

UNIVERSIDAD DE CIENCIA Y TECNOLOGÍA DESCARTES

CLAVE DE INCORPORACIÓN A UNAM 8948-15

“PROYECTO DE PAVIMENTACIÓN CON CONCRETO  
HIDRÁULICO PREMEZCLADO, EN LA MODERNIZACIÓN Y  
REHABILITACIÓN DE LA CALLE MORELOS, ENTRE AV.  
BAJA CALIFORNIA Y AV. CAMPECHE EN LA COLONIA PLAN  
DE AYALA NORTE, MUNICIPIO DE TUXTLA GUTIÉRREZ,  
CHIAPAS”

**TESINA**

QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE  
**INGENIERO CIVIL**

PRESENTA

**LÓPEZ VELÁZQUEZ SAÚL ENRIQUE**

ASESOR

**C. ING JOSE INOCENTE ESPINOZA VICENTE**

TUXTLA GUTIERREZ, CHIAPAS; MARZO 2022



Universidad Nacional  
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

**Biblioteca Central**



**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.

## **Agradecimientos**

**A mi buen padre Dios** que siempre me ha acompañado y me ha dado la fuerza, paciencia, voluntad y sabiduría para seguir adelante en esta carrera, en esta vida de estudio, superando todos los obstáculos, cada adversidad y prueba que se cruzaba en el camino.

**A mi madre la Virgen María** que con sus oraciones me acercó más a Cristo y debido a ello no me alejé de mis estudios y supe seguir el camino del bien.

**A mis padres**, Enrique López López y Aida Elva Velázquez Pérez, porque fueron los que siempre estuvieron ahí apoyándome en todo momento, en todas circunstancias y a pesar de los tiempos difíciles de pandemia, nunca me negaron su ayuda, siempre fueron mi pilar. Sé que ellos se sienten orgullosos de mí por este trabajo, pero soy yo quien se siente orgulloso de tener unos padres de los que ya casi no hay en el mundo, dotados de amor.

**A mis hermanas** Karen Itzel Velázquez Pérez y Casandra Daiana López Velázquez por siempre estar a mi lado y apoyarme en los momentos más importantes de mi vida.

**A mí novia** Arianna Lizbeth Jiménez Sánchez que con su amor verdadero me ayudó a convertirme en la persona más feliz y afortunada, por su gran apoyo en los momentos en que necesite de su ayuda, sacrificando su tiempo y comodidad, siempre estuvo para mí incondicionalmente.

**A mi familia general** que de una u otra manera estuvieron apoyándome en las buenas y en las malas, durante este proceso de formación profesional.

**A mi asesor** el ingeniero José Inocente Espinoza Vicente por confiar en mí y poner toda su confianza, sabiduría y experiencia en la realización de este trabajo, sin ellos no hubiera logrado cerrar este ciclo importante que sin duda alguna marcará una parte muy importante en mi vida.

**A mis docentes** que contribuyeron en mi educación, les doy las gracias por todo los conocimientos adquiridos y transformarme en un profesionalista.

**A mis amigos** que quienes compartieron conmigo momentos inolvidables durante años, que duro nuestra carrera.

## Índice

### Capítulo 1

<b>1. Generalidades.</b> .....	<b>8</b>
<i>1.1.Estado De Diciplina.</i> .....	8
<b>1.1.1. Primeras Carreteras.</b> .....	9
<b>1.1.2. Características Funcionales y Estructurales De Los Pavimentos.</b> .....	11
<i>1.1.2.1.Características.</i> .....	11
<b>1.1.3. Pavimento Rígido.</b> .....	12
<b>1.1.4. La Problemática De Los Pavimentos Rígidos.</b> .....	12
<i>1.1.4.1.Fallas De Los Pavimentos.</i> .....	13
<i>1.1.4.2.Fallas De Un Pavimento Rígido.</i> .....	14
<b>1.1.5. Antecedentes.</b> .....	18
<b>1.1.6. Planteamiento De Problema.</b> .....	20
<b>1.2.Justificación.</b> .....	21
<b>1.3.Objetivos.</b> .....	22
<b>1.3.1. Objetivo General.</b> .....	22
<b>1.3.2. Objetivos Específicos.</b> .....	22
<b>1.4.Hipótesis.</b> .....	23

### Capítulo 2

<b>2. Marco Teórico.</b> .....	<b>24</b>
<b>2.1.Definición Del Pavimento.</b> .....	24
<b>2.2.Tipos De Calles Que Existen.</b> .....	27
<b>2.3.Tipos De Pavimentación.</b> .....	30
<b>2.4.Especificaciones De Materiales.</b> .....	34
<b>2.5.Partes De Una Calle.</b> .....	37
<b>2.6.Tipos De Pavimentos Rígidos.</b> .....	38
<b>2.7.La Vida Útil y El Nivel De Rechazo De Un Pavimento.</b> .....	40
<b>2.7.1. Ecuaciones Para Calcular El Índice De Calidad De Servicio (psi).</b> .....	42
<b>2.7.2. La Rehabilitación y Mantenimiento De Un Pavimento.</b> .....	43

2.7.2.1.Conservación Rutinaria. -----	43
2.7.3. Rehabilitación y Mantenimiento Para Los Pavimentos Rígidos. -----	44
2.7.3.1.Conservación Menor. -----	44
2.7.3.2.Conservación Mayor. -----	46
2.8.Marco Normativo. -----	47

### Capítulo 3

3. Metodología. -----	49
3.1.Ubicación. -----	49
3.2.Clasificación De Red Vial. -----	52
3.3.Elaboración Del Proyecto. -----	53
3.3.1. Análisis De Aforo Vehicular. -----	53
3.3.2. Levantamiento Topográfico. -----	53
3.3.3. Plano Topográfico. -----	55
3.3.4. Estudio De Mecánica De Suelos. -----	58
3.3.5. Conclusión Del Estudio Realizado. -----	70
3.4.Método De Diseño Para Pavimentos De Concreto Hidráulico. -----	71
3.5.Diseño Para Pavimento Hidráulico. -----	72

### Capítulo 4

4. Resultados. -----	74
4.1.Método Aashto. -----	74
4.2.El Proceso Constructivo De La Repavimentación De La Calle Morelos, En La Colonia Plan De Ayala de Tuxtla Gutiérrez Chiapas. -----	87
4.2.1. Localización y Replanteo. -----	87
4.2.2. Construcción De Alcantarillado. -----	88
4.2.3. Construcción De Terracerías. -----	90
4.2.4. Construcción De La carpeta De Concreto Hidráulico. -----	91
4.2.5. Construcción De Guarnición y Banqueta. -----	93
4.2.6. Presupuesto De Obra de Repavimentación De La Calle Morelos En La Colonia Plan De Ayala De Tuxtla Gutiérrez Chiapas. -----	94

<b>4.2.7. Programa De Obra De Repavimentación De La Calle Morelos En La Colonia Plan De Ayala De Tuxtla Gutiérrez Chiapas. -----</b>	<b>96</b>
<b>Conclusiones. -----</b>	<b>98</b>
<b>Bibliografía. -----</b>	<b>99</b>
<b>Listado De figuras. -----</b>	<b>102</b>
<b>Listado De Tablas. -----</b>	<b>105</b>
<b>Listado De Graficas. -----</b>	<b>106</b>

## **Introducción.**

La construcción de una vialidad urbana es el tema central de esta tesina la cual va dirigida a todo el público, con el fin de dar a conocer una mejor visión sobre las diferentes formas de construir una vialidad urbana que sea cómodo, seguro y transitable en toda época del año.

La tesina tiene como objetivo conocer sus ventajas y desventajas de la construcción de una vialidad urbana, teniendo como marco de referencia el costo inicial, donde se consideran varios factores como: el tiempo de vida útil y, sobre todo el costo del mantenimiento.

Otro aspecto que se plantea en esta investigación son los factores que afectan al pavimento, desde el proyecto, la construcción y el mantenimiento durante el proceso de funcionamiento; por qué se producen las fallas, los cuales se explican de manera particular, para dar una idea clara acerca del comportamiento de los pavimentos de concreto hidráulico.

Para este caso particular, se propone un pavimento rígido con concreto hidráulico, ya que, con la experiencia propia de la ciudad, se ha demostrado que es la mejor opción, además de lo anterior se debe de acatar lo dispuesto en el Reglamento de Construcciones de la ciudad de Tuxtla Gutiérrez, Chiapas, específicamente en el capítulo II, artículo 47.

Apoiando esta propuesta con los estudios a realizar para el diseño del pavimento, que consideran desde los materiales pétreos, el cemento y el agua que intervienen en la elaboración y construcción del pavimento, también se presentan de manera detallada los métodos empleados para el diseño como son PCA (Portland Cement Association) y AASHTO (American Association of State of Highway and Transportation Officials).

Por último, se presenta el procedimiento constructivo de la calle Morelos, el cual anteriormente tenía pavimento flexible y, se cambia por pavimento rígido, esto con la finalidad de contar con una vida útil más prolongada, reduciendo de manera considerable el costo de mantenimiento

En la construcción de caminos y puentes, el protagonista es la pavimentación, pues es la parte de la vialidad con la que el usuario tendrá el primer y más significativo contacto. La pavimentación es la carta de presentación de las carreteras, puentes, avenidas y calles.



La pavimentación consiste en la colocación de capas de materiales en el suelo o nivel superior de la terracería. Posteriormente, se aplicará el asfalto, losa, piedra, ladrillos, concreto hidráulico, entre otros, que fungirá como la superficie de rodamiento.

El material utilizado en la pavimentación deberá ser lo suficientemente resistente para soportar el peso del tránsito según el uso de la vialidad: carreteras, autopistas, vías urbanas o rurales, polígonos habitacionales o industriales. Además, deberá soportar las condiciones de la intemperie, es decir, las variedades biológicas y del estado del tiempo.

## “Capítulo 1”

### 1. Generalidades.

#### *1.1. Estado De La Disciplina.*

¿Qué sería de nuestro mundo si no hubiese carreteras? Esto es algo difícil de imaginar y desde los comienzos de la civilización humana, las calzadas o antiguos caminos fueron los primeros signos de progreso. Con el crecimiento de las poblaciones se hizo necesaria la comunicación con los diversos poblados existentes con el fin de hacer llegar alimentos y diversos materiales hacia otros pueblos o regiones lejanas, así nace la carretera. Por mucho tiempo se creyó que los primeros caminos fueron creados con el pasar de los animales durante su migración y movimiento constante, cosa que ha sido puesta en duda ya que los mismos no suelen recorrer las mismas veredas. Un ejemplo de estos primeros caminos que aún existen es el Camino de Icknield en Inglaterra, donde tanto humanos como animales usaban el mismo camino al desplazarse. Durante aquella era los caminos estaban compuestos de veredas peatonales en donde las tribus nómadas se desplazaban a pie entre las regiones en busca de alimento o para llevar algún mensaje por parte de la autoridad del grupo étnico a las diversas tribus que conformaban su Imperio.



Figura 1 Primeras carreteras para conexiones entre poblados

### 1.1.1. Primeras Carreteras.

Al principio el transporte era mucho más rápido y fácil de que se hacía por carretera, pero con la aparición de la rueda todo esto cambió. Con el invento de la rueda también llegó el carruaje jalado por animales o humanos, por lo que las carreteras tuvieron que ser acondicionadas para poder ser usadas por este tipo de transporte. Los primeros constructores de carreteras fueron los mesopotámicos entre los años 4.000 y 3.500 AC, los arqueólogos han conseguido calles pavimentadas en la antigua ciudad de Ur. En el año 3.000 AC se comenzaron a usar ladrillos para construir las calles en la India.

Hacia el año 500 AC, el rey Darío de Persia dio orden a la construcción del Camino Real de Persia, el cual comenzaba en la ciudad de Susa cerca del golfo pérsico pasando por la región de Arbela, Nínive cruzando el río Éufrates y conectando a las ciudades de Éfeso y Esmirna. Esta carretera fue una importante vía de comunicación cuya distancia entre Susa y Esmirna era de 2.957 km y según el historiador Heródoto del año 475 AC su recorrido completo se hacía en 93 días.



Figura 2: Primeras veredas que existieron

Con el paso del tiempo, las técnicas para la construcción de carreteras fueron cambiando con el objeto de mantener a raya al enemigo natural de las carreteras: el agua. Fue durante las primeras

décadas del siglo XIX cuando los ingenieros británicos, Thomas Telford y John McAdam junto al ingeniero francés Pierre-Marie-Jérôme Tresaguet que instituyeron dos sistemas. El primero fue el sistema Telford en donde se cavaba una zanja e instalaban cimientos de roca pesada, los cimientos se levantaban en el centro para que la carretera se inclinara hacia los bordes, sistema que aún perdura hasta nuestros días y ha sido muy efectivo.

La ciudad de Detroit, en Míchigan, Estados Unidos, se considera por muchos la capital del automóvil. Aquí nacieron empresas de la industria automotriz y se hizo popular el uso de este medio de transporte.

A inicios del siglo XX los caminos de Detroit estaban cubiertos de grava y en tiempos de lluvia el terreno se convertía en un lodazal. En algunos casos la situación era tan complicada que necesitaban ayuda de los caballos para sacar a los automóviles que se quedaban atascados.



Figura 3: Colocación de concreto a una calle en construcción

Es por esta razón que el 20 de abril de 1909 decidieron hacer una calle con una capa gruesa de cemento sobre un tramo, entre la quinta y sexta milla, de la Avenida Woodward. El resultado fue un éxito. Hoy en día, esta vía se considerada, debido a su gran valor histórico, la calle principal de la ciudad. A partir de ese momento en otros lugares del mundo empezaron a copiar el mismo modelo.

## **1.1.2. Características Funcionales y Estructurales De Los Pavimentos.**

### ***1.1.2.1. Características.***

Los pavimentos deben poseer unas determinadas características funcionales, que corresponden prácticamente a las condiciones superficiales del pavimento, han de tener también unas características estructurales. Entre las características superficiales o funcionales pueden citarse:

- La resistencia al derrapamiento

Obtenida a través de una adecuada textura superficial, adaptada a las velocidades previstas de circulación y cuya influencia en la seguridad vial es decisiva.

- La regularidad superficial del pavimento

Tanto transversal como longitudinal, que afecta a la comodidad de los usuarios en mayor o menor medida en función de las longitudes de onda de las deformaciones y de la velocidad de circulación. Esta característica está ligada igualmente a la facilidad para eliminar el agua superficial, que también afecta a la seguridad del usuario.

- Las propiedades de reflexión luminosa

Tan importantes para la vista y para el diseño de las instalaciones de iluminación. Es igualmente importante el color para efectos de contraste con el señalamiento de piso.

- El desagüe superficial rápido

Para limitar el espesor de la película de agua, salpicaduras, etc, mediante pendientes adecuadas que conduzcan el agua hacia los dispositivos de drenaje.

