por Año | | | 2000 Hrs/año |
| Tasa de intereses | 20.00 % | Coefficiente de almacenaje | | | 0.0000 |
| Primas seguros (s) | 3.00 % | Factor de mantenimiento | | | 0.8000 |

| CARGOS FIJOS | | HORA ACTIVA | HORA INACTIVA |
|--------------------------------------|---|---|---------------|
| DEPRECIACION | $D = \frac{V_i - V_r}{V_e}$ | $\frac{665,776.00 - 133,155.20}{14000}$ | 38.04 |
| VERSION | $I = \frac{(V_i + V_r) \cdot i}{2 \cdot H_a}$ | $\frac{665,776.00 + 133,155.20 \cdot 0.2000}{2 \cdot 2000}$ | 39.95 |
| SEGUROS | $S = \frac{(V_i + V_r) \cdot s}{2 \cdot H_a}$ | $\frac{665,776.00 + 133,155.20 \cdot 0.0300}{2 \cdot 2000}$ | 5.99 |
| MANTENIMIENTO | $T = Q \cdot D$ | $0.8000 \cdot 38.04$ | 30.43 |
| SUMA DE CARGOS FIJOS POR HORA | | | 114.41 |

| CONSUMOS | | | | | |
|----------------------------------|----------------------------|---------------------------|---------|--------|--------------|
| COMBUSTIBLE: | | | | | |
| DIESEL | $E = 0.1514$ | 116.00 | HP op * | 2.91 | 51.11 |
| GASOLINA | $E = 0.2271$ | 0.00 | HP op * | 3.70 | 0.00 |
| OTRAS FUENTES DE ENERGIA | | | | | |
| REQUISITOS DE MOTOR: | | | | | |
| CAPACIDAD CARTER | $C = 20.0$ | Litros | | | |
| CAMBIOS DE ACEITE | $T = 200.0$ | Horas | | | |
| | $L = \frac{C}{T} = 0.0035$ | 116.00 | | 0.5060 | 1/yr |
| | | 15.00 | /ft | | 7.59 |
| REQUISITOS MAQUINA: | | | | | |
| TRANSMISION | | 0.00 | | | |
| MANDOS FINALES | | 0.00 | | | |
| GRASA | | 0.00 | | | 0.00 |
| | $N = \frac{V_n}{H_v}$ | $\frac{12,000.00}{4,000}$ | | | 3.00 |
| SUMA DE CONSUMOS POR HORA | | | | | 61.70 |

| OPERACION | | | | |
|---|--|------------------------|--|---------------------------|
| OPERARIO INTEGRADO POR TURNO | $So = 119.33$ | MOMM0014 | | OPERADOR DE EQUIPO LIGERO |
| TARIFAS POR TURNO | $H = 8$ | 1.00 (FACTOR DE REND.) | | 8.00 Horas |
| OPERACION: | $Co = \frac{So}{H} = \frac{119.33}{8}$ | | | 14.92 |
| SUMA DE OPERACION POR HORA | | | | 14.92 |
| COSTO DIRECTO HORA MAQUINA (HMD) | | | | 191.03 |

"ESTUDIO DE MECANICA DE SUELOS PARA EL DISEÑO Y CONSTRUCCION
D PAVIMENTOS PARA LA URBANIZACION DE UN CONJUNTO RESIDENCIAL"

CONDICIONES GENERALES

MÁQUINA: EQBD0101

PAVIMENTADORA

Modelo: TROPAVER 813

| | | | | | |
|----------------------------|------------|----------------------------|-------|---------------------|--------------|
| Adquisición | 656,020.00 | HP | 70.00 | Factor de Operación | 0.80 |
| Depreciación valor Llantas | 0.00 | Potencia de Operación | | | 56.00 HP |
| Valor inicial (Va) | 656,020.00 | Vida económica (Ve) | | | 14000 Hs. |
| Valor rescate (Vr) 20.00% | 131,204.00 | Horas por Año | | | 2000 Hrs/año |
| Tasa de interés | 20.00 % | Coefficiente de almacenaje | | | 0.0000 |
| Prima seguros (s) | 3.00 % | Factor de mantenimiento | | | 0.8000 |

| CARGOS FIJOS | | HORA ACTIVA | HORA INACTIVA |
|--------------------------------------|------------------------------|---|---------------|
| DEPRECIACION | $D = \frac{Va - Vr}{Ve}$ | $\frac{656,020.00 - 131,204.00}{14000}$ | 37.49 |
| VERSION | $I = \frac{(Va+Vr)^i}{2 Ha}$ | $\frac{656,020.00 + 131,204.00 \cdot 0.2000}{2 \cdot 2000}$ | 39.36 |
| SEGUROS | $S = \frac{(Va+Vr)^s}{2 Ha}$ | $\frac{656,020.00 + 131,204.00 \cdot 0.0300}{2 \cdot 2000}$ | 5.90 |
| MANTENIMIENTO | $T = Q \cdot D$ | $0.8000 \cdot 37.49$ | 29.99 |
| SUMA DE CARGOS FIJOS POR HORA | | | 112.74 |

CONSUMOS

| | | | | | |
|----------------------------------|--|-------------|-------------|--------|--------------|
| COMBUSTIBLE: | | | | | |
| DIESEL | E = | 0.1514 | 56.00 HP op | 2.91 | 24.67 |
| GASOLINA | E = | 0.2271 | 0.00 HP op | 3.70 | 0.00 |
| FUENTES DE ENERGIA | | | | | |
| CONSUMOS DE MOTOR: | | | | | |
| CAPACIDAD CARTER | C = | 18.0 Litros | | | |
| CAMBIOS DE ACEITE | T = | 200.0 Horas | | | |
| | $C_s = C / T$ | 0.0030 | 56.00 | 0.2580 | l/hr |
| | L = | 0.2580 | 15.00 | l/t | 3.87 |
| CONSUMOS MAQUINA: | | | | | |
| TRANSMISION | | 0.00 | | | |
| MANDOS FINALES | | 0.00 | | | |
| GRASA | | 0.00 | | | 0.00 |
| | $N = \frac{Vn (VALOR LLANTAS)}{Hv (VIDA ECONOMICA)}$ | 0.00 | | | 0.00 |
| | | 0 | | | |
| SUMA DE CONSUMOS POR HORA | | | | | 28.64 |

OPERACION

| | | | | |
|---|----------------|--------------------|------------------------|----------------------------------|
| OPERARIO INTEGRADO POR TURNO | So = | 257.20 | CUAD0024 | OPERADOR EQUIPO MAYOR + AYUDANTE |
| RAS POR TURNO | H = | 8 | 1.00 (FACTOR DR REND.) | 8.00 Horas |
| OPERACION: Co: | $\frac{So}{H}$ | $\frac{257.20}{8}$ | 32.15 | |
| SUMA DE OPERACION POR HORA | | | | |
| COSTO DIRECTO HORA MAQUINA (HMD) | | | | |
| 173.43 | | | | |

**"ESTUDIO DE MECANICA DE SUELOS PARA EL DISEÑO Y CONSTRUCCION
D PAVIMENTOS PARA LA URBANIZACION DE UN CONJUNTO RESIDENCIAL"**

DATOS GENERALES

MAQUINA: EQBD0109

COMPACTADOR S/NEUMATICOS

Modelo: PS-130

| | | | | | |
|---------------------------|------------|----------------------------|-------|---------------------|--------------|
| Adquisición | 402,131.20 | HP | 77.00 | Factor de Operación | 0.80 |
| Menos valor Llantas | 14,000.00 | Potencia de Operación | | | 61.60 HP |
| Valor inicial (Va) | 388,131.20 | Vida económica (Ve) | | | 14000 Hs. |
| Valor rescate (Vr) 20.00% | 77,626.24 | Horas por Año | | | 2000 Hrs/año |
| Tasa de interés | 20.00 % | Coefficiente de almacenaje | | | 0.0000 |
| Prima seguros (s) | 3.00 % | Factor de mantenimiento | | | 0.8000 |

| CARGOS FIJOS | | HORA ACTIVA | HORA INACTIVA |
|--------------------------------------|---|--------------|---------------|
| DEPRECIACION | $D = \frac{Va - Vr}{Ve} = \frac{388,131.20 - 77,626.24}{14000}$ | 22.18 | |
| INVERSION | $I = \frac{(Va+Vr) \cdot i}{2 \cdot Ha} = \frac{388,131.20 + 77,626.24 \cdot 0.2000}{2 \cdot 2000}$ | 23.29 | |
| SEGUROS | $S = \frac{(Va+Vr) \cdot s}{2 \cdot Ha} = \frac{388,131.20 + 77,626.24 \cdot 0.0300}{2 \cdot 2000}$ | 3.49 | |
| MANTENIMIENTO | $T = Q \cdot D = 0.8000 \cdot 22.18$ | 17.74 | |
| SUMA DE CARGOS FIJOS POR HORA | | 66.70 | |