Por su parte, las características estructurales están relacionadas con las de los materiales empleados en las diferentes capas del pavimento en particular las mecánicas, y con los espesores de estas capas. Un análisis mecánico da una idea de los efectos de las cargas del tránsito, en cuanto a estados de esfuerzo, deformaciones unitarias y deflexiones. Conociendo las leyes de fatiga de los materiales, es posible estimar el número de aplicaciones de cargas que pueden soportar las distintas capas o su durabilidad y, por tanto, la del pavimento en su conjunto.

### **1.1.3. Pavimento Rígido.**

La superficie de rodamiento de un pavimento rígido es proporcionada por losas de concreto hidráulico, las cuales distribuyen las cargas de los vehículos hacia las capas inferiores por medio de toda la superficie de la losa y de las adyacentes, que trabajan en conjunto con la que recibe directamente las cargas. Por su mayor rigidez distribuyen las cargas verticales sobre un área grande y con presiones muy reducidas. Salvo en bordes de losas y juntas sin pasa juntas, las deflexiones o deformaciones elásticas son casi inapreciables.

Este tipo de pavimento no puede plegarse a las deformaciones de las capas inferiores sin que se presente la falla estructural. Este punto de vista es el que influye en los sistemas de cálculo de pavimentos rígidos, sistemas que combinan el espesor y la resistencia del concreto de las losas, para una carga y suelos dados.

Aunque en teoría las losas de concreto hidráulico pueden colocarse en forma directa sobre la subrasante, es necesario construir una capa de subbase para evitar que los finos sean bombeados hacia la superficie de rodamiento al pasar los vehículos, lo cual puede provocar fallas de esquina o de orilla en la losa. De manera general la sección transversal de un pavimento rígido está constituida por la losa de concreto hidráulico y la subbase, que se construye sobre la capa subrasante.

### **1.1.4. La Problemática De Los Pavimentos Urbanos.**

Es muy probable el hecho de que vialidades donde se espere solo un tipo de tránsito, con el tiempo sean sometidas a intensos flujos vehiculares de otro tipo, esto puede ser provocado porque industrias, empresas, terminales de autobuses o gasolineras sean reubicadas con otro domicilio en algún momento.

De esta manera, para nuestro caso particular, la calle Morelos es una calle que recibe vehículos de todo tipo, que pueden pertenecer a las empresas, al sistema de transporte urbano o ser simplemente residentes de las colonias aledañas.

Por lo tanto, se tiene que los problemas de los pavimentos urbanos son más agudos y constantes que el caso de una carretera, ya que diversos factores lo ponen en desventaja al prestar su servicio. Algunos factores pueden ser los siguientes:

- Los constantes esfuerzos que provocan las acciones de acelerar y frenar en puntos críticos (semáforos, topes, retornos, etc).
- Las alteraciones que sufre cuando se avería alguna tubería que conduzca agua y dañe la estructura del pavimento.
- Las alteraciones que sufre cuando se integra o repara una instalación que interactúe con el pavimento.
- Los trabajos de reparación y mantenimiento mal ejecutados por la premura de reanudar la circulación de las avenidas.

#### ***1.1.4.1. Fallas En Los Pavimentos.***

- Fallas funcionales

Las fallas funcionales corresponden a un defecto que se refleja en la superficie de rodamiento del pavimento y que afectan al cómodo movimiento de los vehículos, sin imposibilitar su uso. Afectan principalmente la seguridad, comodidad y costo de operación. No necesariamente están relacionadas con fallas estructurales. Puede o no ser generada por el tránsito, e incluso puede ser originada durante la construcción del pavimento.

- Fallas estructurales

Las fallas estructurales corresponden a una deficiencia del pavimento que provoca, de inmediato o a corto plazo, una reducción en la capacidad de carga del mismo, y como consecuencia de su incapacidad para soportar las cargas de proyecto, la falla estructural se manifiesta, en su etapa más avanzada, en una destrucción generalizada del pavimento. Estas fallas pueden catalogarse como graves e imposibilitan el uso correcto del pavimento. Estas fallas pueden presentarse tanto en la superficie de rodamiento como en la base, en la subbase o en la subrasante. Aún más, a estas fallas estructurales se les puede localizar en el cuerpo mismo de las terracerías (subestructura) o en el cuerpo de terraplén de la estructura del camino.

#### 1.1.4.2. *Fallas De Un Pavimento Rígido.*

Un pavimento rígido está cortado en losas, y apoyada por lo general en una cimentación (capa de subbase). Las uniones de las losas pueden estar provistas de un dispositivo de transferencias de cargas (pasadores, ranuras y lengüetas).

El espesor de losas y la resistencia del concreto, deben ser suficientes para que no haya rotura por cargas. Aquí también aparecen los tres factores: tránsito, suelo y materiales.

- La fisuración o agrietamiento

Es decir, la aparición de grietas amplias en las losas tiene orígenes diferentes. Puede aparecer a las pocas horas de colar el concreto y es debido a fenómenos de retracción. Pueden manifestarse por efecto de la aplicación de cargas repetidas, en este caso se debe a tensiones excesivas de tracción por flexión. También pueden aparecer después del corte de las juntas, y se traduce por un verdadero desgarrón como efecto de las tracciones de retracción y de gradientes térmicos. Esta fisuración evoluciona con el tiempo, el número de fisuras aumenta, los bordes se degradan y el último estado al que llega es un conjunto de bloques de concreto inestables.



Figura 4: Agrietamiento del pavimento rígido

- Grietas transversales

Las provocan las losas demasiado largas sin pasa juntas o sin armado continuo, pueden ser fallas estructurales incipientes.





Figura 5: Grieta transversal del pavimento rígido

- Grietas longitudinales o transversales cercanas a las orillas o en las esquinas de las losas

Se debe a que las losas se construyeron sobre material fino, lo que ocasionó el fenómeno de bombeo por que se carece de sub-base, a raíz del exceso del material fino, incluidas esta última.



Figura 6: Grietas longitudinales o transversales en el pavimento rígido.

- Falla estructural

Ocurre cuando concluye la vida útil del pavimento, si la falla se presenta después de 25 años de construido. También se puede ocasionar por unmal proyecto, si se trata de un pavimento

reciente. Se presenta muy a menudo en calles o en avenidas donde, sin haberlo tomado en cuenta en el proyecto, se permite el paso de numerosos vehículos pesados y se presenta en forma prematura.



Figura 7: Falla estructural en el pavimento rígido

- Despostillado de las juntas

Se debe a la presencia de partículas duras introducidas en las juntas por sellado insuficiente y que producen esfuerzos concentrados muy grandes en el momento que por la temperatura cambia de volumen el concreto. También puede ser a consecuencia y por mala confección de las juntas de dilatación que están inclinadas con respecto a la vertical o están sucias en el momento del llenado; o por una amplitud insuficiente de las juntas de retracción que lleva a un contacto puntual peligroso de las aristas y juntas en periodo cálido (arqueado de las losas); o debido al hinchamiento en alguna capa de la cimentación de algunos suelos heladizos en periodo frío; o por ejecutar los cortes de las losas cuando el concreto tiene muy poco tiempo de fraguado.



Figura 8: Despostillado de las juntas del pavimento rígido

- El pumping

Es la inyección brusca de materiales de la sub-capa en el borde o en las juntas del pavimento. Este fenómeno precede a la fisuración, pero puede aparecer después, depende del espesor de las losas. Es debido también a una mala construcción de la sub-capa y a un drenaje insuficiente que permite estancar el agua infiltrada en la cimentación. Evidentemente, el hecho es progresivo y está en función creciente del tránsito.



Figura 9: Pumping en el pavimento rígido

- Descascarado de la superficie de rodamiento

Se debe a que, durante la construcción de las losas, se proporcionó un fuerte vibrado al concreto fresco, lo cual provocó un ascenso de la lechada de la mezcla, formando así una película que más tarde se agrietó y se desgastó con el tránsito, dejando los agregados sin protección superficial, también se presenta cuando los agregados no cumplen con lo que marcan las especificaciones para este tipo de obra o se agrega exceso de agua a la superficie para ejecutar el acabado.

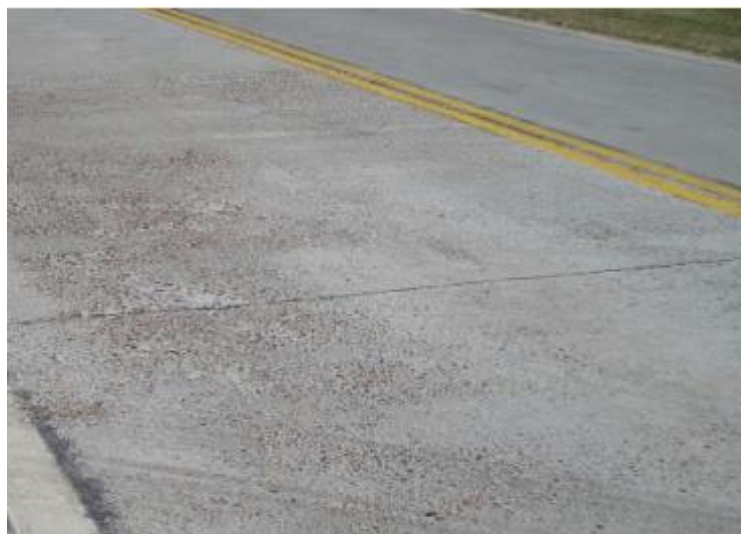


Figura 10: Descascarado en el pavimento rígido

### **1.1.5. Antecedentes.**

Una de las fundamentales necesidades de la humanidad, ha sido siempre el bienestar y la comunicación. Por esta razón, diversos métodos de comunicación han sido desarrollados, con uno de los más trascendentes siendo la construcción de caminos, que van desde caminos de herradura, caminos de piedra, otra diversidad hasta llegar a nuestra situación actual.

Se buscaron calles en mal estado y que no contaran con ningún tipo de pavimento en la ciudad de Tuxtla Gutiérrez Chiapas, después de visitar varios lugares me decidí por la calle Morelos, entre av Baja California y av Campeche en la colonia Plan de Ayala norte.

Se propone esta calle ya que se encuentra en muy mal estado el cual anteriormente era de concreto asfáltico, pero por el paso del tiempo y falta de mantenimiento se fue deteriorando hasta dañar completamente la capa asfáltica y quedar completamente con la capa base, el cual ya está muy deformada, anteriormente habían dos empresas de gran prestigio a nivel estatal y nacional en la calle Morelos, el cual una de las empresas que actualmente ya no está ahí, causo mucho daño ya que la calle al no estar en condiciones de recibir camiones unitarios tipo C2, C3, tractocamiones articulados tipo T2-S1, T3-S2 y tractocamión semirremolque-remolque T3-S1-R3, el deterioro fue porque siempre llegaban a cargar y descargar unidades y en ocasiones se quedaban estacionados toda la noche por lo tanto hacia cargas puntuales y deformaba el pavimento asfáltico ya que no estaba diseñado para recibir excesivos pesos, el cual lo mismo pasa con la empresa que aún está sobre la calle, hasta la fecha llega a dejar material en camiones unitarios tipo C2, C3 y tractocamión T2-S1, T3-S2, por lo tanto requiere hacerse un nuevo proyecto.



Figura 11: Condiciones actuales de la calle

La calle anteriormente tenía concreto asfáltico, pero como fue pasando el tiempo se fue deteriorando por el tránsito de vehículos pesados que empezaron a transitar por la primera empresa que se estableció en la calle Morelos entre av. Baja California y av. Chiapas afectando así la calle propuesta a componer porque para llegar a la empresa tenían que pasar sus unidades pesadas por esa calle y dejándolas estacionadas el cual fue dañando el asfalto causando fatiga, pasaron los años y llegó la segunda empresa el cual paso el mismo problema pero un poco más grave porque Lala utiliza unidades más pesadas con doble eje causando así más daño al pavimento, porque las unidades quedaban esperando horas en la calle propuesta porque llegaban a altas horas de la madrugada, el cual está a los pocos años se retiró, quedando solamente la primera empresa y un flujo vehicular promedio en la actualidad de 96.68% en vehículos tipo C2, 2.57% en tipo C3 y 0.75% en tipo T3-S2 a la semana tomando en cuenta como 100% un total de 91 vehículos.



Figura 12: Condiciones actuales de la calle

### **1.1.6. Planteamiento Del Problema.**

Actualmente existe una problemática en la calle Morelos en Plan de Ayala, propongo diseñar una estructura de pavimento el cual disminuirá la posibilidad de que existan accidentes en la calle, mejorando el tránsito de vehículos que pasan por dicho tramo.

Gran parte de la zona que abarca el proyecto presenta un mediano grado de urbanización, a excepción de las calles privadas.

En cuanto al pavimento existente, la cantidad total de calles con pavimento en buen estado es escasa con respecto al total de la colonia, contando en este momento con un total de aproximadamente  $\frac{1}{4}$  con pavimento de hormigón.

El área cuenta con servicios de energía eléctrica, telefonía, agua potable y drenaje sanitario; por el momento no cuenta con alcantarillado pluvial, esto es importante a tener en cuenta a la hora de realizar un proyecto como este.



Figura 13: Condiciones de la calle

### ***1.2. Justificación.***

Después de haber realizado una visita de campo en la calle Morelos, entre av. Baja California y av. Campeche, en la colonia Plan de Ayala de Tuxtla Gutiérrez Chiapas, se determinó que es muy necesaria que su calle sea integrada a la red vial ya que se encuentra en pésimo estado, por lo que en la época de lluvia resulta casi intransitable por la deformación de la estructura del pavimento por las condiciones actuales del terreno.

La falta de una buena vía de acceso hacia la calle Morelos, se debe a la falta mantenimiento y proyección a futuro que tuvo esa calle hace aproximadamente 15 años, se necesita una calle en

óptimas condiciones que permita terminar con la problemática que tienen que enfrentar constantemente en tiempo de lluvias mencionado anteriormente.

Los habitantes en si manifiestan lo peligroso que es el camino dada su topografía y aún más peligroso en tiempo de lluvia debido a la gran cantidad de agua que atraviesa por él, formando un mini arroyo que cada vez se va llevando material de la calle en mal estado.

Con la formulación del estudio técnico y diseño estructural para la pavimentación de esta calle como vía de acceso a la colonia Plan de Ayala las personas que viven en ella y también las que habitan por donde cruza la calle serán beneficiadas ya que al pavimentar esta vía se prevendrán accidentes, problemas de salud y la problemática se resolverá a un 90%.

Esto también genera la oportunidad de abrir espacios de participación e interés, proyectando al estudiante a buscar soluciones a las problemáticas actuales y hacia una mejor planificación que permita el desarrollo de las zonas.

### ***1.3. Objetivos.***

#### **1.3.1. Objetivo General.**

Realizar el diseño y planeación para la repavimentación de la calle Morelos, entre av. Baja California y av. Campeche de la colonia Plan de Ayala del municipio de Tuxtla Gutiérrez, Chiapas.

#### **1.3.2. Objetivos específicos.**

- I. Recopilar la información topográfica de la zona donde se realizará el proyecto.
- II. Investigar la situación actual concerniente a los problemas que causa la calle del área de estudio.
- III. Realizar el estudio y diseño del pavimento.



#### **1.4. Hipótesis.**

Creemos que al realizar el estudio y el diseño de pavimento en la calle Morelos entre av. Baja California y av. Campeche se eliminara en su totalidad el mal estado de la calle para poder ayudar a la población para tener una vialidad segura y confiable.

## “Capítulo 2”

### 2. Marco Teórico.

#### 2.1. Definición De Pavimento.

El pavimento es una estructura de las vías de comunicación terrestre, formada por una o más capas de materiales elaborados o no, colocados sobre el terreno acondicionado, que tiene como función el permitir el tránsito de vehículos:

- Con seguridad.
- Con comodidad.
- Con el costo óptimo de operación.
- Superficie uniforme.
- Superficie impermeable.
- Color y textura adecuados.
- Resistencia a la repetición de cargas.
- Resistencia a la acción del medio ambiente.
- Que no transmita a las capas inferiores esfuerzos.
- Mayores a su resistencia.

Tabla 1

Estructura de pavimento rígido

Losa de concreto	10-18 cm
Subbase	10-15 cm
Subrasante	20-50 m

- Subrasante

Es la capa de terreno de una carretera que soporta la estructura de pavimento y que se extiende hasta una profundidad que no afecte la carga de diseño que corresponde al tránsito previsto. Esta capa puede estar formada en corte o relleno y una vez compactada debe tener las secciones

transversales y pendientes especificadas en los planos finales de diseño. El espesor de pavimento dependerá en gran parte de la calidad de la subrasante, por lo que ésta debe cumplir con los requisitos de resistencia, incompresibilidad e inmunidad a la expansión y contracción por efectos de la humedad, por consiguiente, el diseño de un pavimento es esencialmente el ajuste de la carga de diseño por rueda a la capacidad de la subrasante. Se considera como la cimentación del pavimento y una de sus funciones principales es la de soportar las cargas que transmite el pavimento y darle sustentación, así como evitar que el terraplén contamine al pavimento y que sea absorbido por las terracerías.

- Subbase

Es la capa de la estructura de pavimento destinada fundamentalmente a soportar, transmitir y distribuir con uniformidad las cargas aplicadas a la superficie de rodadura de pavimento, de tal manera que la capa de subrasante la pueda soportar absorbiendo las variaciones inherentes a dicho suelo que puedan afectar a la subbase. La subbase debe controlar los cambios de volumen y elasticidad que serían dañinos para el pavimento. Se utiliza además como capa de drenaje y contralor de ascensión capilar de agua, protegiendo así a la estructura de pavimento, por lo que generalmente se usan materiales granulares. Al haber capilaridad en época de heladas, se produce un hinchamiento del agua, causado por el congelamiento, lo que produce fallas en el pavimento, si éste no dispone de una subrasante o subbase adecuada.

- Losa (superficie de rodadura)

Es la capa superior de la estructura de pavimento, construida con concreto hidráulico, por lo que, debido a su rigidez y alto módulo de elasticidad, basan su capacidad portante en la losa, más que en la capacidad de la subrasante, dado que no usan capa de base.

La pavimentación de carreteras, calles y caminos es una prioridad hoy en día. Es gracias a esta capa conformada por distintos materiales que permite el paso de vehículos y personas de forma segura.

- ❖ Los usuarios quieren vialidades seguras

- Con mejor visibilidad

- Sin deformaciones
- Con mejores condiciones de manejo y frenado
  - ❖ La sociedad quiere vialidades de calidad
- Seguras, confortables y económicas
  - ❖ El País requiere vialidades duraderas
- Con una mayor vida útil
- De alta resistencia
- Que necesiten menor mantenimiento
  - ❖ Se requiere de la selección racional del tipo(s) de pavimento para optimizar la inversión.  
Los criterios de evaluación comprenden los siguientes factores:
- El comportamiento de la estructura (capacidad resistente del suelo y el tipo de tráfico).
- Las características del tráfico y la tasa de incremento estimada.
- La vida útil calculada para la estructura; (15 años para las flexibles y 30 años para las rígidas).
- La estrategia adoptada para el mantenimiento del pavimento.
- Los factores económicos del proyecto. (Disponibilidad y costo de materiales y mano de obra, depreciación de equipo, intereses, etc.)
- El valor residual de la estructura al término de la vida útil calculada.
- Los costos del usuario (Consumo de combustible, gastos de mantenimiento del vehículo, llantas, confort del usuario, etc.)

### ❖ Transito

Es el número acumulado de repeticiones de carga a las que se prevé que estará sujeta la nueva estructura de pavimento durante la vida de proyecto después de realizar los trabajos de rehabilitación.

- ❖ El número de repeticiones se determina mediante las características del tránsito, las cuales son:

Transito Diario Promedio Anual en el carril de diseño (TDPA), composición vehicular, porcentaje de vehículos cargados, y tasa de crecimiento anual.

Un pavimento consiste de un paquete estructural integrado por una sucesión de capas de material granular (gravas, arenas y finos), las cuales presentan una disminución en sus características físicas y de resistencia a partir de la superficie del camino. Esta graduación en las características de las capas del pavimento nos permite controlar la disipación de los esfuerzos que son inducidos al terreno natural por efecto de las cargas de tránsito.

## ***2.2. Tipos De Calles Que Existen.***

- Brecha

Vía de comunicación terrestre a nivel del suelo, generada a base del desmonte o tránsito continuo. Generalmente es posible la circulación de un vehículo.

- Camino de tierra

Un camino de tierra es un tipo de camino no asfaltado hecho con el material propio de la superficie que atraviesa. Los caminos de tierra requieren mayor mantenimiento para estar en condiciones ya que son propensos a generar barro con las lluvias y a levantar mucha polvadera.

Son caminos comunes en áreas rurales y por lo general son estrechos y de bajo tránsito, pueden ser transitados por automóviles comunes, los caminos de tierra muchas veces pueden ser transitados solamente por camiones o vehículos con tracción cuatro por cuatro, especialmente en épocas de lluvia ya que es fácil quedar atascado en arena o barro.

- Camino Revestido

Este tipo de camino por lo general cuenta con terraplén y obras de drenaje elementales permanentes y presentan una capa de revestimiento de material de granulometría gruesa. En otros casos pueden ser caminos empedrados.

- Concreto hidráulico

Es un sistema de transferencia de carga, que es la parte de conexión entre las losas. Esto permite que la losa trabaje en múltiples áreas. El propio concreto tiene la capacidad de absorber las tensiones y distribuir las por el suelo. Esto es lo que se busca en una estructura de concreto.

Es básicamente un pavimento construido con concreto específicamente diseñado para soportar los esfuerzos de flexión.

- Concreto asfáltico

está formado por una serie de capas, y la distribución de la carga está determinada por las características propias del sistema de capas. Este tipo de pavimento es más flexible, lo que lo hace muy favorable para comunidades con climas severos. Además, puede ahorrarnos en la construcción entre un 20 y 30% en comparación al concreto hidráulico.

- Híbrido o mixto

Es una combinación de flexible y rígido, por ejemplo, cuando se colocan huellas de concreto hidráulico en lugar de asfalto. El objetivo de este pavimento es disminuir la velocidad límite de los vehículos, ya que las huellas de concreto hidráulico producen una ligera vibración al circular sobre ellas hasta una velocidad de 60 km/h, es ideal en zona urbana, garantiza seguridad y comodidad para los usuarios.

- Permeable

El pavimento permeable, también conocido como pavimento poroso concreto poroso, actúa como una esponja al absorber el agua y filtrarla a través de los vacíos hacia la arena o grava

sueltas debajo de la superficie. A diferencia de las superficies impermeables, el pavimento permeable trata, detiene e infiltra la escorrentía de aguas pluviales en áreas donde hay poco o ningún paisaje para absorber el exceso de agua. Estos pavimentos tienen múltiples aplicaciones, como aceras, callejones, estacionamientos o fraccionamientos privados.

Ejemplos de concreto permeable en México:

- Concreto permeable arquitectónico en la plaza central de Soyaló, Chiapas.



Figura 14: Concreto permeable

- Instituto de vivienda del estado de Aguascalientes



Figura 15: Concreto permeable

- Avenida Moctezuma en Guadalajara



Figura 16: Concreto permeable

### 2.3. Tipos De Pavimentación.

- Pavimento flexible

Su nombre se deriva de la capacidad de flexionarse, es decir, es maleable. Tiene como superficie de rodadura una capa de mezcla asfáltica. Las cargas de los vehículos hacia las capas inferiores se distribuyen mediante la fricción y cohesión de las partículas de los materiales.

Este tipo de pavimento se encuentra sostenido sobre capas flexibles y de base granular. Por lo general, se utiliza en zonas de mucho tránsito, como calles, parques de estacionamiento, veredas, entre otros.

Tabla 2

#### Ventajas y desventajas del pavimento flexible

Ventajas	Desventajas
Poca reflectividad de la luz y el calor	Puede deshacerse de los bordes si no está bien elaborado
Durable	Puede ablandarse en agua caliente
Bajo costo de mantenimiento	Sufre daños en caso de que el agua penetre la base
La elasticidad depende al tipo de mezcla	
Superficie impermeable	
Adaptable a formas curvilíneas	





Figura 17: Pavimento flexible

- Pavimento semirrígido

Se le conoce también como pavimento compuesto. Presenta algunas similitudes con el pavimento flexible y rígido. La parte flexible suele estar en la parte superior, mientras que la rígida en la parte inferior. Generalmente posee su capa de rodadura de concreto hidráulico, haciéndolo estable y capaz de soportar cargas muy pesadas, como aviones o tractocamiones.

En este tipo de pavimento, la carpeta asfáltica se apoya en una base asfáltica o en una base estabilizada con cemento Portland. Este material es un tipo de cemento hidráulico compuesto principalmente de Clinker – mezcla de roca caliza y arcilla más yeso.

Tabla 3

## Ventajas y desventajas del pavimento semirrígido

Ventajas	Desventajas
Excelente capacidad estructural	Sensibilidad a la fabricación o puesta en obra poca cuidadosa
Elevada vida de servicio	Posibilidad de aparición de fisuras
Deformaciones muy reducidas en la subrasante	
Excelente relación costo/vida útil	
Reducción de volumen de asfalto	



Figura 18: pavimento semirrígido

- Pavimento rígido

Tiene como capa de rodadura una losa de concreto hidráulico apoyada en capas de diversos materiales. Este tipo de pavimento no puede plegarse a deformaciones de las capas inferiores sin que se presente una falla estructural.

Está sostenido sobre una capa de material y dotado de una losa de concreto hidráulico. Estos tienen la capacidad de soportar diversas cargas pesadas gracias a su base de concreto hidráulico. Este tipo de pavimento es muy resistente, puede ser utilizado durante mucho tiempo y es fácil para construir. Existen diferentes tipos, como reforzado, simple, pre esforzado, entre otros. Son muy utilizados en las ciudades y fábricas de trabajo industrial.

Tabla 4

Ventajas y desventajas del pavimento rígido

Ventajas	Desventajas
Relativamente fácil de instalar	Necesita juntas de dilatación
Disponibilidad de acabados variados en colores y texturas diferentes	Se puede fragmentar si no se instala de manera adecuada
Durabilidad	Por su color claro puede causar deslumbramiento
Usos múltiples en cualquier época del año	Poca resistencia a la tracción
Bajo costo de mantenimiento	Poca elasticidad
Superficie no elástica	



Figura 19: pavimento rígido

El tipo de pavimentación que elegiré es el rígido porque su gran impermeabilidad, lo que le permite soportar sin problema la presencia del agua, pues así se evita que se rompa o cuartee manteniéndose rígido y sólido, aprovechando al máximo los materiales que al combinarse se obtiene durabilidad y alta resistencia.

#### ***2.4. Especificaciones De Materiales.***

Para la elaboración de un pavimento de concreto hidráulico es primordial contar con materiales de la más alta calidad que garanticen su durabilidad y máximo funcionamiento.

- **Cemento**

El cemento que se usa para la elaboración del concreto será preferentemente Portland que cumpla con las normas requeridas que cumpla con la normatividad. Si los documentos del proyecto o una especificación particular no señalan algo diferente, se emplearán los denominados CPO (Cemento Portland ordinario) y CPP (Cemento Portland puzolánico), esto depende del caso y con subclasificaciones 30R, 40 y 40R. Estos cementos corresponden principalmente a los que anteriormente se denominaban como Tipo 1 y Tipo 1P.

- **Agua**

El agua que se emplee en la fabricación del concreto debe ser preferentemente potable, y por lo tanto estar libre de materiales que la perjudiquen tales como aceites, grasas, materia orgánica, etc. En general se considera adecuada el agua que sea apta para el consumo humano.

- **Materiales pétreos**

- **Grava**

El agregado grueso será grava triturada totalmente, con un tamaño entre los 19 mm y 75 mm máximo como lo marca la norma N-CTM-2-02-002-19, señalada en el proyecto, y podrá presentar una secuencia granulométrica como la de la tabla 1, ya que el diseño de la mezcla puede determinar otras secuencias.

Tabla 5  
Granulometría de la grava

Malla		% que pasa
2"	50.00 mm	100
1 1/2"	37.50 mm	95 - 100
3/4"	19.00 mm	35 - 70
3/8"	9.50 mm	10 - 30
#4	4.75 mm	0 - 5

El contenido de sustancias perjudiciales en el agregado grueso no deberá exceder los porcentajes máximos que se indican en la tabla 6:

Tabla 6  
Sustancia perjudicial permisible en la grava

Sustancia perjudicial	%
Partículas deleznable	0.25
Partículas suaves	5.00
Pedernal como impureza	1.00
Carbón mineral y/ó lignito	1.00

El agregado grueso, además, deberá cumplir con los requisitos de calidad de la tabla 7:

Tabla 7  
Requisitos de calidad para la grava

Desgaste de los ángeles	Intemperismo acelerado
40% máximo	12% máximo (utilizando sulfato de sodio)

➤ Arena

Agregado fino, o arena, deberá tener un tamaño entre 0.075 milímetros (malla N°200) y 4.75 milímetros (malla N°4) máximo como lo marca la norma N-CMT-2-02-002-19 con la secuencia granulométrica que se indica a continuación:

Tabla 8  
Granulometría de arena

Malla		% que pasa
3/8"	9.52 mm	100
#4	4.76 mm	95 - 100
#8	2.38 mm	80 - 100
#16	1.19 mm	50 - 85
#30	0.590 mm	25 - 60
#50	0.297 mm	10 - 30
#100	0.149 mm	2 - 10
#200	0.074 mm	4 máximo

La arena deberá de estar dentro de lo que se establece en la tabla 4, excepto en los siguientes casos:

Cuando se tengan antecedentes de comportamientos aceptables en el concreto elaborado con ellas, o bien, que los resultados de las pruebas realizados a estos concretos sean satisfactorios; en este caso, los agregados se pueden usar siempre que se haga el ajuste apropiado a la proporción del concreto, para compensar las deficiencias en la granulometría. La arena no deberá retener mayor de 45% entre dos mallas consiguientes, además, deberá cumplir con la siguiente calidad de la tabla 9:

Tabla 9  
Calidad de arena

<b>Equivalente de arena</b>	<b>Módulo de finura</b>	<b>Intemperismo acelerado</b>
80 % mínimo	2.30 mínimo y 3.10 máximo	10% máximo (utilizando sulfato de sodio)

El contenido de sustancias perjudiciales en la arena no deberá exceder los porcentajes máximos que se indican en la tabla 10:

Tabla 10  
Sustancias perjudiciales en la arena

<b>Sustancia perjudicial</b>	<b>%</b>
Partículas deleznable	1.00
Carbón mineral y/o lignito	1.00

➤ **Aditivos**

Deberán de usarse aditivos del tipo “D” reductores de agua y retardantes, con la dosis requerida para que la manejabilidad de la mezcla permanezca durante dos horas a partir de la finalización del mezclado a la temperatura estándar de 23° C y no se produzca el fraguado después de 4 horas a partir del fin del mezclado. Los aditivos deberán de cumplir con lo que señala la norma N-CMT-2-02-004-/18 y aplicados con la dosis recomendada por el fabricante.