| CONSUMOS | | | | | |
|--|--------------------------|--------|-------|---|--------------|
| COMBUSTIBLE: | | | | | |
| DIESEL | $E = 0.1514 \cdot 61.60$ | HP op | 2.91 | = | 27.14 |
| GASOLINA | $E = 0.2271 \cdot 0.00$ | HP op | 3.70 | = | 0.00 |
| OTRAS FUENTES DE ENERGIA | | | | | |
| COMPONENTES DE MOTOR: | | | | | |
| CAPACIDAD CARTER | $C = 15.0$ | Litros | | | |
| CAMBIOS DE ACEITE | $T = 200.0$ | Horas | | | |
| $Ca = C / T + L = 0.0030 + 0.2598$ | | l/hr | 61.60 | = | 0.2598 l/hr |
| | | | 15.00 | m | = 3.90 |
| COMPONENTES MAQUINA: | | | | | |
| TRANSMISION | 0.00 | | | | |
| MANDOS FINALES | 0.00 | | | | |
| GRASA | 0.00 | | | = | 0.00 |
| $N = \frac{Vn (VALOR LLANTAS)}{Hv (VIDA ECONOMICA)} = \frac{14,000.00}{4,000}$ | | | | = | 3.50 |
| SUMA DE CONSUMOS POR HORA | | | | | 34.54 |

| OPERACION | | | | | |
|---|--------------------------------------|-------------------|---|-------|---------------------------|
| ALARIO INTEGRADO POR TURNO | $So = 119.33$ | MOMM0014 | | | OPERADOR DE EQUIPO LIGERO |
| HORAS POR TURNO | $H = 8 \cdot 1.00$ | (FACTOR DR REND.) | = | 8.00 | Horas |
| OPERACION: Co: | $\frac{So}{H} = \frac{119.33}{8.00}$ | | = | 14.92 | |
| SUMA DE OPERACION POR HORA | | | | | 14.92 |
| COSTO DIRECTO HORA MAQUINA (HMD) | | | | | 116.16 |

"ESTUDIO DE MECANICA DE SUELOS PARA EL DISEÑO Y CONSTRUCCION
D PAVIMENTOS PARA LA URBANIZACION DE UN CONJUNTO RESIDENCIAL"

DATOS GENERALES

MAQUINA: EQBD0111

TRACTOR D7-H

Modelo: CAT-D7-H

| | | | | | |
|---------------------|--------------|----------------------------|---------------|---------------------|--------------|
| V.Adquisición | 1,860,315.85 | HP | 215.00 | Factor de Operación | 0.80 |
| Menos valor Llantas | 0.00 | Potencia de Operación | | | 172.00 HP |
| Valor inicial (Va) | 1,860,315.85 | Vida económica (Ve) | | | 14000 Hs. |
| Valor rescate (Vr) | 20.00% | 372,063.17 | Horas por Año | | 2000 Hrs/año |
| Tasa de interes | 20.00 % | Coefficiente de almacenaje | | | 0.0000 |
| Prima seguros (s) | 3.00 % | Factor de mantenimiento | | | 0.8000 |

| I.- CARGOS FIJOS | | HORA ACTIVA | HORA INACTIVA |
|--------------------------------------|---|--|---------------|
| DEPRECIACION | $D = \frac{V_a - V_r}{V_e}$ | $\frac{1860,315.85 - 372,063.17}{14000}$ | 106.30 |
| INVERSION | $I = \frac{(V_a + V_r) \cdot i}{2 \cdot H_a}$ | $\frac{1860,315.85 + 372,063.17 \cdot 0.2000}{2 \cdot 2000}$ | 111.62 |
| SEGUROS | $S = \frac{(V_a + V_r) \cdot s}{2 \cdot H_a}$ | $\frac{1860,315.85 + 372,063.17 \cdot 0.0300}{2 \cdot 2000}$ | 16.74 |
| MANTENIMIENTO | $T = Q \cdot D$ | $0.8000 \cdot 106.30$ | 85.04 |
| SUMA DE CARGOS FIJOS POR HORA | | | 319.70 |

| II.- CONSUMOS | | | | | |
|----------------------------------|--|------------------|--------------|--------|--------------|
| COMBUSTIBLE: | | | | | |
| DIESEL | E = | 0.1514 | 172.00 HP op | 2.91 | 75.78 |
| GASOLINA | E = | 0.2271 | 0.00 HP op | 3.70 | 0.00 |
| OTRAS FUENTES DE ENERGIA | | | | | |
| FABRICANTES DE MOTOR: | | | | | |
| CAPACIDAD CARTER | C = | 36.0 Litros | | | |
| CAMBIOS DE ACEITE | T = | 200.0 Horas | | | |
| $C_a = C / T$ | | 0.0035 | 172.00 | 0.7820 | 15.73 |
| L = | | 0.7820 | 15.00 | 15.73 | |
| FABRICANTES MAQUINA: | | | | | |
| TRANSMISION | | 0.00 | | | |
| MANDOS FINALES | | 0.00 | | | |
| GRASA | | 0.00 | | | 0.00 |
| N = | $\frac{V_h \text{ (VALOR LLANTAS)}}{H_v \text{ (VIDA ECONOMICA)}}$ | $\frac{0.00}{0}$ | | | 0.00 |
| SUMA DE CONSUMOS POR HORA | | | | | 87.61 |

| III.- OPERACION | | | | |
|---|-----------------|-----------------------|------------------------|----------------------------------|
| SALARIO INTEGRADO POR TURNO | So = | 257.20 | CUAD0024 | OPERADOR EQUIPO MAYOR + AYUDANTE |
| HORAS POR TURNO | H = | 8 | 1.00 (FACTOR DR REND.) | 8.00 Horas |
| OPERACION: Co = | $\frac{S_o}{H}$ | $\frac{257.20}{8.00}$ | 32.15 | |
| SUMA DE OPERACION POR HORA | | | | 32.15 |
| COSTO DIRECTO HORA MAQUINA (HMD) | | | | 439.36 |

"ESTUDIO DE MECANICA DE SUELOS PARA EL DISEÑO Y CONSTRUCCION
D PAVIMENTOS PARA LA URBANIZACION DE UN CONJUNTO RESIDENCIAL"

CONDICIONES GENERALES

MAQUINA: EQ0004

CAMION DE VOLTEO FANSA 1317/59 DE 7 M3.

Modelo: MOTOR MERCEDES BENZ

| | | | | | |
|---------------------|------------|----------------------------|--------|---------------------|--------------|
| Valor Adquisición | 124,320.00 | HP | 170.00 | Factor de Operación | 0.80 |
| Menos valor Llantas | 4,200.00 | Potencia de Operación | | | 136.00 HP |
| Valor inicial (Va) | 120,120.00 | Vida económica (Ve) | | | 8000 Hrs. |
| Valor rescate (Vr) | 10.00% | Horas por Año | | | 2000 Hrs/año |
| Tasa de interés | 20.00 % | Coefficiente de almacenaje | | | 0.0000 |
| Prima seguros (s) | 3.00 % | Factor de mantenimiento | | | 1.2000 |

| CARGOS FIJOS | | HORA ACTIVA | HORA INACTIVA |
|--------------------------------------|------------------------------|--|---------------|
| DEPRECIACION | $D = \frac{Va - Vr}{Ve}$ | $\frac{120,120.00 - 12,012.00}{8000}$ | 13.51 |
| INVERSION | $I = \frac{(Ve+Vr)*i}{2 Ha}$ | $\frac{120,120.00 + 12,012.00 * 0.2000}{2 * 2000}$ | 6.61 |
| SEGUROS | $S = \frac{(Ve+Vr)*s}{2 Ha}$ | $\frac{120,120.00 + 12,012.00 * 0.0300}{2 * 2000}$ | 0.99 |
| MANTENIMIENTO | $T = Q * D$ | $1.2000 * 13.51$ | 16.21 |
| SUMA DE CARGOS FIJOS POR HORA | | | 37.32 |

CONSUMOS

| | | | | | |
|--|--------|--------------------------|----------------|-------------|--------------|
| COMBUSTIBLE: | | | | | |
| DIESEL | E = | 0.1514 | 136.00 HP op * | 2.91 | 59.92 |
| GASOLINA | E = | 0.2271 | 0.00 HP op * | 3.70 | 0.00 |
| ORAS FUENTES DE ENERGIA | | | | | |
| FABRICANTES DE MOTOR: | | | | | |
| CAPACIDAD CARTER | C = | 14.0 Litros | | | |
| CAMBIOS DE ACEITE | T = | 100.0 Horas | | | |
| $Ca = C / T +$ | | 0.0035 | 136.00 | 0.6160 l/hr | |
| L = | 0.6160 | l/hr | 15.00 | ft | 9.24 |
| FABRICANTES MAQUINA: | | | | | |
| TRANSMISION | | 0.00 | | | |
| MANDOS FINALES | | 0.00 | | | |
| GRASA | | 0.00 | | | 0.00 |
| $N = \frac{Vn (VALOR LLANTAS)}{Hv (VIDA ECONOMICA)}$ | | $\frac{4,200.00}{3,500}$ | | | 1.20 |
| SUMA DE CONSUMOS POR HORA | | | | | 70.36 |