### **2.5. Partes De Una Calle.**

➤ **Pavimento**

Se entiende como pavimento cualquier capa lisa, dura y resistente de cualquier material con la cual se recubre el suelo para lograr firmeza. Es la base horizontal plana que sirve como apoyo para facilitar el traslado de personas y vehículos.

➤ La elasticidad

La elasticidad es clave para el pavimento, pues su trabajo es resistir continuamente el tráfico humano y motorizado, así como los efectos del clima. El material del que está hecho el pavimento debe absorber la carga efectuada por estos mismos, de tal manera que no se presenten fallas.

➤ Concreto hidráulico

El concreto es uno de los materiales más importantes en la historia de la humanidad. Su uso ha transformado radicalmente nuestras formas de organización, vivienda y transporte de maneras que no podrían ser concebidas sin su presencia. Generalmente está hecho de cemento portland, agua y otros agregados y aditivos.

➤ Juntas

El diseño de las juntas tiene como objetivo controlar la fisuración del concreto y mantener la capacidad estructural y la calidad del pavimento con un bajo costo anual.

➤ Guarniciones

El diseño de las juntas tiene como objetivo controlar la fisuración del concreto y mantener la capacidad estructural y la calidad del pavimento con un bajo costo anual.

➤ Banquetas

Son las zonas destinadas al tránsito de peatones en puentes y vialidades urbanas.

## ***2.6. Tipos De Pavimentos Rígidos.***

Existen 5 tipos de pavimentos rígidos:

1. De concreto simple.
2. De concreto simple con barras de transferencia de carga (pasa juntas).
3. De concreto reforzado y con refuerzo continuo.
4. De concreto presforzado.
5. De concreto fibroso.



### 1.- Los pavimentos de concreto simple

Se construyen sin acero de refuerzo y sin barras (pasa juntas) de transferencia de carga en las juntas. Dicha transferencia se logra a través de la trabazón entre los agregados de las dos caras agrietadas de las losas contiguas, formadas por el aserrado o corte de la junta. Para que la transferencia de carga sea efectiva, es preciso tener losas cortas de 4.10 metros por 3.45 metros. Este tipo de pavimento se recomienda generalmente para casos en que el volumen de tránsito es de tipomediano o bajo (menos de 120 vehículos de carga por día).

### 2.- Los pavimentos de concreto simple con barras de transferencia de carga (pasa juntas)

Se construyen sin acero de refuerzo; sin embargo, en ellos se disponen barras lisas en cada junta de contracción, las cuales actúan como dispositivos de transferencia de carga, requiriéndose también que las losas sean cortas para controlar el agrietamiento.

### 3.- Los pavimentos reforzados

Contienen acero de refuerzo y pasa juntas en las juntas de contracción. Estos pavimentos se construyen con separaciones entre juntas superiores a las utilizadas en pavimentos convencionales. Debido a ello es posible que entre las juntas se produzcan una o más fisuras transversales, las cuales se mantienen prácticamente cerradas a causa del acero de refuerzo, lográndose una excelente transferencia de cargas a través de ellas.

#### Los pavimentos con refuerzo continuo

Por su parte, se construyen sin juntas de contracción. Debido a su continuo contenido de acero en dirección longitudinal, estos pavimentos desarrollan fisuras transversales a intervalos muy cortos. Sin embargo, por la presencia del refuerzo, se desarrolla un alto grado de transferencia de carga en las caras de las fisuras.

Normalmente, un espaciamiento entre juntas que no exceda los 4.50 m tienen un buen comportamiento en pavimentos de concreto simple; así como uno no mayor a 6.00 m en pavimentos con pasa juntas, ni superior a los 12.00 m en pavimentos reforzados. Espaciamientos mayores a estos, han sido empleados con alguna frecuencia, pero han generado deterioros, tanto en las juntas, como en las fisuras transversales intermedias.

#### 4.- Los pavimentos de concreto presforzado

Como su nombre lo indica, están contruidos a base de losas que han sido previamente esforzadas y de esta manera no contienen juntas de construcción. Se han ensayado varios sistemas de presfuerzo y postensado con el fin de llegar a soluciones de pavimentos de espesor reducido, gran elasticidad y capacidad de soporte, y reducción de juntas. Gracias al sistema de presfuerzo se han podido construir losas con longitudes largas, con una reducción de un 50% del espesor de la losa. Sin embargo, pese a los esfuerzos realizados para desarrollar esta técnica, en carreteras se han presentados más dificultades que ventajas. Ha tenido en cambio más aplicación en aeropuertos en los cuales ha habido casos de un comportamiento excelente, tanto en pistas como en plataformas.

#### 5.- Los pavimentos de concreto fibroso

En este tipo de losas, el armado consiste en fibras de acero, de productos plásticos o de fibra de vidrio, distribuidos aleatoriamente, gracias a lo cual se obtienen ventajas tales como el aumento de resistencia a la tensión y a la fatiga, fisuración controlada, resistencia al impacto, durabilidad, etc. Con una dosificación de unos 40 kg/m<sup>3</sup> de concreto, es posible reducir el espesor de las losas en 30% y aumentar el espaciamiento entre juntas por lo que puede resultar atractivo su uso.

### ***2.7. La Vida Útil y El Nivel De Rechazo De Un Pavimento.***

Las vías terrestres al igual que otras obras civiles, se proyectan y construyen para que estén en servicio por un determinado número de años llamado horizonte de proyecto o vida útil de la obra. Al concluir este tiempo, los caminos se abandonan, se rescatan o se reconstruyen con objeto de aumentar su servicio por más tiempo.

Una obra, al estar en operación se deteriora poco a poco y presenta diferentes condiciones de servicio a través de los años. Los deterioros pueden ser pequeños al principio, pero más adelante probablemente sean más serios y aceleren la falla de lavía; por esto una obra requiere mantenimiento o conservación, para cuando menos asegurar su vida de proyecto y proporcionar un servicio adecuado.

El deterioro se observa y se califica con un valor del 1 al 5 en la escala del llamado índice de servicio (present serviceability index), cuando una obra comienza a funcionar recién construida, puede tener una calificación de 4.0 a 4.5 la cual disminuye conforme pasa el tiempo.

Debido a un mal diseño de la estructura en cuanto a los materiales o sus espesores, o a que no se pronosticó el tránsito en forma adecuada, una obra vial puede llegar a la falla estructural al estar casi destruida antes de terminar la vida útil del proyecto, pues el deterioro habría sido más rápido.

Para que una obra deteriorada con el tiempo no alcance la falla estructural, es necesario rehabilitar la vía cuando alcance la falla funcional y su calificación sea de 2 para los caminos secundarios o de 3 para los de primer orden y especiales.

Cuando se registra la historia de un camino y se obtienen año con año los índices de servicios, se traza una curva como la mostrada en la gráfica anterior, con la cual se conoce aproximadamente el tiempo en que la vía llegará a su falla estructural. Pero se pueden hacer diferentes rehabilitaciones, que, según la calidad de los trabajos, podrá reducir o aumentar el lapso de tiempo para que sea necesaria otra rehabilitación.

La falla de un pavimento es pocas veces brusca. Los pavimentos flexibles como los rígidos evolucionan por efecto del tránsito y de agentes atmosféricos. Se deterioran y una de las mayores dificultades es la de predecir con exactitud el estado de conservación al que llegará un pavimento después de haber soportado el tránsito para el que ha sido previsto.

Esta evolución hacia el nivel de rechazo puede tener motivos muy variados según la naturaleza del pavimento, y el primer punto débil que hace patente es la aparición de trastornos tanto en la estructura interna como en la superficie del pavimento.

Tabla 11

La escala del índice de calidad de servicio (PSI)

<b>PSI</b>	<b>Servicio</b>
4 - 5	muy buena
3 - 4	buena
2 - 3	media
1 - 2	mediocre
0 - 1	muy mala.

Cuando se determina el índice de servicio actual (PSI), se debe tomar en cuenta exclusivamente el estado de la superficie de rodamiento en el momento de la inspección, sin que influya para nada el conocimiento que tenga el observador sobre futuras condiciones del pavimento, ni deben influir las características geométricas, ni estado de los acotamientos, taludes, etc. La determinación se hará tomando en cuenta el grado de comodidad que el usuario sentiría al llevar a cabo un recorrido de 500 km por una carretera con unas condiciones de la superficie de rodamiento semejante a la que está juzgando, y así el que califica podrá ponderar si las condiciones del pavimento son excelentes, regulares o intransitables, funcionalmente.

### 2.7.1. Ecuaciones Para Calcular El Índice De Calidad De Servicio (PSI).

Estudios estadísticos han demostrado que el índice de servicio actual (PSI), apreciado por un observador de paso por el pavimento, podía calcularse de la forma siguiente:

Para pavimentos rígidos

$$PSI = 5.41 - 1.80 \log(1 + \overline{SV}) - 0.09\sqrt{C + P}$$

- $\overline{SV}$  = Definición idéntica a la anterior.
- **C** = representa la longitud en pies de las fisuras con despostillado por 1,000 pies cuadrados de superficie de pavimento.
- **P** = Representa la superficie de las zonas reparadas en la proporción de 1/1,000 de la superficie del pavimento.

Este concepto de índice de calidad de servicio (PSI), evidentemente debe utilizarse con prudencia, por ejemplo, sería peligroso considerar la profundidad de las roderas de una vía que no presentase más que este defecto con exclusión de baches y fisuras, cuyo (PSI) sería débil. Así una profundidad media de las roderas de una pulgada daría un (PSI) de 3.65, valor que no reflejaría el bajo nivel de servicio de la vía.

En el caso de los ensayos de la A.A.S.H.O., se ha encontrado que la ley de evolución del índice de calidad de servicio de un pavimento es función del tránsito de la forma siguiente:

Para pavimentos rígidos

$$P = 4.5 - 3 \left( \frac{W}{P} \right)^\beta$$

y son parámetros que dependen de la carga por eje y de la estructura del pavimento. W es el número de pasadas del eje considerado.

Las ecuaciones anteriores para determinar el PSI han sido desplazadas hoy en día por equipos que utilizan una gran tecnología y son de gran rendimiento, los cuales definen con mayor precisión las condiciones que presenta una vía con respecto a su servicio.

### **2.7.2. La Rehabilitación y Mantenimiento De Un Pavimento.**

La conservación de los caminos viene siendo la mejor inversión posible, ya que una conservación adecuada no solo garantiza la inversión inicial de construcción, sino que disminuye el costo de operación y alarga la vida del camino.

Es necesario entender claramente que la conservación más que un problema de economía, es un problema de técnica y de ingeniería, por lo tanto, los trabajos deben ejecutarse oportunamente ya que de ello depende el que los gastos que se hagan sean mínimos. Sin embargo, para ello es necesario contar con personal experimentado, sistemas, materiales y equipos requeridos.

#### **2.7.2.1. Conservación Rutinaria.**

Se denomina conservación normal al conjunto de trabajos, constantes o periódicos que se ejecutan para evitar el deterioro o destrucción prematuros de una obra y que la mantienen en su calidad y valor.

El programa de trabajos de conservación normal es generalmente rutinario y debe tender a ejecutarse en forma de ciclos, estudiando para formularlo los intervalos de periodicidad adecuados a la intensidad del tránsito para algunas obras, como rastreos y bacheos, y de acuerdo con las estaciones meteorológicas del año si se trata de efectos atmosféricos, como las limpiezas y desazolves de cunetas y los desyerbes de acotamientos y taludes.

La ejecución de los trabajos de conservación normal en forma de ciclos oportunos necesita de la formación previa de un calendario de operaciones. En dicho calendario deben aparecer los siguientes tópicos:

- ❖ Programas y presupuestos anuales de conservación y mejoramiento.
- ❖ Limpia de drenajes.
- ❖ Limpia de derrumbes.
- ❖ Desyerbes y podas.
- ❖ Arreglo de taludes y acotamientos.
- ❖ Rastros y reconformaciones.
- ❖ Inspección y reparación de estructuras.
- ❖ Pintura de rayas y señales de tránsito.
- ❖ Reparación de defensas.
- ❖ Reparación de equipo.
- ❖ Explotación de canteras y bancos.
- ❖ Informe de costos.

### **2.7.3. Rehabilitación y Mantenimiento Para Los Pavimentos Rígidos.**

Mantener pavimentos rígidos es bastante simple, si está bien proyectado y ejecutado; es decir, si se han relacionado en forma conveniente los elementos correspondientes como el tránsito y las resistencias del concreto, la capa subbase y subrasante; de otra manera, lo más probable es que se presente la falla estructural teniendo como consecuencia la necesidad de reconstruir la vialidad.

#### **2.7.3.1. Conservación Menor.**

Dentro de estos trabajos se encuentran los siguientes:

- Limpieza de juntas

Debido a que los productos utilizados para sellar las juntas longitudinales y transversales se endurecen y se agrietan con el tiempo, es necesario limpiarlas cuando menos cada tres años y extraerles tanto el sello anterior como cualquier material extraño que se encuentre, en seguida,

la junta se vuelve a sellar con material fresco.

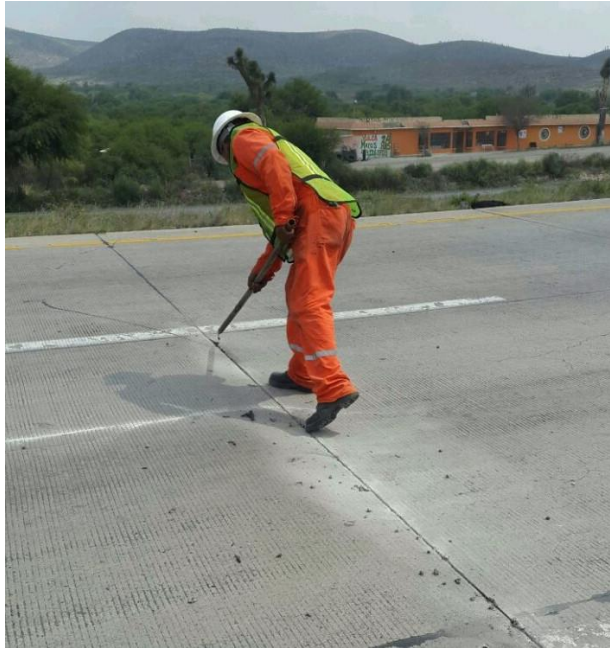


Figura 20: Realización de la limpieza de junta

- Calafatear los agrietamientos

Es necesario rellenar e impermeabilizar las grietas que se hayan presentado por el fenómeno anterior o de cualquier otro, para evitar la introducción de materias extrañas o de agua.



Figura 21: Calafateamiento de agrietamientos

- Fresado de la superficie

Cuando se ha perdido el texturizado superficial en las losas de concreto, será necesario remarcar la macro textura transversal con una fresada con discos de corte con diamante. Por lo general este tipo de trabajo se requiere en periodos de tiempo mayores a los cinco años.



Figura 22: Fresado de la superficie

### 2.7.3.2. *Conservación Mayor.*

Este tipo de trabajos involucra actividades más complicadas y costosas para reparar las fallas que presente el pavimento. Algunos trabajos son los siguientes:

- Rebajar las orillas de la losa

Cuando por efecto del gradiente de la losa, esta se alabea con la concavidad hacia arriba, es necesario rebajar las orillas de las losas para nivelarlas y evitar un tránsito defectuoso a través de ellas, sobre todo en aeropuertos, para ello existen máquinas desbastadoras especiales. Cuando la concavidad es hacia abajo, el rebaje se hace hacia el centro de las losas si es necesario, pues esta deformación es casi siempre menor que la anterior.



- Inyecciones de mortero fluido para llenar los huecos

Cuando haya indicios de que se está presentando el fenómeno de bombeo o de plano, debido a una fractura de la losa que quedó sin apoyo al salir el material que la sustentaba, es necesario efectuar estas inyecciones, si la losa está fracturada, es conveniente renivelar la zona antes de la inyección. Cabe mencionar que este trabajo es muy costoso y no se utiliza para reparar áreas muy significativas de un camino.

- Sustitución de losas

Cuando en un tramo específico la capa de soporte presente cambios de volumen muy fuertes que provoque el agrietamiento de las losas, se procederá a demolerlas y sustituirlas por una nueva. También pueden existir losas que, debido a su mala construcción, presenten grietas, desniveles o rugosidad inapropiada, y por lo tanto se procederá a sustituirlas.

- Construir una sobre losa

Por último, si un pavimento rígido se ha comportado de manera adecuada, pero se prevé un tránsito más intenso en los años siguientes o se quiere aumentar la vida útil del camino, es posible construir una sobre losa para ello es necesario asegurar la unión entre el concreto antiguo y el nuevo, por lo que se corruga primero la superficie de rodamiento actual y, antes del colado, se esparce un aditivo especial que una el concreto de las losas.

## **2.8. Marco Normativo.**

- Características de los materiales (Calidad de materiales pétreos para concreto hidráulico) N-CMT-2-02-002-19
- Características de los materiales (calidad de aditivos químicos para concreto hidráulico) N-CMT-2-02-004-18
- Características de los materiales (Materiales para terracerías) N-CMT-1-03/02
- Proyecto de señalamiento y dispositivos de seguridad en carreteras y vialidades urbanas (proyecto de señalamiento) N-PRY-CAR-10-01-002/13
- Proyecto de señalamiento y dispositivos de seguridad en carreteras y vialidades urbanas (proyecto de señalamiento) N-PRY-CAR-10-01-001/13

- Método de ensayo estándar para la resistencia a la flexión del hormigón N-ASTM-C-78-02
- Practica normalizada para el muestreo de la mezcla de hormigón fresco N-ASTM-C-172-04
- Método estándar de prueba para la medición de la profundidad de la macrotextura del pavimento utilizando una técnica volumétrica N-ASTM-E-965-96
- CAR carreteras (conceptos de obra) N-CTR-CAR-1-01-09/16
- Materiales para pavimentos (materiales para subbase y base) N-CMT-4-02-001/21
- Car carreteras (conceptos de obra, pavimentos, subbase y base) N.CTR.CAR.1.04.002/11

## “Capítulo 3”

### 3. Metodología.

A continuación, se describe la metodología utilizada para el desarrollo del proyecto anteproyecto de la pavimentación de la calle Morelos entre av. Baja california y av. Campeche en la colonia Plan de Ayala.



Figura 23: Fases para realizar la metodología

#### 3.1. Ubicación.

La calle Morelos está localizada en la colonia Plan de Ayala en municipio de Tuxtla Gutiérrez cerca de una de las entradas principales de la ciudad del lado poniente, conocida regionalmente como “la pochota”.

Con coordenadas 16°45’51.2” N (norte), 93°10’56.5” O (poniente)

- Macro localización



Figura 24: Macro localización de la calle Morelos

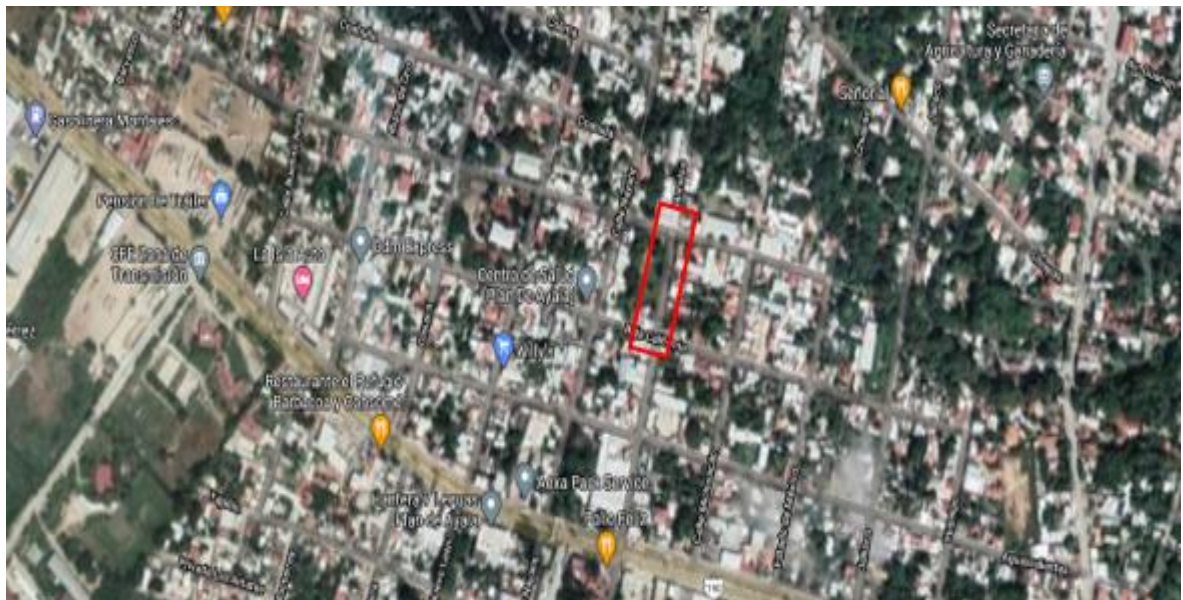


Figura 25: Macro localización de la calle Morelos

- Micro localización



Figura 26: Micro localización de la calle Morelos

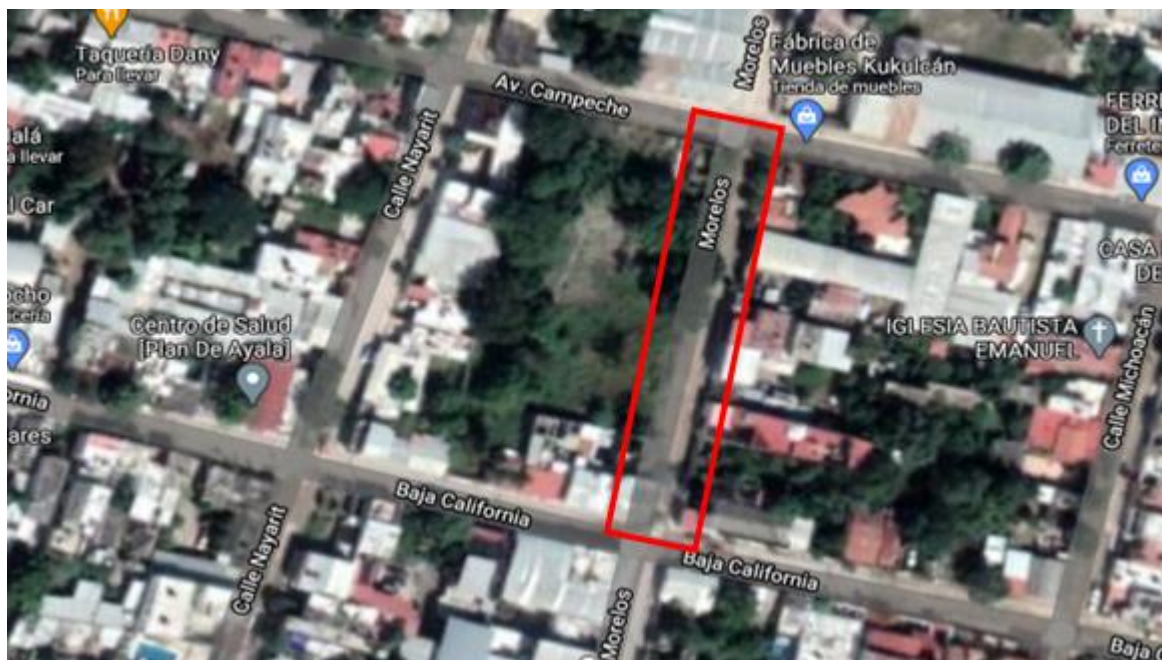
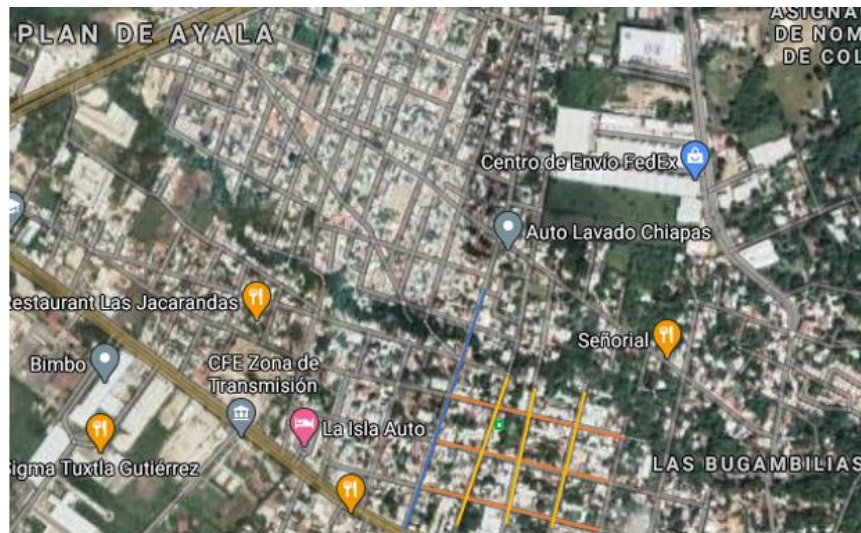


Figura 27: Micro localización de la calle Morelos

### 3.2. Clasificación De Red Vial.

En este apartado se realiza una clasificación funcional de la red vial de la colonia Plan de Ayala a partir de la clasificación que se brinda. Si bien la clasificación es más amplia, se definirá solo los tipos de vías que existen dentro de la colonia Plan de Ayala:

1. Arteriales Principales (calle principal): vías de penetración que tienen como finalidad servir a la interconexión de arteriales secundarias y permitir el acceso al Área Central.
2. Arteriales Secundarias (avenidas): vías que cumplen funciones accesorias y/o alternativas de las Arteriales Principales.
3. Colectoras (calles): vías cuya función es canalizar el tránsito interno barrial desde y hacia las vías arteriales e intersectoriales.
4. Locales: vías de acceso vehicular a la vivienda y a su equipamiento inmediato. De baja velocidad y poco volumen vehicular.



1. Arteria Principal	
2. Arteria secundaria	
3. Colectoras	
4. Locales	

Figura 28: Clasificación de red vial

### 3.3. Elaboración De Proyectos.

A continuación, se muestran los pasos a paso del desarrollo de la propuesta, teniendo en cuenta parámetros de diseño, metodologías para el diseño estructural de la calle.

#### 3.3.1. Análisis De Aforo Vehicular.

Tabla 12

Análisis de aforo vehicular

COMPOSICION VEHICULAR							
DIAS	C2		C3		T3-S2		TOTAL
	EJES	LLANTAS	EJES	LLANTAS	EJES	LLANTAS	
	2	4	3	10	5	18	
							
	VEHICULOS	%	VEHICULOS	%	VEHICULOS	%	
LUNES	15	88.24%	2	11.76%	0	0%	17
MARTES	18	94.74%	0	0%	1	5.26%	19
MIERCOLES	10	100%	0	0%	0	0%	10
JUEVES	15	93.75%	1	6.25%	0	0%	16
VIERNES	13	100%	0	0%	0	0%	13
SABADO	10	100%	0	0%	0	0%	10
DOMINGO	6	100%	0	0%	0	0%	6
<b>TOTAL</b>	<b>87</b>	<b>96.68%</b>	<b>3</b>	<b>2.57%</b>	<b>1</b>	<b>0.75%</b>	<b>91</b>

#### 3.3.2. Levantamiento Topográfico.

Se realizó el levantamiento topográfico con una estación total marca sokkia SET350x las características del equipo topográfico estación de sokkia incluyen:

\*350 m de medición sin prisma

- \*5,000 m de medición con 1 prisma.
- \*Puntero Láser Visible.
- \*EDM Integrado.
- \*Pantalla LCD Blanco y Negro.
- \*Teclado Alfanumérico con 25 teclas con iluminación.
- \*Transferencia de datos por medio de cable RS-232 a USB.
- \*Puerto para Usb
- \*Memoria de 5,000 puntos.
- \*15 horas de batería.
- \*Protección ambiental IP66.
- \*Disponibles en modelos 2 y 5 segundos



Figura 29: Levantamiento topográfico con estación total





Figura 30: Levantamiento topográfico con estación total

### 3.3.3. Plano Topográfico.

Posteriormente se utilizó el programa CivilCAD, se descargaron las coordenadas de la memoria de la estación para que después se pasaran a un block de notas en la computadora, después se importaron las coordenadas y así se realizó el plano topográfico. Anexo a esto se realizó las curvas de nivel y las secciones.