OPERACION

| | | | | |
|---|----------------|----------------------------|------------|---------------|
| ALARIO INTEGRADO POR TURNO | So = | 146.25 | MO00013 | CHOFER |
| ORAS POR TURNO | H = | 8 * 0.80 (FACTOR DR REND.) | 6.40 Horas | |
| OPERACION: Co. | $\frac{So}{H}$ | $\frac{146.25}{6.40}$ | 22.85 | |
| SUMA DE OPERACION POR HORA | | | | 22.85 |
| COSTO DIRECTO HORA MAQUINA (HMD) | | | | 130.53 |

**"ESTUDIO DE MECANICA DE SUELOS PARA EL DISEÑO Y CONSTRUCCION
D PAVIMENTOS PARA LA URBANIZACION DE UN CONJUNTO RESIDENCIAL"**

TOS GENERALESMAQUINA: **EQD9029**

CARGADOR FRONTAL CATERPILLAR 920

Modelo: **CAT. 920**

| | | | | | |
|---------------------|----------------------|--------------------------------|-------|---------------------|-------------|
| Valor Adquisición | 550,000.00 | HP | 80.00 | Factor de Operación | 0.90 |
| Menos valor Llantas | 0.00 | Potencia de Operación | | | 72.00 HP |
| Valor inicial (Va) | 550,000.00 | Vida económica (Ve) | | | 10000 Hs. |
| Valor rescate (Vr) | 20.00% 110,000.00 | Horas por Año | | | 2000 Hr/año |
| Tasa de interes | 20.00 % | Coefficiente de almacenamiento | | | 0.0000 |
| Prima seguros (s) | 2.00 % | Factor de mantenimiento | | | 0.8000 |

| I.- CARGOS FIJOS | | HORA ACTIVA | HORA INACTIVA |
|--------------------------------------|---------------------------------------|---|---------------|
| DEPRECIACION | $D = \frac{Va - Vr}{Ve}$ | $= \frac{550,000.00 - 110,000.00}{10000}$ | 44.00 |
| CONVERSION | $I = \frac{(Ve+Vr)^2 \cdot i}{2 H_a}$ | $= \frac{550,000.00 + 110,000.00 \cdot 0.2000}{2 \cdot 2000}$ | 33.00 |
| SEGUROS | $S = \frac{(Ve+Vr)^2 \cdot s}{2 H_a}$ | $= \frac{550,000.00 + 110,000.00 \cdot 0.0200}{2 \cdot 2000}$ | 3.30 |
| MANTENIMIENTO | $T = Q \cdot D$ | $= 0.8000 \cdot 44.00$ | 35.20 |
| SUMA DE CARGOS FIJOS POR HORA | | | 115.50 |

| II.- CONSUMOS | | | | | |
|--|--------------|-------------|-----------|---|--------------|
| COMBUSTIBLE: | | | | | |
| DIESEL | $E = 0.1514$ | 72.00 HP op | 2.91 | = | 31.72 |
| GASOLINA | $E = 0.2271$ | 0.00 HP op | 3.70 | = | 0.00 |
| OTRAS FUENTES DE ENERGIA | | | | | |
| RECAMBIOS DE MOTOR: | | | | | |
| CAPACIDAD CARTER | $C = 12.0$ | Litros | | | |
| CAMBIOS DE ACEITE | $T = 200.0$ | Horas | | | |
| $Ca = C / T$ | 0.0030 | | 72.00 | = | 0.2760 l/Hr |
| $L = 0.2760$ | l/Hr | | 15.00 /ft | = | 4.14 |
| RECAMBIOS MAQUINA: | | | | | |
| TRANSMISION | | 0.00 | | | |
| MANDOS FINALES | | 0.00 | | | |
| GRASA | | 0.00 | | = | 0.00 |
| $N = \frac{Vn (VALOR LLANTAS)}{Hv (VIDA ECONOMICA)}$ | | 0.00 | | = | 0.00 |
| SUMA DE CONSUMOS POR HORA | | | | | 35.86 |

| III.- OPERACION | | | | | |
|---|--------------------------------------|------------------------|---|-------|----------------------------------|
| ALARIO INTEGRADO POR TURNO | $So = 257.20$ | CUAD0024 | | | OPERADOR EQUIPO MAYOR + AYUDANTE |
| HORAS POR TURNO | $H = 8$ | 1.00 (FACTOR DR REND.) | = | 8.00 | Horas |
| OPERACION: Co: | $\frac{So}{H} = \frac{257.20}{8.00}$ | | = | 32.15 | |
| SUMA DE OPERACION POR HORA | | | | | 32.15 |
| COSTO DIRECTO HORA MAQUINA (HMD) | | | | | 183.51 |

"ESTUDIO DE MECANICA DE SUELOS PARA EL DISEÑO Y CONSTRUCCION
D PAVIMENTOS PARA LA URBANIZACION DE UN CONJUNTO RESIDENCIAL"

DATOS GENERALES

MAQUINA: EQN0019

TRANSITO NACIONAL K-E, CH5(EQ.MEDICION)

Modelo: CH-5

| | | | | | |
|---------------------|-----------|----------------------------|------|---------------------|-------------|
| V.Adquisición | 15,000.00 | HP | 0.00 | Factor de Operación | 0.80 |
| Menos valor Llantas | 0.00 | Potencia de Operación | | | 0.00 HP |
| Valor Inicial (Va) | 15,000.00 | Vida económica (Ve) | | | 9000 Hs. |
| Valor Rescate (Vr) | 0.00% | Horas por Año | | | 1500 Hr/año |
| Tasa de Interés | 20.00 % | Coefficiente de almacenaje | | | 0.0000 |
| Prima seguros (s) | 3.00 % | Factor de mantenimiento | | | 0.8000 |

| I.- CARGOS FIJOS | | HORA ACTIVA | HORA INACTIVA |
|--------------------------------------|--|--|---------------|
| DEPRECIACION | $D = \frac{Va - Vr}{Ve}$ | $\frac{15,000.00 - 0.00}{9000}$ | 1.67 |
| INVERSION | $I = \frac{(Va+Vr) \cdot i}{2 \cdot Ha}$ | $\frac{15,000.00 + 0.00 \cdot 0.2000}{2 \cdot 1500}$ | 1.00 |
| SEGUROS | $S = \frac{(Va+Vr) \cdot s}{2 \cdot Ha}$ | $\frac{15,000.00 + 0.00 \cdot 0.0300}{2 \cdot 1500}$ | 0.15 |
| MANTENIMIENTO | $T = Q \cdot D$ | $0.8000 \cdot 1.67$ | 1.34 |
| SUMA DE CARGOS FIJOS POR HORA | | | 4.16 |

| II.- CONSUMOS | | |
|--|---|-------------|
| COMBUSTIBLE: | | |
| DIESEL | $E = 0.1514 \cdot 0.00 \text{ HP op} \cdot 2.91 = 0.00$ | |
| GASOLINA | $E = 0.2271 \cdot 0.00 \text{ HP op} \cdot 3.70 = 0.00$ | |
| OTRAS FUENTES DE ENERGIA | | |
| GRASAS Y LUBRICANTES DE MOTOR: | | |
| CAPACIDAD CARTER | $C = 0.0 \text{ Litros}$ | |
| CAMBIOS DE ACEITE | $T = 0.0 \text{ Horas}$ | |
| $Ca = C / T$ | $0.0030 \cdot 0.00 = 0.0000 \text{ l/hr}$ | |
| $L = 0.0000$ | $0.0000 \cdot 15.00 \text{ /ft} = 0.00$ | |
| LUBRICANTES MAQUINA: | | |
| TRANSMISION | 0.00 | |
| MANDOS FINALES | 0.00 | |
| GRASA | 0.00 | |
| $N = \frac{Vn \text{ (VALOR LLANTAS)}}{Hv \text{ (VIDA ECONOMICA)}}$ | $\frac{0.00}{0} = 0.00$ | |
| SUMA DE CONSUMOS POR HORA | | 0.00 |

| III.- OPERACION | | |
|---|---|-------------|
| SALARIO INTEGRADO POR TURNO | $So = 0.00 \text{ (JOB50 SIN CARGO)}$ | |
| HORAS POR TURNO | $H = 8 \cdot 1.00 \text{ (FACTOR DE REND.)} = 8.00 \text{ Horas}$ | |
| OPERACION: Co | $\frac{So}{H} = \frac{0.00}{8.00} = 0.00$ | |
| SUMA DE OPERACION POR HORA | | 0.00 |
| COSTO DIRECTO HORA MAQUINA (HMD) | | 4.16 |