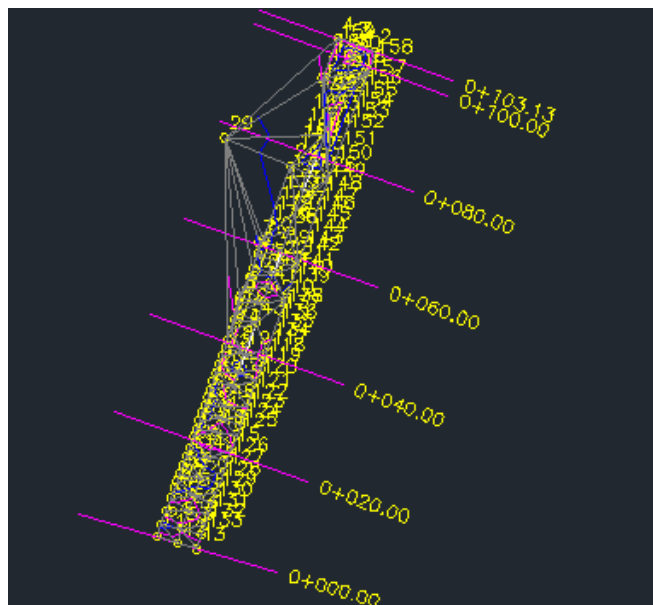


Figura 31: Plano topográfico con curvas de nivel

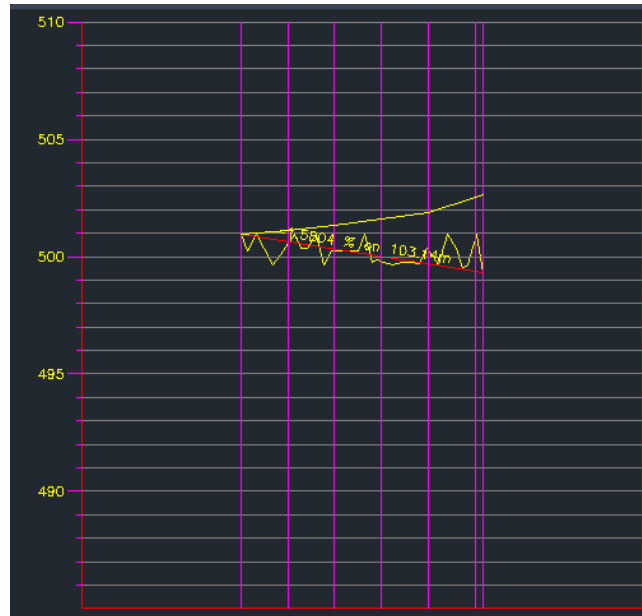


Figura 32: Perfil de levantamiento topográfico

TIPO DE MATERIAL								
FACTOR DE ABUNDAMIENTO								
FACTOR DE COMPACTACION								
ORDENADAS DE LA CURVA MASA			10,000	10,030	10,082	10,130	10,188	10,338
VOLUMEN	TERRAPLEN		0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	CORTE		0.00	30.15	61.67	47.63	58.17	113.67
ESPESOR	TERRAPLEN			0.06	0.09	0.24		
	CORTE		0.00				0.61	1.35
ELEVACION	SUBRASANTE		500.95	500.63	500.32	500.00	499.69	498.33
	TERRENO		500.95	500.57	500.23	498.76	500.29	498.33
			0+000.00	0+020.00	0+040.00	0+060.00	0+080.00	0+100.00

Figura 33: Propuesta de diseño

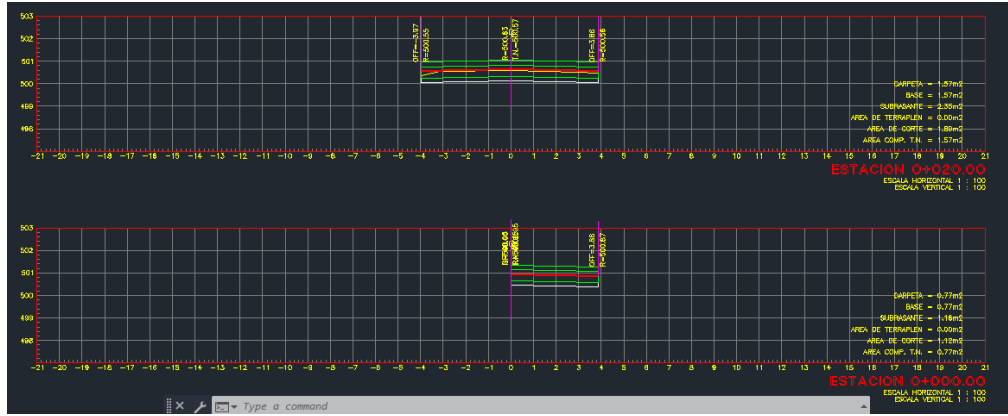


Figura 34: Secciones con retículas

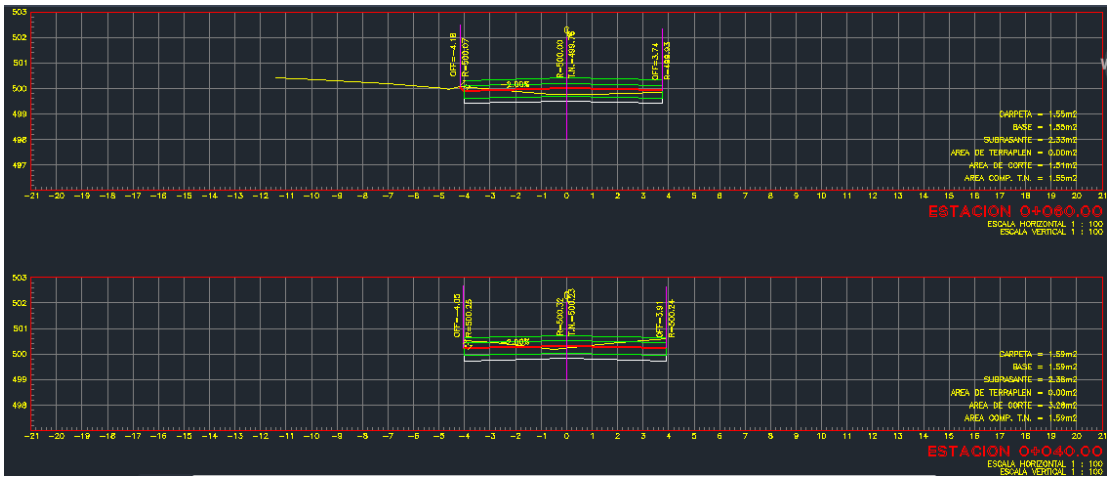


Figura 35: Secciones con retículas

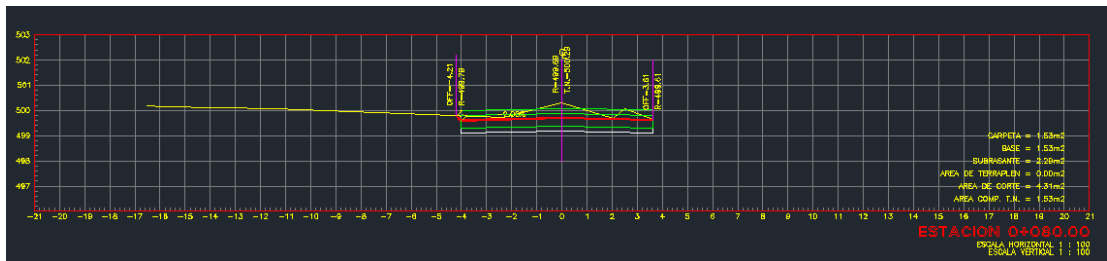


Figura 36: Secciones con retículas

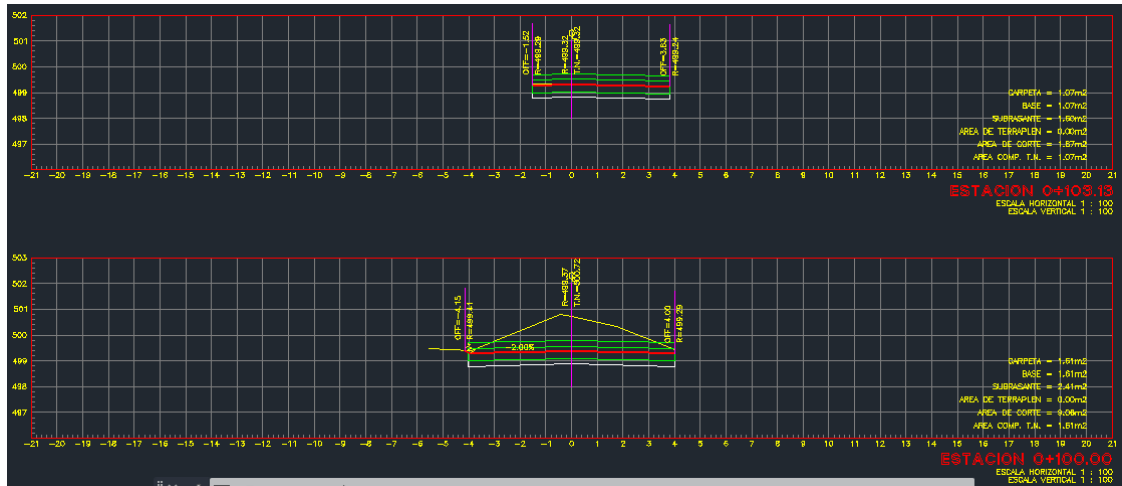


Figura 37: Secciones con retículas

### 3.3.4. Estudio De Mecánica De Suelos.

Estudio de suelo por medio del laboratorio de materiales

Para realizar este estudio se realizaron sondeos en la zona a diferentes profundidades, donde se extrajeron las diferentes capas de nuestra calle, la cual se analizaría el suelo natural en el laboratorio sin combinar las diferentes capas extraídas con las demás, ya que para hacer este estudio se tienen que realizar capa por capa de nuestra superficie, posterior una vez encontrado el suelo natural hicimos la extracción del material y paramos el sondeo, y con la muestra ya extraída procedimos a dirigirnos al laboratorio de materiales de la universidad.



Figura 38: Excavación que se realizó para hacer el sondeo y extraer el material.

Los materiales usados para nuestro sondeo fueron una coa, barreta, bolsas para recolectar las muestras, cinta métrica y una cámara fotográfica.

Los estudios realizados en el laboratorio de materiales fueron prueba de humedad optima, medida de expansión de prueba con expansión del material, VSR, limite líquido, limite plástico, índice plástico, concentración lineal, equivalente de arena, equivalente de arcilla y CBR.

El cual se realizó el sondeo con un diámetro de 38 cm y 73 cm de profundidad y se sacó 10 kg de material, al llegar al laboratorio lo que se hace es:



Figura 39: Excavación que se realizó para hacer el sondeo y extraer el material

1. Cribar el material con la malla de 1”.
2. Realizar un cuarteo en dado caso de que venga el material como tipo terrón se disgrega con un mazo de 1 kg.



Figura 40: Cuarteo del material

3. Rellenar una tara con el material del cuarteo y al rellenarlo dejar caer el material a una altura de 20 cm aproximadamente.
4. Pesar 4.5 kg del material.
5. Humedecer el material pesado en paso anterior y revolverlo con un poco de agua (la cantidad de agua es al tanteo).



Figura 41: Humedecimiento del material

6. Pesar 4 kg del material previamente humedecido.

7. Pesar por aparte 300 grs.
8. Colocar los 4 kg del material en un molde, el cual se pondrá en 3 capas y por cada capa se le darán 25 golpes de afuera hacia dentro.



Figura 42: Colocación de 4 kg en un molde

9. Se coloca el molde en la prensa porte para compactar el material a una presión de 27 Toneladas (bajo la norma de 5 minutos se subida mantener 1 minutos la presión y un minuto para bajar la presión).



Figura 43: Colocación del molde en la prensa para compactar el material

10. Se toma 4 lecturas con el vernier para sacar un máximo.

Lectura 1: 3.72, Lectura 2: 3.70, Lectura 3: 3.70, Lectura 4: 3.70

Con un promedio de  $3.705 = 3.70$

Molde potter #6 con altura de 12.67 y área de 193.6

Para saber la altura del material que ocupa en el molde se hace una resta

Altura del molde-altura faltante (el promedio que se calculó) =  $12.67 - 3.70 = 8.97$

193.6 = área del molde

1736 = multiplicación de  $8.97 * 193.6$

2304 =  $(4000 \text{ grs (4 kg)} / 1736 \text{ (Peso volumétrico máximo humado)}) * 1000$

$(4000 / 1736) * 1000 = 2304$



Figura 44: se toma la medida con el vernier para sacar una altura promedio

11. Se deja el molde con el material compactado por 72 hrs para obtener la lectura de expansión con ayuda del vernier.





Figura 45: Se mete el material compactado por 72 hrs

12. Los 300 grs pesados por aparte se pone a la parrilla para ver la humedad del material el cual húmedo es de 300 grs y seco en su totalidad es de 279.9

Al realizar una resta esto da como resultado 20.1

$$20.1/279.9 = 0.0718 * 100 = 7.18 = 7.2 \text{ (humedad optima)} * 100 = 107.2$$

$$2304 \text{ (peso vol max húmedo)} / 107.2 = 2149 \text{ (peso vol max seco)}$$

13. Se realizo el estudio de la plasticidad del suelo, para eso se cribo con la malla # 40 (lo que pasa de la malla).



Figura 46: Se criba el material en la malla #40

Se deja saturando en una lata de aluminio por 24 hrs con agua para sacar la plasticidad del suelo.

14. Pasando las 72 hrs que se dejó remojando el material compactado se le quita el collarín superior y se vuelve a tomar medida con el vernier las cuales fueron; lectura 1: 3.83, lectura 2: 3.90, lectura 3: 3.71, Lectura 4: 3.90  
El cual da un promedio de 3.835



Figura 47: Se quita el collarín y se mide nuevamente con el vernier

15. Se coloca la muestra en la prensa para la prueba de penetración, se coloca el micrómetro para medir la penetración y ambos se ponen en 0 (cero).

Los resultados fueron los siguientes:

10-----50

21-----0

50-----50

84-----0

107-----0----1er vuelta completa

137-----0----2da vuelta completa

La 1er carga 1.27

La segunda carga que es a 2.54-----carga de penetración

Para sacar el VSR es la multiplicación del segundo resultado por la constante del anillo.

$21 * 18 (\text{constante}) = 378 \text{ kg} / 1360 = 0.27 * 100 = 27.8$



Figura 48: Colocación de la muestra en la prensa de penetración

16. Después de dejar remojando por 24 hrs el material cribado por la malla #40, se coloca la prueba en la copa curva grande calculando el porcentaje de agua que se le proporciona al

material un estado el cual se expande más no se deforma, por lo tanto, también se le hará una línea en medio y se separará un poco el material.



Figura 49: se coloca material remojado en copa curva grande y se le hace una línea en medio



Figura 50 :Se le da 25 golpes para ver si la división se junta

17. Se le da 25 golpes, si se cierra rápido tiene mucha agua y si no está seco.
18. Se tomarán 2 capsulas y se pesarán con material

Capsula 1

Peso de la capsula= 16.89 grs

Peso con suelo seco= 58.97 grs

Capsula 2

Peso de la capsula= 17.36 grs

Peso con suelo seco= 40.76 grs

19. Se colocan las muestras en un horno a 75° por 24 hrs

\*Peso de la capsula con suelo seco 49.3 grs

\*Peso de la capsula con suelo seco plasticidad (churritos) 36.75 grs

20. Se toman medidas en 3 puntos de la prueba del suelo previamente sometidas a 24 hrs en el horno para la prueba de grado de humedad del suelo.