5.2
ANALISIS
DEL
FACTOR
DE
INDIRECTOS
Y
UTILIDAD.

"ESTUDIO DE MECANICA DE SUELOS PARA EL DISEÑO Y CONSTRUCCION DE PAVIMENTOS PARA LA URBANIZACION DE UN CONJUNTO RESIDENCIAL"

ANALISIS DEL FACTOR DE INDIRECTOS Y UTILIDAD

Instructora:
Incurso:
obra: Urbanización de un Conjunto Habitacional

Fecha: 21-dic-98

Fecha inicio:
Fecha terminación:

tiempo de ejecución: 91 DIAS CALENDARIO

Monto de obra a Costo Directo :

1,325,069.84

| CONCEPTO | % |
|---|---------------|
| ADMINISTRACION DE OFICINAS CENTRALES | 4.77% |
| ADMINISTRACION DE CAMPO | 6.88% |
| TRASLADO DE EQUIPO Y PERSONAL | 0.00% |
| RENTA O CONSTRUCCION DE OFICINAS, BODEGAS Y TALLERES | 0.94% |
| CONSTRUCCION DE CAMINOS DE ACCESO, CAMPAMENTO Y SU CONSERVACION | 0.00% |
| SEGUROS | 0.00% |
| FIANZAS | 0.57% |
| SUMA TOTAL DE CARGOS INDIRECTOS | 13.16% |

"ESTUDIO DE MECANICA DE SUELOS PARA EL DISEÑO Y CONSTRUCCION DE PAVIMENTOS PARA LA URBANIZACION DE UN CONJUNTO RESIDENCIAL"

ANALISIS DEL FACTOR DE INDIRECTOS Y UTILIDAD

Instrucciones:
 Incurso:
 Para: Urbanización de un Conjunto Habitacional
 Tiempo de ejecución: 91 DIAS CALENDARIO

Fecha: 21-dic-98
 Fecha Inicio:
 Fecha terminación:
 Monto de obra a Costo Directo 1,325,069.94

ADMINISTRACIÓN DE OFICINAS CENTRALES

| Item | No. | CONCEPTO | UNIDAD | CANTIDAD | COSTO UNITARIO | COSTO TOTAL |
|------|-----|-------------------------------------|--------|----------|----------------|------------------|
| | | RESUMEN | | | % | 4.7664 |
| | | HONORARIOS, SUELDOS Y PRESTACIONES | | | | 51,975.00 |
| | | DEPRECIACIÓN, MANTENIMIENTO Y RENTA | | | | 3,937.50 |
| | | EQUIPO DE OFICINA | | | | 4,445.00 |
| | | SERVICIOS | | | | 2,800.00 |
| | | TOTAL | | | | 63,157.50 |
| | | HONORARIOS, SUELDOS Y PRESTACIONES | | | | |
| 1 | | Personal de Oficina Central | mes | 3.50 | 14,850.00 | 51,975.00 |
| | | suma | | | | 51,975.00 |
| | | DEPRECIACIÓN, MANTENIMIENTO Y RENTA | | | | |
| 2 | | Renta de Oficinas | mes | 3.50 | 1,125.00 | 3,937.50 |
| | | suma | | | | 3,937.50 |
| | | EQUIPO DE OFICINA | | | | |
| 3 | | Papelería | mes | 3.50 | 450.00 | 1,575.00 |
| 4 | | Mobiliario y equipo de oficina | mes | 3.50 | 820.00 | 2,870.00 |
| | | suma | | | | 4,445.00 |
| | | SERVICIOS | | | | |
| 5 | | Teléfono, agua, luz | mes | 3.50 | 800.00 | 2,800.00 |
| | | suma | | | | 2,800.00 |

ADMINISTRACION DE CAMPO

| Item | No. | CONCEPTO | UNIDAD | CANTIDAD | COSTO UNITARIO | COSTO TOTAL |
|------|-----|------------------------------------|--------|----------|----------------|------------------|
| | | RESUMEN | | | % | 6.8841 |
| | | HONORARIOS, SUELDOS Y PRESTACIONES | | | | 64,750.00 |
| | | GASTOS DE OBRA ESPECIFICOS | | | | 5,293.75 |
| | | EQUIPO DE OFICINA | | | | 5,075.00 |
| | | VEHICULOS DE SERVICIO | | | | 13,300.00 |
| | | SEÑALAMIENTO DE PROTECCION DE OBRA | | | | 2,800.00 |
| | | TOTAL | | | | 91,218.75 |
| | | HONORARIOS, SUELDOS Y PRESTACIONES | | | | |
| 1 | | Personal técnico | mes | 3.50 | 18,500.00 | 64,750.00 |
| | | suma | | | | 64,750.00 |

"ESTUDIO DE MECANICA DE SUELOS PARA EL DISEÑO Y CONSTRUCCION DE PAVIMENTOS PARA LA URBANIZACION DE UN CONJUNTO RESIDENCIAL"

ANALISIS DEL FACTOR DE INDIRECTOS Y UTILIDAD

Instructores:
Curso:
obra: Urbanización de un Conjunto Habitacional

Fecha: 21-dic-98

Fecha Inicio:
Fecha terminación:

tiempo de ejecución: 91 DIAS CALENDARIO

Monto de obra a Costo Directo 1,325,069.94

| GASTOS DE OBRA ESPECIFICOS | | | | | |
|-----------------------------------|--|-----|------|----------|-----------|
| 2 | Gastos Sindicales | mes | 3.50 | 1,062.50 | 3,718.75 |
| 3 | Copias para obra | mes | 3.50 | 300.00 | 1,050.00 |
| 4 | Fotografías | mes | 3.50 | 150.00 | 525.00 |
| | suma | | | | 5,293.75 |
| EQUIPO DE OFICINA | | | | | |
| 5 | Papelaría | mes | 3.50 | 300.00 | 1,050.00 |
| 6 | Mobiliario y equipo de oficina | mes | 3.50 | 1,150.00 | 4,025.00 |
| | suma | | | | 5,075.00 |
| VEHICULOS DE SERVICIO | | | | | |
| 7 | Renta de camioneta (2) | mes | 3.50 | 1,600.00 | 5,600.00 |
| 8 | Combustibles, refacciones y servicios | mes | 3.50 | 2,200.00 | 7,700.00 |
| 9 | Gastos de transporte de equipo y camioneta | mes | | | 0.00 |
| | suma | | | | 13,300.00 |
| GASTOS DE OBRA | | | | | |
| 10 | Señalización para protección de obra | mes | 3.50 | 800.00 | 2,800.00 |
| 11 | Limpieza de obra | mes | | | 0.00 |
| | suma | | | | 2,800.00 |

TRASLADO DE EQUIPO Y PERSONAL

| ve | No. | CONCEPTO | UNIDAD | CANTIDAD | COSTO UNITARIO | COSTO TOTAL |
|----|-----|--------------------------------------|--------|----------|----------------|-------------|
| | | RESUMEN | | | % | 0.0000 |
| | | TRASLADO DE EQUIPO Y PERSONAL | | | | |
| | | TRASLADO DE EQUIPO Y PERSONAL | | | | |
| 1 | | Traslado de equipo | Lote | 1.00 | 15,000.00 | 15,000.00 |
| 2 | | Traslado de personal | Lote | 1.00 | 0.00 | 0.00 |
| | | suma | | | | 0.00 |

RENTA O CONSTRUCCION DE OFICINAS, BODEGAS Y TALLERES

| ve | No. | CONCEPTO | UNIDAD | CANTIDAD | COSTO UNITARIO | COSTO TOTAL |
|----|-----|-------------------------------------|--------|----------|----------------|-------------|
| | | RESUMEN | | | % | 0.9433 |
| | | CONSTRUCCIONES PROVISIONALES | | | | 12,500.00 |
| | | CONSTRUCCIONES PROVISIONALES | | | | |

"ESTUDIO DE MECANICA DE SUELOS PARA EL DISEÑO Y CONSTRUCCION DE PAVIMENTOS PARA LA URBANIZACION DE UN CONJUNTO RESIDENCIAL"