Figura 51: Se meten 3 pruebas al horno por 24 hrs

Medida de la barra molde: 99.1

Medida de la barra con el suelo 97.2 y 96.1 = 96.65 (promedio)

$58.97 - 16.89 = 42.08$

$49.30 - 16.89 = 32.41$

$42.08 - 32.42 = 9.67$

Limite liquido = 22.5

$40.76 - 17.36 = 23.40$

$36.75 - 17.36 = 18.89$

$23.40 - 18.89 = 4.51$

Limite plástico = 19.27

Índice Plástico = L.L - L.P =  $22.5 - 19.27 = 3.23$

Contracción lineal =  $99.1 - 96.65 = 2.45$

CRB = 27% por lo tanto el material cumple como subrasante

21. Equivalente de arena

\*Llenar 2 probetas con agua hasta el número 4, se deja el material extraído del sondeo en una charola y se realiza el cuarteo, se llena un recipiente de ayuda tomando  $1/4$  y  $1/4$  dejando y se pasa al recipiente de ayuda en caída libre.

\*se repiten los pasos con los otros  $2/4$  de material faltante que está en la charola.

\*se deja caer una muestra en cada probeta, se agita de abajo con movimientos y se le da unos golpes a la base para sacar el aire.

\*se deja reposar por 10 minutos

Hora inicio= 10:58 am-----hora fin= 11:19 am

Nivel de arcilla= 11.9-----Nivel de arena= 12.8 - 10= 2.8

Se agita 90 ciclos y se le agrega agua hasta el nivel de probeta.



Figura 52: Agitado de probeta para equivalente de arena

Después se checa la medida de la arcilla y se le mete un sifón hasta que tope.

$$\frac{\text{Nivel de arena}}{\text{Nivel de arcilla}} \times 100 = \frac{2.8}{11.9} \times 100 = 23.53\%$$

Equivalente de arena= 23.53%

Equivalente de arcilla=  $100\% - 23.53\% = 76.47\%$



Figura 53: se chequea el nivel de arcilla Fuente: Propia

### 3.3.5. Conclusión Del Estudio Realizado.

Tabla 13

Conclusión del estudio realizado

	Resultado obtenido	Resultado según la norma
Humedad Óptima	107.2	
Peso vol. Max seco	2149	
VRS	27.8	
Límite Líquido	22.5	40 máximo
Límite Plástico	19.27	
Índice Plástico	3.23	12 máximo
Contracción Lineal	2	2% máxima
CBR	27%	20 % mínimo
Equivalente de arena	23.53%	
Equivalente de arcilla	76.47%	
Tamaño máximo mm		76 mm
Grado de compactación		100±2



Conforme a los resultados obtenidos y comparándolos con la norma N-CMT-1-03/02 el material extraído cumple para subrasante.

### ***3.4. Método De Diseño Para Pavimentos de Concreto Hidráulico.***

En México, este tema ya ha sido analizado para distintas vías que en su momento han necesitado de una profunda rehabilitación, y que análogamente han presentado dos o más opciones para su solución.

Las ventajas que proporcionaría rehabilitar la vía con pavimento de concreto hidráulico pueden ser muy importantes, sobre todo en el aspecto económico.

Alguna de las ventajas más importantes es:

- Larga duración.

Se ha comprobado que los pavimentos de concreto hidráulico tienen una duración de por lo menos 20 años.

Por ejemplo, los pavimentos de concreto hidráulico son resistentes al derrame de combustible y aceite de los vehículos, que tanto afecta a los pavimentos flexibles. Otra causa es que no se encuentran sujetos a deformaciones continuas durante su uso, como el caso del material asfáltico. En los pavimentos flexibles, los arrugamientos, tanto transversales como longitudinales se deben a la presión ejercida por las ruedas de los vehículos. Los pavimentos de concreto ofrecen mejor resistencia a las presiones de arranque, frenado y circulación producidas por el tránsito.

- Mantenimiento mínimo.

Los pavimentos de concreto requieren de un mantenimiento mínimo, que consiste en el oportuno calafateo (sellado) de grietas que llegaran a aparecer y a la reposición del material bituminoso en aquellas juntas de expansión o construcción que, por algún motivo lo han perdido. En cambio, los pavimentos asfálticos requieren de riegos de sello, por lo menos cada tres años. Necesitan un continuo y cuidadoso "bacheo", o sea reposición de la carpeta en las zonas, que por razón natural se ha deteriorado. Se calcula empíricamente que cada año hay que

reponer no menos del 10 % de la superficie pavimentada con materiales asfálticos y que en un periodo que varía del sexto al décimo año habrá que agregar otra capa de carpeta y reconstruir la base de aquellas zonas que presenten mayores daños.

Para los organismos municipales, estatales o federales y también para los efectos que resiente el público resulta más sencillo efectuar reparaciones en pavimentos de concreto hidráulico que en los asfálticos. En el caso del concreto bastará con disponer de cemento, agregados y una pequeña revoladora para alguna zona dañada por sustitución o nueva instalación de tuberías. En cambio, para reparar un pavimento de asfalto se requiere tener en el lugar un equipo de bacheo y uno de compactación. En el sitio donde se elabora la mezcla se necesita una petrolizadora y una moto conformadora, equipos que no todos disponen en forma fácil, económica y oportuna. Además de que se requiere de una planta de asfalto que no siempre está a la mano.

- No hay consumo de energéticos.

Este argumento en favor de los pavimentos de concreto no ha sido que sepamos utilizado hasta la fecha. Sin embargo, en la actualidad hay que tomarlo en cuenta, los pavimentos que utilizan como materia prima el asfalto, presuponen un alto consumo de este material y de solvente que seguramente tendrían una mejor aplicación en otras ramas industriales. El concreto, por lo contrario, al tener como primordial aglutinante el "cemento", fabricado con calizas, arcillas y otros elementos abundantes en la naturaleza no ocasiona con su creciente empleo ningún efecto negativo para el futuro de la raza humana.

- Pavimentos de menor espesor.

Los pavimentos de concreto hidráulico -debido a las cualidades del material- requieren de menor espesor, para asegurar que las terracerías queden en condiciones de recibir las cargas a que estarán sujetas por efectos del tránsito.

### ***3.5. Diseño Para Pavimento Hidráulico.***

Los métodos actuales de diseño de pavimentos rígidos se inclinan hacia el concepto mecánico-empírico, que comprende la aplicación de modelos estructurales para calcular las respuestas

de los pavimentos, así como el desarrollo de modelos de deterioro para predecir el comportamiento del pavimento a partir de las respuestas estructurales. Los esquemas de predicción de comportamiento son posteriormente calibrados sobre la base de evaluaciones y observaciones del comportamiento de pavimentos en servicio.

Los métodos de diseño han simplificado notablemente los procedimientos de aplicación y presentan al usuario tablas, nomogramas y elementos de cálculo relativamente sencillos, además de programas de computadora mediante los cuales se pueden efectuar rápidamente estudios de alternativas y análisis de sensibilidad, incluyendo sus costos, lo cual permite obtener un panorama completo del problema que proporciona la información necesaria para la toma correcta de decisiones.

Existen diferentes métodos para el diseño de los pavimentos rígidos, tales como el de la AASHTO (American Association of State of Highway and Transportation Officials), o el de la PCA (Portland Cement Association). Para nuestro caso particular, utilizaremos el primero.

## “Capítulo 4”

### 4. Resultados.

#### 4.1. Método AASHTO.

Este método se basa en el uso de una ecuación empírica, desarrollada por la observación de algunos pavimentos de hormigón estudiados durante ensayos de la AASHTO sobre carreteras. Para este método, la fórmula de diseño a emplear, haciendo uso de los nomogramas, es la siguiente:

Datos del proyecto:

- CBR= 27%
- Vida útil en años  
n= 20
- Tasa de crecimiento  
r= 5%
- Ciclo de lluvias  
n= 5 meses
- Trafico a la semana

Tabla 14

Aforo vehicular del proyecto en 1 semana

Tipo de vehículo	IMDA
C2 camión unitario	87
C3 Camión unitario	3
T3-S2 Tracto camión articulado	1

#### 1. Cálculo del tráfico “W18”

➤ “Fca” Factor de crecimiento acumulado

$$Fca = \frac{(1 + r)^n - 1}{r} = \frac{(1 + 0.05)^{20} - 1}{0.05} = 33.06$$

- Tráfico acumulado en el primer año, en ejes equivalentes

$$\sum EEi = IMDi * Fd * Fc * Fvp * Fp$$

- a) Factores de distribución direccional y de carril para determinar el tránsito en el carril de diseño (Fd y Fc)

Vía una calzada, dos sentidos y un carril por sentido.

$$Fd = 0.5$$

$$Fc = 1$$

Tabla 15

**Factores de Distribución Direccional y de Carril para determinar el Tránsito en el Carril de Diseño**

Número de calzadas	Número de sentidos	Número de carriles por sentido	Factor Direccional (Fd)	Factor Carril (Fc)	Factor Ponderado Fd x Fc para carril de diseño
1 calzada (para IMDa total de la calzada)	1 sentido	1	1.00	1.00	1.00
	1 sentido	2	1.00	0.80	0.80
	1 sentido	3	1.00	0.60	0.60
	1 sentido	4	1.00	0.50	0.50
	2 sentidos	1	0.50	1.00	0.50
	2 sentidos	2	0.50	0.80	0.40
2 calzadas con separador central (para IMDa total de las dos calzadas)	2 sentidos	1	0.50	1.00	0.50
	2 sentidos	2	0.50	0.80	0.40
	2 sentidos	3	0.50	0.60	0.30
	2 sentidos	4	0.50	0.50	0.25

$$Fp = 1$$

Tabla 16

<b>FACTOR DE AJUSTE POR PRESIÓN DE NEUMÁTICO (F<sub>p</sub>) PARA EJES EQUIVALENTES (EE)</b>							
Espesor de Capa de Rodadura (mm)	Presión de Contacto del Neumático (PCN) en psi PCN = 0.90x[Presión de inflado del neumático] (psi)						
	80	90	100	110	120	130	140
50	1.00	1.36	1.80	2.31	2.91	3.59	4.37
60	1.00	1.33	1.72	2.18	2.69	3.27	3.92
70	1.00	1.30	1.65	2.05	2.49	2.99	3.53
80	1.00	1.28	1.59	1.94	2.32	2.74	3.20
90	1.00	1.25	1.53	1.84	2.17	2.52	2.91
100	1.00	1.23	1.48	1.75	2.04	2.35	2.68
110	1.00	1.21	1.43	1.66	1.91	2.17	2.44
120	1.00	1.19	1.38	1.59	1.80	2.02	2.25
130	1.00	1.17	1.34	1.52	1.70	1.89	2.09
140	1.00	1.15	1.30	1.46	1.62	1.78	1.94
150	1.00	1.13	1.26	1.39	1.52	1.66	1.79
160	1.00	1.12	1.24	1.36	1.47	1.59	1.71
170	1.00	1.11	1.21	1.31	1.41	1.51	1.61
180	1.00	1.09	1.18	1.27	1.36	1.45	1.53
190	1.00	1.08	1.16	1.24	1.31	1.39	1.46
200	1.00	1.08	1.15	1.22	1.28	1.35	1.41

Tabla 17

**Relación de Cargas por Eje para determinar Ejes Equivalentes (EE)  
Para Pavimentos Rígidos**

Tipo de Eje	Eje Equivalente (EE <sub>8.2 tn</sub> )
Eje Simple de ruedas simples (EE <sub>S1</sub> )	$EE_{S1} = [ P / 6.6 ]^{4.1}$
Eje Simple de ruedas dobles (EE <sub>S2</sub> )	$EE_{S2} = [ P / 8.2 ]^{4.1}$
Eje Tandem (1 eje ruedas dobles + 1 eje rueda simple) (EE <sub>TA1</sub> )	$EE_{TA1} = [ P / 13.0 ]^{4.1}$
Eje Tandem ( 2 ejes de ruedas dobles) (EE <sub>TA2</sub> )	$EE_{TA2} = [ P / 13.3 ]^{4.1}$
Ejes Tridem (2 ejes ruedas dobles + 1 eje rueda simple) (EE <sub>TR1</sub> )	$EE_{TR1} = [ P / 16.6 ]^{4.0}$
Ejes Tridem (3 ejes de ruedas dobles) (EE <sub>TR2</sub> )	$EE_{TR2} = [ P / 17.5 ]^{4.0}$
P = peso real por eje en toneladas	

Vehículo c2

Ps1=7

Ps2=7

$$EE_{c2} = \left(\frac{Ps1}{6.6}\right)^{4.1} + \left(\frac{Ps2}{6.6}\right)^{4.1} = \left(\frac{7}{6.6}\right)^{4.1} + \left(\frac{7}{6.6}\right)^{4.1} = 2.54$$

Vehículo c3

Ps1= 7

PTA2= 18

$$EE_{c3} = \left(\frac{Ps1}{6.6}\right)^{4.1} + \left(\frac{PTA2}{13.3}\right)^{4.1} = \left(\frac{7}{6.6}\right)^{4.1} + \left(\frac{18}{13.3}\right)^{4.1} = 4.731$$

Vehículo T3-S2

Ps1= 7



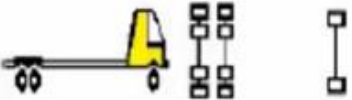


PTA2= 18

PTA2= 18

$$\begin{aligned} EE_{T3-S2} &= \left(\frac{Ps1}{6.6}\right)^{4.1} + \left(\frac{PTA2}{13.3}\right)^{4.1} + \left(\frac{PTA2}{13.3}\right)^{4.1} \\ &= \left(\frac{7}{6.6}\right)^{4.1} + \left(\frac{18}{13.3}\right)^{4.1} + \left(\frac{18}{13.3}\right)^{4.1} = 8.18 \end{aligned}$$

Tabla 18

Relación del peso por eje en diferentes transportes

SIMBOLO	DIAGRAMA	LONGITUD TOTAL (MTRS)	CARGA POR EJE (TN)				PESO BRUTO MAXIMO	
			EJE DELANTERO	CARGA POR EJE O C/TO POSTERIOR				
				1° eje	2° eje	3° eje		4° eje
B2		13.20	7	11			18	
C2		12.30	7	11			18	
C3		13.20	7	18			25	
T2S3 O 2S3		20.50	7	11	25		43	
T3S3 O 3S3		20.50	7	18	25		43	

$$\begin{aligned} \sum EE_i &= (EE_{C2} * C2 + EE_{C3} * C3 + EE_{T3S2} * T3S2) * F_d * F_c * F_p \\ &= (2.54 * 87 + 4.731 * 3 + 8.18 * 1) * 0.5 * 1 * 1 = 121.67 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} W_{18} &= \sum EE_i * F_{ca} * 365 = 121.67 * 33.06 * 365 = 1,468,179.72 \\ &= 1.468179 \times 10^6 \text{ ESAL} \end{aligned}$$