ANALISIS DEL FACTOR DE INDIRECTOS Y UTILIDAD

| | | | | | |
|--|--|--------------|-------|--------|-----------|
| Construtora: | Fecha: | 21-dic-98 | | | |
| Curso: | Fecha Inicio: | | | | |
| Urbanización de un Conjunto Habitacional | Fecha terminación: | | | | |
| Plazo de ejecución: 91 DIAS CALENDARIO | Monto de obra a Costo Directo | 1,325,069.94 | | | |
| 1 | Construcción de oficinas provisionales | m2 | 50.00 | 250.00 | 12,500.00 |
| | suma | | | | 12,500.00 |

CONSTRUCCION DE CAMINOS DE ACCESO, CAMPAMENTO Y SU CONSERVACION

| No. | CONCEPTO | UNIDAD | CANTIDAD | COSTO UNITARIO | COSTO TOTAL |
|-----|-----------------------------------|--------|----------|----------------|-------------|
| | RESUMEN | | | % | 1,3584 |
| | CONSTRUCCION DE CAMINOS DE ACCESO | | | | 18,000.00 |
| | CONSTRUCCION DE CAMINOS DE ACCESO | | | | |
| 1 | Construcción de campamentos | Lote | 1.00 | 18,000.00 | 18,000.00 |
| 2 | Conservación de caminos de acceso | Lote | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| | suma | | | | 18,000.00 |

SEGUROS

| No. | CONCEPTO | UNIDAD | CANTIDAD | COSTO UNITARIO | COSTO TOTAL |
|-----|-----------------|--------|----------|----------------|-------------|
| | RESUMEN | | | % | 0.0000 |
| | SEGUROS | | | | 0.00 |
| | SEGUROS | | | | |
| 1 | Seguros de obra | mes | 0.00 | | 0.00 |
| | suma | | | | 0.00 |

FIANZAS

| No. | CONCEPTO | UNIDAD | CANTIDAD | COSTO UNITARIO | COSTO TOTAL |
|-----|----------|--------|----------|----------------|-------------|
| | RESUMEN | | | % | 0.5660 |
| | FIANZAS | | | | 7,500.00 |
| | FIANZAS | | | | |
| 1 | Fianzas | lote | 1.00 | 7,500.00 | 7,500.00 |
| | suma | | | | 7,500.00 |

**"ESTUDIO DE MECANICA DE SUELOS PARA EL DISEÑO Y CONSTRUCCION DE
PAVIMENTOS PARA LA URBANIZACION DE UN CONJUNTO RESIDENCIAL"**

ANALISIS DEL FACTOR DE INDIRECTOS Y UTILIDAD

Constructora:
Curso:
a: Urbanización de un Conjunto Habitacional
mpo de ejecución: 91 DIAS CALENDARIO

Fecha: 21-dic-08
Fecha inicio:
Fecha terminación:

| CONCEPTO | IMPORTE | % |
|---------------------------------------|---------------------|--------------|
| MONTO DE OBRA A COSTO DIRECTO | 1,325,069.94 | |
| COSTOS INDIRECTOS | 174,376.25 | 13.16% |
| COSTO DE FINANCIAMIENTO | 2,098.94 | 0.14% |
| INDIRECTOS TOTALES | 176,475.193 | 13.32% |
| SUMA | 1,501,545.13 | |
| UTILIDAD = (CD+CI+CF) x 9.00 % | 135,139.06 | 9.00% |

5.3
ANALISIS
DEL
FACTOR
DE
FINACIAMIENTO.

"ESTUDIO DE MECANICA DE SUELOS PARA EL DISEÑO Y CONSTRUCCION DE PAVIMENTOS PARA LA URBANIZACION DE UN CONJUNTO RESIDENCIAL"

ANALISIS DEL FACTOR DE FINANCIAMIENTO

Constructora: _____ **Fecha:** 21-dic-88
Concurso: _____ **Fecha inicio:** _____
Obra: Urbanización de un Conjunto Habitacional **Fecha terminación:** _____

Tasa de interés Mensual (C.P.P.) = 0.2776/12 =

2.31%

| CONCEPTO | MES 1 | MES 2 | MES 3 | MES 4 | TOTALES |
|--|------------|-------------|--------------|--------------|--------------|
| COSTO DIRECTO | 118,136.04 | 577,731.02 | 516,898.36 | 112,306.52 | 1,325,069.94 |
| COSTO INDIRECTO | 15,546.44 | 78,028.11 | 68,022.41 | 14,779.29 | 174,376.25 |
| COSTO DIRECTO + INDIRECTO | 133,682.48 | 653,759.13 | 584,918.77 | 127,085.81 | 1,499,446.19 |
| EROGACIONES ACUMULADAS | 133,682.48 | 787,441.61 | 1,372,360.38 | 1,499,446.19 | 1,499,446.19 |
| ESTIMACIONES DE OBRA | 147,593.90 | 722,143.56 | 646,130.92 | 140,376.18 | 1,656,244.56 |
| ESTIMACIONES ACUMULADAS | 147,593.90 | 869,737.46 | 1,515,868.38 | 1,656,244.56 | 1,656,244.56 |
| ANTICIPOS (30%) | 496,873.37 | | | | |
| COBRO CON ANTICIPO AMORTIZADO | | 103,315.73 | 505,500.48 | 550,554.97 | 1,656,244.56 |
| COBROS ACUMULADOS | 496,873.37 | 600,189.10 | 1,105,689.59 | 1,656,244.56 | 3,312,489.12 |
| DIFERENCIAS ENTRE EROGACIONES Y COBROS | 363,190.89 | -187,252.52 | -266,670.79 | 156,798.37 | 1,813,042.93 |
| INTERÉS MENSUAL | -8,401.82 | 4,331.77 | 6,168.98 | -3,627.27 | |
| INTERES ACUMULADO | -8,401.82 | -4,070.04 | 2,098.94 | -3,627.27 | |

PORCENTAJE DE FINANCIAMIENTO : 0.14%

"ESTUDIO DE MECANICA DE SUELOS PARA EL DISEÑO Y CONSTRUCCION
D PAVIMENTOS PARA LA URBANIZACION DE UN CONJUNTO RESIDENCIAL"

ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS

| Concepto | PRE00005 | Unidad de Medida | M2 | | |
|--|-----------|------------------|----------|---------|--|
| DESCRIPCION | UNID | COSTO UNIT. | CANTIDAD | IMPORTE | |
| TRAZO Y NIVELACION DE TERRENO, ESTABLECIENDO EJES Y REFERENCIAS. | | | | | |
| MATERIALES | | | | | |
| MADERA PARA CIMBRA | P.T. | 4.29 | 0.070000 | 0.30 | |
| CAL | TON | 488.96 | 0.000300 | 0.15 | |
| TOTAL MATERIALES | | | | 0.45 | |
| DE OBRA | | | | | |
| CUADRILLA DE TRAZO | JOR | 330.64 | 0.003200 | 1.06 | |
| TOTAL MANO DE OBRA | | | | 1.06 | |
| DE EQUIPO Y HERRAMIENTA | | | | | |
| TRANSITO NATIONAL K-E, CH5(EQ.MEDICION) | HR | 4.16 | 0.025000 | 0.10 | |
| TOTAL EQUIPO Y HERRAMIENTA | | | | 0.10 | |
| COSTO DIRECTO | | | | 1.81 | |
| INDIRECTOS | 25.0000 % | | | 0.40 | |
| PRECIO UNITARIO | | | | 2.01 | |

"DOS PESOS 01/100 ")

"ESTUDIO DE MECANICA DE SUELOS PARA EL DISEÑO Y CONSTRUCCION
D PAVIMENTOS PARA LA URBANIZACION DE UN CONJUNTO RESIDENCIAL"

ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS

| Concepto | PRE00006 | Unidad de Medida | | M3 |
|--|----------|------------------|----------|---------|
| DESCRIPCION | UNID | COSTO UNIT. | CANTIDAD | IMPORTE |
| ESPALME DE 20cm DE ESPESOR, POR MEDIOS MECANICOS EN MATERIAL TIPO I, CON ACARREO A 20 m. | | | | |
| EQUIPO Y HERRAMIENTA | | | | |
| TRACTOR D7-H | HR | 439.36 | 0.008300 | 3.65 |
| CARGADOR FRONTAL CATERPILLAR 920 | HR | 183.51 | 0.015000 | 2.75 |
| TOTAL EQUIPO Y HERRAMIENTA | | | | 6.40 |
| COSTO DIRECTO | | | | 6.40 |
| INDIRECTOS | | | | 1.60 |
| PRECIO UNITARIO | | | | 8.00 |
| OCHO PESOS 00/100 *) | | | | |

"ESTUDIO DE MECANICA DE SUELOS PARA EL DISEÑO Y CONSTRUCCION
D PAVIMENTOS PARA LA URBANIZACION DE UN CONJUNTO RESIDENCIAL"

ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS

| Concepto | PRE00009 | Unidad de Medida | | M3 | |
|--|-----------|------------------|----------|-------------|--|
| DESCRIPCION | UNID | COSTO UNIT. | CANTIDAD | IMPORTE | |
| EXCAVACION EN CORTE MATERIAL I POR MEDIOS MECANICOS. | | | | | |
| EQUIPO Y HERRAMIENTA | | | | | |
| TRACTOR D7-H | HR | 439.36 | 0.010300 | 4.53 | |
| TOTAL EQUIPO Y HERRAMIENTA | | | | <u>4.53</u> | |
| COSTO DIRECTO | | | | | |
| INDIRECTOS | 25.0000 % | | | 4.53 | |
| PRECIO UNITARIO | | | | 1.13 | |
| (*CINCO PESOS 66/100) | | | | 5.66 | |

ESTUDIO DE MECANICA DE SUELOS PARA EL DISEÑO Y CONSTRUCCION
D PAVIMENTOS PARA LA URBANIZACION DE UN CONJUNTO RESIDENCIAL*

ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS

| Concepto | PRE00007 | Unidad de Medida | M2 | | |
|--|----------|----------------------|----------|-----------|------|
| DESCRIPCION | UNID | COSTO UNIT. | CANTIDAD | IMPORTE | |
| AFINE Y COMPACTACION DE TERRENO NATURAL EN AREA DE DESPLANTE DE TERRAPLENES, EN CAPAS NO MAYORES A 20 cm DE ESPESOR AL 90% PROCTOR STANDARD. | | | | | |
| MATERIALES | | | | | |
| AGUA | M3 | 10.00 | 0.030000 | 0.30 | |
| | TOTAL | MATERIALES | | 0.30 | |
| MANO DE OBRA | | | | | |
| CUADRILLA DE AYUDANTE | JOR | 100.46 | 0.000400 | 0.04 | |
| | TOTAL | MANO DE OBRA | | 0.04 | |
| EQUIPO Y HERRAMIENTA | | | | | |
| MOTOCONFORMADORA 12-G | HR | 348.03 | 0.004600 | 1.60 | |
| COMPACTADOR VIBRATORIO | HR | 191.03 | 0.004600 | 0.88 | |
| CAMION PIPA CAP. 10,000 L. | HR | 108.05 | 0.001800 | 0.19 | |
| | TOTAL | EQUIPO Y HERRAMIENTA | | 2.67 | |
| COSTO DIRECTO | | | | 3.01 | |
| INDIRECTOS | | | | 25.0000 % | 0.75 |
| PRECIO UNITARIO | | | | | 3.76 |

(*TRES PESOS 76/100 *)

"ESTUDIO DE MECANICA DE SUELOS PARA EL DISEÑO Y CONSTRUCCION
D PAVIMENTOS PARA LA URBANIZACION DE UN CONJUNTO RESIDENCIAL"

ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS

| Concepto | PRE00008 | Unidad de Medida | M3 | | |
|---|-----------|----------------------|----------|---------|--|
| DESCRIPCION | UNID | COSTO UNIT. | CANTIDAD | IMPORTE | |
| FORMACION DE TERRAPLEN AL 85% PROCTOR STANDARD, POR MEDIOS MECANICOS CON MATERIAL PRODUCTO DE EXCAVACION, INCLUYE ACARREO AL 1er. Km. | | | | | |
| MATERIALES | | | | | |
| AGUA | M3 | 10.00 | 0.200000 | 2.00 | |
| | TOTAL | MATERIALES | | 2.00 | |
| MANO DE OBRA | | | | | |
| CUADRILLA DE AYUDANTE | JOR | 100.46 | 0.004000 | 0.40 | |
| | TOTAL | MANO DE OBRA | | 0.40 | |
| EQUIPO Y HERRAMIENTA | | | | | |
| MOTOCONFORMADORA 12-G | HR | 348.03 | 0.020000 | 6.96 | |
| COMPACTADOR VIBRATORIO | HR | 191.03 | 0.020000 | 3.82 | |
| CAMION PIPA CAP. 10,000 L. | HR | 108.05 | 0.011800 | 1.27 | |
| | TOTAL | EQUIPO Y HERRAMIENTA | | 12.05 | |
| COSTO DIRECTO | | | | 14.45 | |
| INDIRECTOS | 25.0000 % | | | 3.61 | |
| PRECIO UNITARIO | | | | 18.06 | |
| (*DIECIOCHO PESOS 06/100 *) | | | | | |

"ESTUDIO DE MECANICA DE SUELOS PARA EL DISEÑO Y CONSTRUCCION
D PAVIMENTOS PARA LA URBANIZACION DE UN CONJUNTO RESIDENCIAL"

ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS

| Concepto | PRE00004 | Unidad de Medida | M3 | | |
|---|-----------|------------------|----------|-------------|--|
| DESCRIPCION | UNID | COSTO UNIT. | CANTIDAD | IMPORTE | |
| ACARREO DE MATERIAL PRODUCTO DE EXCAVACION 1er Km, INCLUYE CARGA A MAQUINA. | | | | | |
| EQUIPO Y HERRAMIENTA | | | | | |
| CAMION DE VOLTEO FAMSА 1317/39 DE 7 M3. | HR | 130.53 | 0.022200 | 2.90 | |
| CARGADOR FRONTAL CATERPILLAR 920 | HR | 183.51 | 0.011100 | 2.04 | |
| TOTAL EQUIPO Y HERRAMIENTA | | | | <u>4.94</u> | |
| COSTO DIRECTO | | | | 4.94 | |
| INDIRECTOS | 25.0000 % | | | 1.24 | |
| PRECIO UNITARIO | | | | 6.18 | |
| (*SEIS PESOS 18/100 *) | | | | | |

"ESTUDIO DE MECANICA DE SUELOS PARA EL DISEÑO Y CONSTRUCCION
D PAVIMENTOS PARA LA URBANIZACION DE UN CONJUNTO RESIDENCIAL"

ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS

| Concepto | PRE00010 | Unidad de Medida | M3KM | | |
|--|-----------|------------------|----------|---------|--|
| DESCRIPCION | UNID | COSTO UNIT. | CANTIDAD | IMPORTE | |
| ACARREO DE MATERIAL PRODUCTO DE EXCAVACION Km SUBSECUENTES AL PRIMERO. | | | | | |
| EQUIPO Y HERRAMIENTA | | | | | |
| CAMION DE VOLTEO FAMSA 1317/39 DE 7 M3. | HR | 130.53 | 0.008300 | 1.08 | |
| TOTAL EQUIPO Y HERRAMIENTA | | | | 1.08 | |
| COSTO DIRECTO | | | | 1.08 | |
| INDIRECTOS | 25.0000 ¢ | | | 0.27 | |
| PRECIO UNITARIO | | | | 1.35 | |
| (*UN PESOS 35/100 *) | | | | | |

"ESTUDIO DE MECANICA DE SUELOS PARA EL DISEÑO Y CONSTRUCCION
D PAVIMENTOS PARA LA URBANIZACION DE UN CONJUNTO RESIDENCIAL"

ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS

| Concepto | PRE00012 | Unidad de Medida | M3 | | |
|---|----------|------------------|----------|---------|--|
| DESCRIPCION | UNID | COSTO UNIT. | CANTIDAD | IMPORTE | |
| SUB-BASE COMPACTADA EN CAPAS DE 20 cm ESP. AL 90% PROCTOR STD. CON MATERIAL DE BANCO. | | | | | |
| MATERIALES | | | | | |
| TEPETATE | M3 | 55.00 | 1.200000 | 66.00 | |
| AGUA | M3 | 10.00 | 0.200000 | 2.00 | |
| TOTAL MATERIALES | | | | 68.00 | |
| MANO DE OBRA | | | | | |
| CUADRILLA DE AYUDANTE | JOR | 100.46 | 0.003000 | 0.30 | |
| TOTAL MANO DE OBRA | | | | 0.30 | |
| EQUIPO Y HERRAMIENTA | | | | | |
| MOTOCONFORMADORA 12-G | HR | 348.03 | 0.021000 | 7.31 | |
| COMPACTADOR VIBRATORIO | HR | 191.03 | 0.021000 | 4.01 | |
| CAMION PIPA CAP. 10,000 L. | HR | 108.05 | 0.011800 | 1.27 | |
| TOTAL EQUIPO Y HERRAMIENTA | | | | 12.59 | |
| COSTO DIRECTO | | | | 80.89 | |
| INDIRECTOS | | 25.0000 ₡ | | 20.22 | |
| PRECIO UNITARIO | | | | 101.11 | |
| (*CIENTO UN PESOS 11/100 *) | | | | | |

ESTUDIO DE MECANICA DE SUELOS PARA EL DISEÑO Y CONSTRUCCION
D PAVIMENTOS PARA LA URBANIZACION DE UN CONJUNTO RESIDENCIAL*

ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS

| Concepto | PRE00013 | Unidad de Medida | M3 | | |
|--|-----------|------------------|----------|---------|--|
| DESCRIPCION | UNID | COSTO UNIT. | CANTIDAD | IMPORTE | |
| BASE COMPACTADA AL 95% PROCTOR STD. EN CAPAS DE 20 cm DE ESPESOR, CON MATERIAL DE BANCO. | | | | | |
| MATERIALES | | | | | |
| MATERIAL PARA BASE L.A.B. EN OBRA | M3 | 55.00 | 1.200000 | 66.00 | |
| AGUA | M3 | 10.00 | 0.200000 | 2.00 | |
| TOTAL MATERIALES | | | | 68.00 | |
| MANO DE OBRA | | | | | |
| CUADRILLA DE AYUDANTE | JOR | 100.46 | 0.003000 | 0.30 | |
| TOTAL MANO DE OBRA | | | | 0.30 | |
| EQUIPO Y HERRAMIENTA | | | | | |
| MOTOCONFORMADORA 12-G | HR | 348.03 | 0.023000 | 8.00 | |
| COMPACTADOR VIBRATORIO | HR | 191.03 | 0.023000 | 4.39 | |
| CAMION PIPA CAP. 10,000 L. | HR | 108.05 | 0.011800 | 1.27 | |
| TOTAL EQUIPO Y HERRAMIENTA | | | | 13.66 | |
| COSTO DIRECTO | | | | 81.96 | |
| INDIRECTOS | 25.0000 % | | | 20.49 | |
| PRECIO UNITARIO | | | | 102.45 | |
| (*CIENTO DOS PESOS 45/100 *) | | | | | |

"ESTUDIO DE MECANICA DE SUELOS PARA EL DISEÑO Y CONSTRUCCION
D PAVIMENTOS PARA LA URBANIZACION DE UN CONJUNTO RESIDENCIAL"

ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS

| Concepto | PRE00014 | Unidad de Medida | M2 | |
|-------------------------|----------|------------------|----------|---------|
| DESCRIPCION | UNID | COSTO UNIT. | CANTIDAD | IMPORTE |
| BARRIDO DE PISO | | | | |
| MANO DE OBRA | | | | |
| CUADRILLA DE AYUDANTE | JOR | 100.46 | 0.006100 | 0.61 |
| TOTAL MANO DE OBRA | | | | 0.61 |
| COSTO DIRECTO | | | | 0.61 |
| INDIRECTOS | 25.0000 | € | | 0.15 |
| PRECIO UNITARIO | | | | 0.76 |
| (* CERO PESOS 76/100 *) | | | | |

"ESTUDIO DE MECANICA DE SUELOS PARA EL DISEÑO Y CONSTRUCCION
D PAVIMENTOS PARA LA URBANIZACION DE UN CONJUNTO RESIDENCIAL"

ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS

| Concepto | PRE00015 | Unidad de Medida | LT. | | |
|--|-----------|------------------|----------|---------|--|
| DESCRIPCION | UNID | COSTO UNIT. | CANTIDAD | IMPORTE | |
| RIEGO DE IMPREGNACION CON EMULSION ASFALTICA RL. | | | | | |
| MATERIALES | | | | | |
| EMULSION RL | LTO. | 1.10 | 1.040000 | 1.14 | |
| AGUA | M3 | 10.00 | 0.000500 | 0.01 | |
| TOTAL MATERIALES | | | | 1.15 | |
| MANO DE OBRA | | | | | |
| CUADRIL DE AYUDANTE | JOR | 100.46 | 0.000200 | 0.02 | |
| TOTAL MANO DE OBRA | | | | 0.02 | |
| EQUIPO Y HERRAMIENTA | | | | | |
| PETROLIZADORA 6,500 L | HR | 118.96 | 0.001200 | 0.14 | |
| CAMION PIPA CAP. 10,000 L. | HR | 108.05 | 0.000500 | 0.05 | |
| TOTAL EQUIPO Y HERRAMIENTA | | | | 0.19 | |
| COSTO DIRECTO | | | | 1.36 | |
| INDIRECTOS | 25.0000 % | | | 0.34 | |
| PRECIO UNITARIO | | | | 1.70 | |
| (*UN PESOS 70/100 *) | | | | | |

"ESTUDIO DE MECANICA DE SUELOS PARA EL DISEÑO Y CONSTRUCCION
D PAVIMENTOS PARA LA URBANIZACION DE UN CONJUNTO RESIDENCIAL"

ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS

| Concepto | PRE00016 | Unidad de Medida | LT. | |
|--|----------------------|------------------|----------|-----------|
| DESCRIPCION | UNID | COSTO UNIT. | CANTIDAD | IMPORTE |
| RIEGO DE LIGA CON EMULSION ASFALTICA RR. | | | | |
| MATERIALES | | | | |
| EMULSION RR | LTO. | 1.10 | 1.040000 | 1.14 |
| AGUA | M3 | 10.00 | 0.000500 | 0.01 |
| TOTAL | MATERIALES | | | 1.15 |
| MANO DE OBRA | | | | |
| CUADRILLA DE AYUDANTE | JOR | 100.46 | 0.000200 | 0.02 |
| TOTAL | MANO DE OBRA | | | 0.02 |
| EQUIPO Y HERRAMIENTA | | | | |
| PETROLIZADORA 6,500 L | HR | 118.96 | 0.001200 | 0.14 |
| CAMION PIPA CAP. 10,000 L. | HR | 108.05 | 0.000500 | 0.05 |
| TOTAL | EQUIPO Y HERRAMIENTA | | | 0.19 |
| COSTO DIRECTO | | | | 1.36 |
| INDIRECTOS | | | | 25.0000 % |
| PRECIO UNITARIO | | | | 1.70 |
| (* UN PESOS 70/100 *) | | | | |

"ESTUDIO DE MECANICA DE SUELOS PARA EL DISEÑO Y CONSTRUCCION
D PAVIMENTOS PARA LA URBANIZACION DE UN CONJUNTO RESIDENCIAL"

ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS

| Concepto | PRE00017 | Unidad de Medida | M2 | | |
|---|-----------|------------------|----------|---------|--|
| DESCRIPCION | UNID | COSTO UNIT. | CANTIDAD | IMPORTE | |
| CARPETA DE CONCRETO ASFALTICO DE 7 cm DE ESPESOR. | | | | | |
| MATERIALES | | | | | |
| MEZCLA ASFALTICA LAB PLANTA | TON | 181.56 | 0.158000 | 28.69 | |
| TOTAL MATERIALES | | | | 28.69 | |
| MANO DE OBRA | | | | | |
| CUADRILLA DE AYUDANTE | HR | 100.46 | 0.002000 | 0.20 | |
| TOTAL MANO DE OBRA | | | | 0.20 | |
| EQUIPO Y HERRAMIENTA | | | | | |
| PAVIMENTADORA | HR | 173.43 | 0.008000 | 1.39 | |
| COMPACTADOR S/NEUMATICOS | HR | 116.16 | 0.008000 | 0.93 | |
| COMPACTADOR VIBRATORIO | HR | 191.03 | 0.008000 | 1.53 | |
| TOTAL EQUIPO Y HERRAMIENTA | | | | 3.85 | |
| COSTO DIRECTO | | | | 32.74 | |
| INDIRECTOS | 25.0000 % | | | 8.19 | |
| PRECIO UNITARIO | | | | 40.93 | |
| (*CUARENTA PESOS 93/100 *) | | | | | |

"ESTUDIO DE MECANICA DE SUELOS PARA EL DISEÑO Y CONSTRUCCION
D PAVIMENTOS PARA LA URBANIZACION DE UN CONJUNTO RESIDENCIAL"

ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS

| Concepto | PRE00018 | Unidad de Medida | M2 | | |
|--|-----------|------------------|----------|---------|--|
| DESCRIPCION | UNID | COSTO UNIT. | CANTIDAD | IMPORTE | |
| SELLO EN CARPETA ASFALTICA CON CEMENTO GRIS | | | | | |
| MATERIALES | | | | | |
| CEMENTO GRIS NORMAL | TON | 1009.00 | 0.001100 | 1.11 | |
| TOTAL MATERIALES | | | | 1.11 | |
| MANO DE OBRA | | | | | |
| CUADRILLA DE AYUDANTE | JOR | 100.46 | 0.013700 | 1.38 | |
| TOTAL MANO DE OBRA | | | | 1.38 | |
| COSTO DIRECTO | | | | 2.49 | |
| INDIRECTOS | 25.0000 % | | | 0.62 | |
| PRECIO UNITARIO | | | | 3.11 | |
| (*TRES PESOS 11/100 *) | | | | | |

5.5
PROGRAMA
DE
TRABAJO
Y
FLUJOS
ECONOMICOS.

ESTUDIO DE MECANICA DE SUELOS PARA EL DISEÑO Y CONSTRUCCION DE PAVIMENTOS PARA LA URBANIZACION DE UN CONJUNTO RESIDENCIAL

PROGRAMA DE TRABAJO Y FLUJOS ECONOMICOS

| Código | Concepto | Unid. | Sem. 1 | Sem. 2 | Sem. 3 | Sem. 4 | Sem. 5 | Sem. 6 | Sem. 7 | Sem. 8 | Sem. 9 | Sem. 10 | Sem. 11 | Sem. 12 | Sem. 13 | IMPORTE |
|---------------------|--|-------|-----------|-----------|-----------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|
| PRE00005 | TRAZO Y NIVELACION DE TERRENO | M2 | 16,841.70 | 11,227.86 | | | | | | | | | | | | 28,069.56 |
| PRE00006 | DESPALME DE 20 cm ESP. MED. MECANICOS | M3 | | 22,344.00 | | | | | | | | | | | | 22,344.00 |
| PRE00009 | EXCAVACION EN CORTE MAT. I MEDIOS MEC. | M3 | | | 24,700.24 | | | | | | | | | | | 24,700.24 |
| PRE00007 | AFINE Y COMPACTACION DE TERRENO NAT. | M2 | | | 21,000.36 | 1,806.04 | | | | | | | | | | 22,806.40 |
| PRE00008 | FORMACION DE TERRAPLEN AL 85% PROCT. | M3 | | | | 22,544.89 | 7,083.07 | | | | | | | | | 29,627.96 |
| PRE00004 | ACARREO DE MATERIAL PROD. EXC. 1er Km. | M3 | | | 1,864.60 | 4,310.61 | 2,346.01 | | | | | | | | | 8,521.22 |
| PRE00010 | ACARREO DE MATERIAL PROD. EXC. Km. SUIM3KM | M3 | | | 1,715.58 | 4,268.95 | 2,673.37 | | | | | | | | | 8,657.90 |
| PRE00012 | SUB-BASE COMPACTADA AL 90% C/MAT. BA. | M3 | | | | | | 172,078.00 | 271,824.12 | 48,422.57 | | | | | | 492,324.69 |
| PRE00013 | BASE COMPACTADA 95% C/MATERIAL DE B/ | M3 | | | | | | | | 171,688.71 | 114,487.14 | | | | | 286,175.85 |
| PRE00014 | BARRIDO DE PISO | M2 | | | | | | | | 1,081.34 | 7,429.38 | 2,122.88 | | | | 10,633.60 |
| PRE00015 | RIEGO DE IMPREGNACION CON EMULSION | LT | | | | | | | | | | 35,800.00 | | | | 35,800.00 |
| PRE00016 | RIEGO DE LIGA CON EMULSION ASF. | LT | | | | | | | | | | | 11,869.40 | | | 11,869.40 |
| PRE00017 | CARPETA DE CONCRETO ASFALTICO DE 7cr | M2 | | | | | | | | | | 200,058.61 | 29,214.36 | 114,317.48 | | 571,567.45 |
| PRE00018 | SELLO CON CEMENTO CRIS | M2 | | | | | | | | | | | 17,372.48 | 26,058.88 | | 43,431.36 |
| TOTALES POR PERIODO | | | 16,841.79 | 33,571.86 | 49,383.18 | 47,797.07 | 48,077.77 | 180,072.05 | 271,824.12 | 222,169.62 | 121,886.52 | 37,732.58 | 211,925.01 | 274,586.81 | 140,376.18 | 1,656,244.56 |
| ACUMULADO | | | 16,841.79 | 50,413.65 | 99,796.83 | 147,593.90 | 195,671.67 | 375,743.72 | 647,567.84 | 869,737.46 | 991,623.98 | 1,029,356.56 | 1,241,281.57 | 1,515,868.38 | 1,656,244.56 | |

"ESTUDIO DE MECANICA DE SUELOS PARA EL DISEÑO Y CONSTRUCCION
DE PAVIMENTOS PARA LA URBANIZACION DE UN CONJUNTO RESIDENCIAL"

RESUMEN DEL PRESUPUESTO

| CONCEPTO | IMPORTE |
|--------------|--------------|
| URBANIZACION | 1,656,244.56 |
| TOTAL | 1,656,244.56 |

(UN MILLON SEISCIENTOS CINCUENTA Y SEIS MIL DOSCIENTOS CUARENTA Y CUATRO PESOS 56/100)

**"ESTUDIO DE MECANICA DE SUELOS PARA EL DISEÑO Y CONSTRUCCION
DE PAVIMENTOS PARA LA URBANIZACION DE UN CONJUNTO RESIDENCIAL"**

PRESUPUESTO DE OBRA

| CLAVE | CONCEPTO | U.M. | CANTIDAD | P.UNITARIO | IMPORTE |
|-------|--|------|-------------|------------|------------|
| 00005 | TRAZO Y NIVELACION DE TERRENO, ESTABLECIENDO EJES Y REFERENCIAS. | M2 | 13,965.0000 | 2.01 | 28,069.65 |
| 00006 | DESPALME DE 20cm DE ESPESOR, POR MEDIOS MECANICOS EN MATERIAL TIPO I, CON ACARREO A 20 m | M3 | 2,793.0000 | 8.00 | 22,344.00 |
| 00009 | EXCAVACION, CORTE MATERIAL I POR MEDIOS MECANICOS. | M3 | 4,364.0000 | 5.66 | 24,700.24 |
| 00010 | AFINE Y COMPACTACION DE TERRENO NATURAL EN AREA DE DESPLANTE DE TERRAPLENES, EN CAPAS NO MAYORES A 20 cm DE ESPESOR AL 90% PROCTOR STANDARD. | M2 | 13,965.0000 | 3.76 | 52,508.40 |
| 00008 | FORMACION DE TERRAPLEN AL 85% PROCTOR STANDARD, POR MEDIOS MECANICOS CON MATERIAL PRODUCTO DE EXCAVACION, INCLUYE ACARREO AL 1er. Km. | M3 | 3,142.0000 | 18.06 | 56,744.52 |
| 00004 | ACARREO DE MATERIAL PRODUCTO DE EXCAVACION 1er Km, INCLUYE CARGA A MAQUINA | M3 | 1,589.0000 | 6.18 | 9,820.02 |
| 00010 | ACARREO DE MATERIAL PRODUCTO DE EXCAVACION Km SUBSECUENTES AL PRIMERO. | M3KM | 6,354.0000 | 1.35 | 8,577.90 |
| 00012 | SUB-BASE COMPACTADA EN CAPAS DE 20 cm ESP. AL 90% PROCTOR STD. CON MATERIAL DE BANCO. | M3 | 4,888.0000 | 101.11 | 494,225.68 |
| 00013 | BASE COMPACTADA AL 95% PROCTOR STD. EN CAPAS DE 20 cm DE ESPESOR, CON MATERIAL DE BANCO. | M3 | 2,793.0000 | 102.45 | 286,142.85 |
| 00014 | BARRIDO DE PISO | M2 | 13,965.0000 | 0.76 | 10,613.40 |
| 00015 | RIEGO DE IMPREGNACION CON EMULSION ASFALTICA RL. | LT. | 20,947.0000 | 1.70 | 35,609.90 |
| 00016 | RIEGO DE LIGA CON EMULSION ASFALTICA RR. | LT. | 6,982.0000 | 1.70 | 11,869.40 |
| 00017 | CARPETA DE CONCRETO ASFALTICO DE 7 cm DE ESPESOR. | M2 | 13,965.0000 | 40.93 | 571,587.45 |
| 00018 | SELLO EN CARPETA ASFALTICA CON CEMENTO GRIS | M2 | 13,965.0000 | 3.11 | 43,431.15 |

SUBTOTAL URBANIZACION

1,856,244.56

TOTAL DEL PRESUPUESTO

1,856,244.56

BIBLIOGRAFIA

- 1.- APUNTES DE ESTRUCTURAS DE PAVIMENTO.-
COORDINADOR : R. MAGAÑA .
UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO.
FACULTAD DE INGENIERIA..
DIVISION DE INGENIERIA CIVIL, TOPOGRAFICA Y
GEODESICA.

2. “ESTUDIO DE MECANICA DE SUELOS PARA EL ALMACEN
DE CEMENTO A CONSTRUIR EN QUERETARO
QUERETARO”.
ING. AGUSTIN DOMENEGHI COLINA.
ING. HECTOR SANGINES GARCIA.
ING. JOSE LUIS ISLAS MOLINA.

- 3.- EXPERIENCIA Y PRESUPUESTOS DE LAS EMPRESAS :
GUTI CONSTRUCCIONES S.A. DE C.V.
PROYECTOS ESTUDIOS Y CONSTRUCCIONES S.A DE C.V.