## 2. Módulo de reacción de la sub rasante “K”

- Modulo efectivo de reacción de la sub rasante

$$ME = MR \quad CBR = 78 \text{ CBR de la sub base granular}$$

$$ME = 2555 * CBR^{0.64} = 2555 * 78^{0.64} = 41,527.085$$

$$= 4.153 \times 10^4 \frac{lb}{in^2}$$

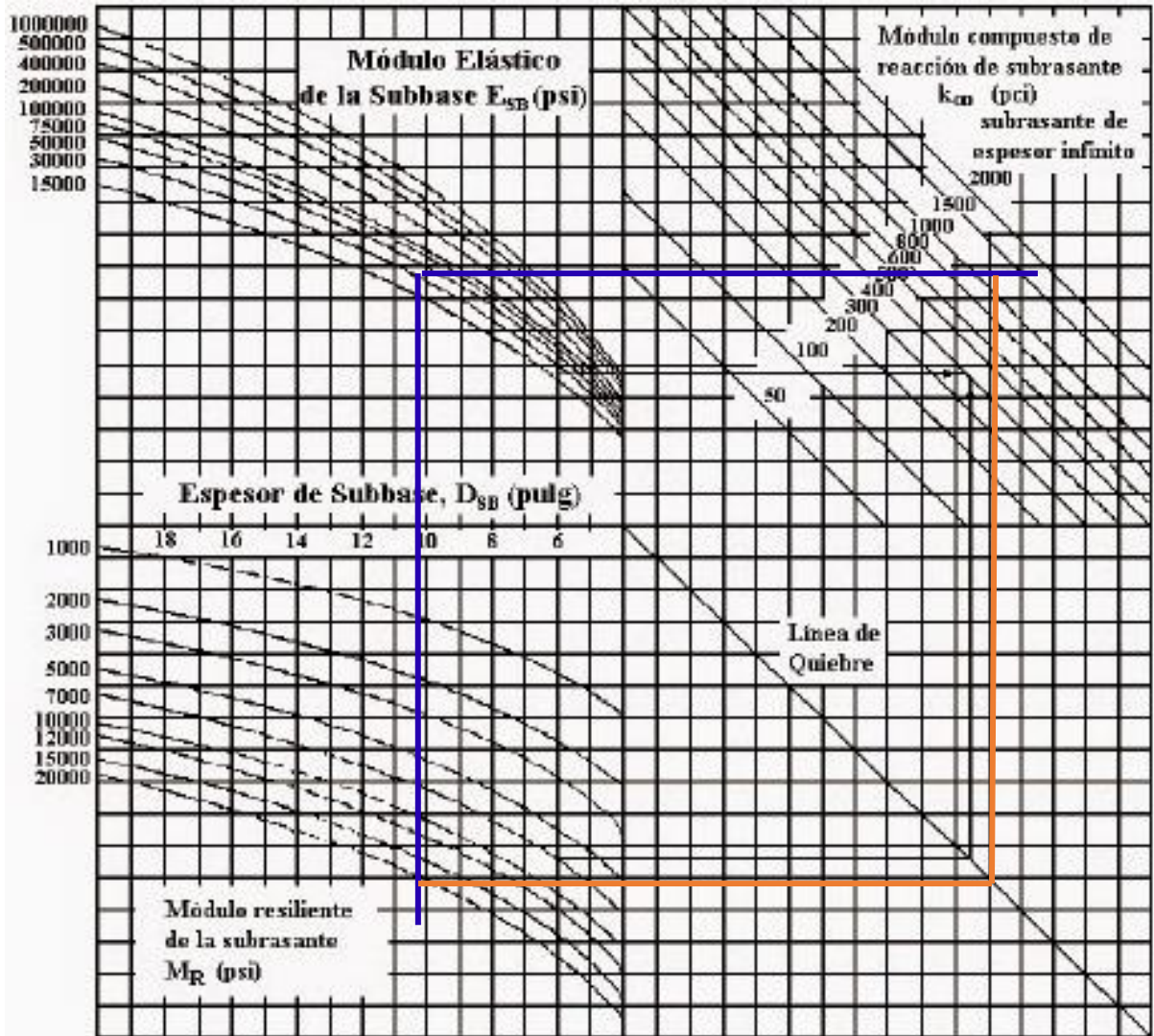
- CBR  $CBR = 27$

$$MR = 2555 * CBR^{0.64} = 2555 * 27^{0.64} = 21,060.26$$

$$= 2.106 \times 10^4 \frac{lb}{in^2}$$

Usamos el ábaco para calcular “K”

$$K=1150 \text{ pci}$$

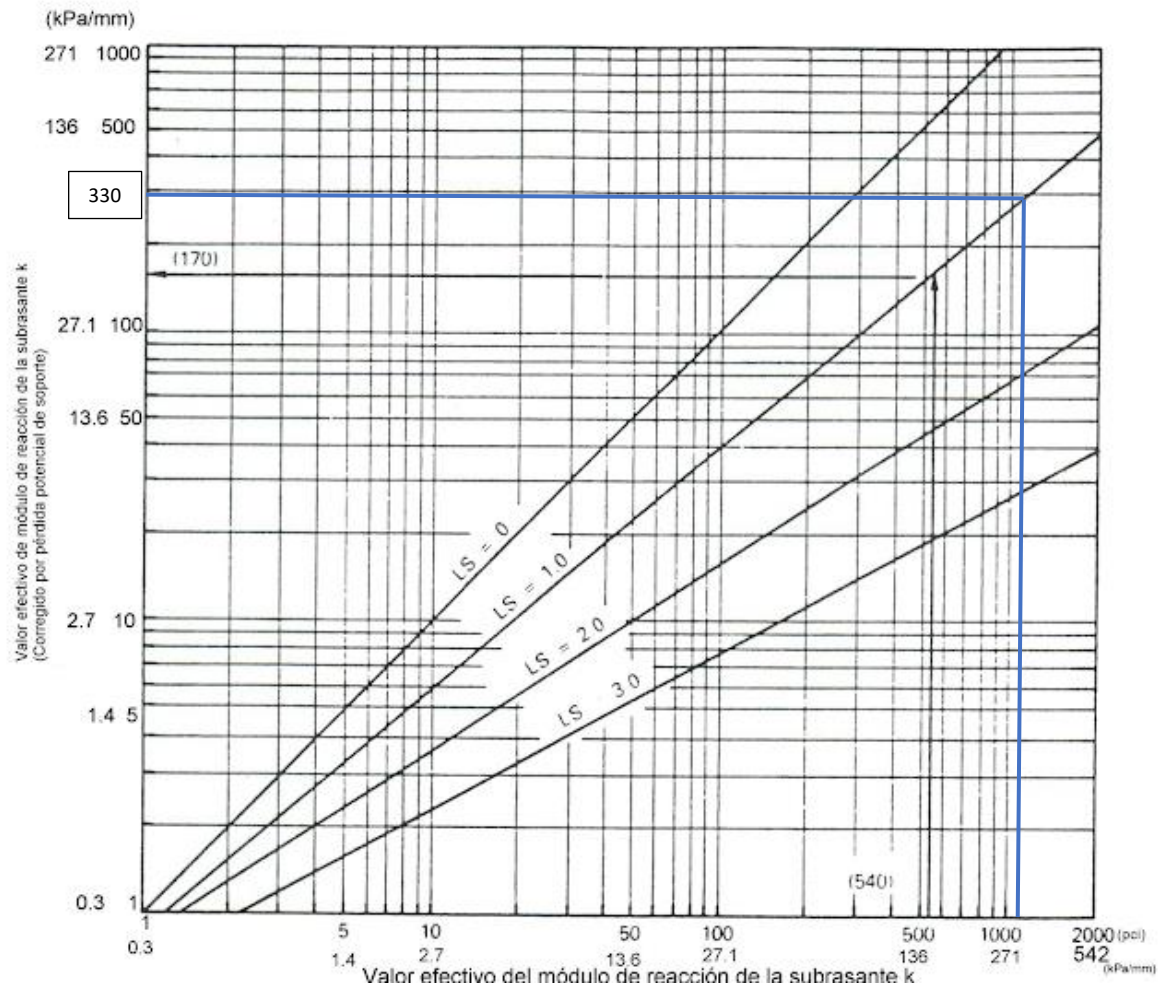


Grafica 1: Perdida potencial de soporte corregido

Usamos la tabla de perdida potencial de soporte corregido

$L_s = 1$

$K = 330$



Gráfica 2: Valor relativo del módulo de reacción de la subrasante K

### 3. Determinamos “D”

- Módulo de elasticidad del concreto

$$f'c = 250 \frac{kg}{cm^2} \quad f'c = (3.555 \times 10^3) \frac{lb}{in^2}$$

$$Ec = 57000 * (f'c)^{0.5} = 57000 * (3.555 \times 10^3)^{0.5} = 3,398,557.78 = 3.398 \times 10^6$$

$$Ec = 3 \times 10^6 psi$$

- Módulo de rotura a la flexo tracción  $S'c$

Los valores recomendados para el módulo de ruptura varían desde 40 kg/cm<sup>2</sup> hasta los 50 kg/cm<sup>2</sup> a los 28 días dependiendo del uso.

$$S'c = 45 \frac{kg}{cm^2} \quad S'c = 640.05 \frac{lb}{in^2}$$

- Transferencia de carga “J”

Tabla 19

### Valores de coeficiente de transmisión de carga J

Tipo de pavimento	hombro			
	Elemento de transmisión de carga			
	Concreto asfáltico		Concreto hidráulico	
	si	no	si	no
No reforzado o reforzado con juntas	3.2	3.8 - 4.4	2.5 - 3.1	3.6 - 4.2
Reforzado continuo	2.9 - 3.2	-----	2.3 - 2.9	-----

Fuente: Guía Para Diseño de Estructuras de Pavimentos, AASHTO, 1,993

De concreto con pasadores  $J = 2.8$

- Coeficiente de drenaje “Cd”

Tiene una condición de drenaje buena

$$X = \frac{100 * Lluve}{12} = \frac{100 * 5}{12} = 41.667$$

Cd=1

Tabla 20

**Tabla 4.5.- VALORES  $m_i$  RECOMENDADOS PARA MODIFICAR LOS COEFICIENTES ESTRUCTURALES DE CAPA DE BASES Y SUBBASES SIN TRATAMIENTO, EN PAVIMENTOS FLEXIBLES.**

Calidad del Drenaje	Porcentaje de Tiempo al cual está Expuesta la Estructura del Pavimento a Niveles de Humedad Próxima a la Saturación			
	Menor del 1%	1 - 5%	5 - 25%	Mayor del 25%
Excelente	1.40 - 1.35	1.35 - 1.30	1.30 - 1.20	1.20
Bueno	1.35 - 1.25	1.25 - 1.15	1.15 - 1.00	1.00
Regular	1.25 - 1.15	1.15 - 1.05	1.00 - 0.80	0.80
Pobre	1.15 - 1.05	1.05 - 0.80	0.80 - 0.60	0.60
Muy Pobre	1.05 - 0.95	0.95 - 0.75	0.75 - 0.40	0.40

- Perdida de serviciabilidad

$$\Delta PSI = 1.8$$

Tabla 21

**Índice de Serviabilidad Inicial (Pi)**  
**Índice de Serviabilidad Final o Terminal (Pt)**  
**Diferencial de Serviabilidad Según Rango de Tráfico**

TIPO DE CAMINOS	TRÁFICO	EJES EQUIVALENTES ACUMULADOS		ÍNDICE DE SERVICIABILIDAD INICIAL (Pi)	ÍNDICE DE SERVICIABILIDAD FINAL O TERMINAL (Pt)	DIFERENCIAL DE SERVICIABILIDAD ( $\Delta PSI$ )
Caminos de Bajo Volumen de Tránsito	TP1	150,001	300,000	4.10	2.00	2.10
	TP2	300,001	500,000	4.10	2.00	2.10
	TP3	500,001	750,000	4.10	2.00	2.10
	TP4	750,001	1,000,000	4.10	2.00	2.10
Resto de Caminos	TP5	1,000,001	1,500,000	4.30	2.50	1.80
	TP6	1,500,001	3,000,000	4.30	2.50	1.80
	TP7	3,000,001	5,000,000	4.30	2.50	1.80
	TP8	5,000,001	7,500,000	4.30	2.50	1.80
	TP9	7,500,001	10'000,000	4.30	2.50	1.80
	TP10	10'000,001	12'500,000	4.30	2.50	1.80
	TP11	12'500,001	15'000,000	4.30	2.50	1.80
	TP12	15'000,001	20'000,000	4.50	3.00	1.50
	TP13	20'000,001	25'000,000	4.50	3.00	1.50
	TP14	25'000,001	30'000,000	4.50	3.00	1.50
	TP15		>30'000,000	4.50	3.00	1.50

➤ Confiabilidad R

$$R = 85\%$$

Tabla 22

**Valores recomendados de Nivel de Confiabilidad (R)  
y Desviación Estándar Normal (Z<sub>R</sub>) Para una sola etapa de 20 años  
según rango de Tráfico**

TIPO DE CAMINOS	TRÁFICO	EJES EQUIVALENTES ACUMULADOS		NIVEL DE CONFIABILIDAD (R)	DESVIACIÓN ESTÁNDAR NORMAL (Z <sub>R</sub> )
Caminos de Bajo Volumen de Tránsito	T <sub>P0</sub>	100,000	150,000	65%	-0.385
	T <sub>P1</sub>	150,001	300,000	70%	-0.524
	T <sub>P2</sub>	300,001	500,000	75%	-0.674
	T <sub>P3</sub>	500,001	750,000	80%	-0.842
	T <sub>P4</sub>	750,001	1,000,000	80%	-0.842
Resto de Caminos	T <sub>P5</sub>	1,000,001	1,500,000	85%	-1.036
	T <sub>P6</sub>	1,500,001	3,000,000	85%	-1.036
	T <sub>P7</sub>	3,000,001	5,000,000	85%	-1.036
	T <sub>P8</sub>	5,000,001	7,500,000	90%	-1.282
	T <sub>P9</sub>	7,500,001	10'000,000	90%	-1.282
	T <sub>P10</sub>	10'000,001	12'500,000	90%	-1.282
	T <sub>P11</sub>	12'500,001	15'000,000	90%	-1.282
	T <sub>P12</sub>	15'000,001	20'000,000	90%	-1.282
	T <sub>P13</sub>	20'000,001	25'000,000	90%	-1.282
	T <sub>P14</sub>	25'000,001	30'000,000	90%	-1.282
T <sub>P15</sub>		>30'000,000	95%	-1.645	

➤ Desviación estándar S<sub>o</sub>

El rango típico sugerido por AASHTO está comprendido entre  $0.30 < S_o < 0.40$ , en el manual se recomienda un  $S_o = 0.35$

**Datos calculados para la obtención del espesor de la losa (In)**

Módulo de reacción de la sub rasante "K"

$$K = 330 \text{ PCI}$$

Módulo de elasticidad del concreto

$$E_c = 3 \times 10^6$$

Módulo de rotura a la flexión tracción S'c

$$S'_c = 640.05 \frac{\text{lb}}{\text{in}^2}$$

Transferencia de carga "J"

$$J = 2.8$$

Coefficiente de drenaje "Cd"

$$Cd = 1$$

Perdida de serviciabilidad

$$\Delta PSI = 1.8$$

Confiabilidad R

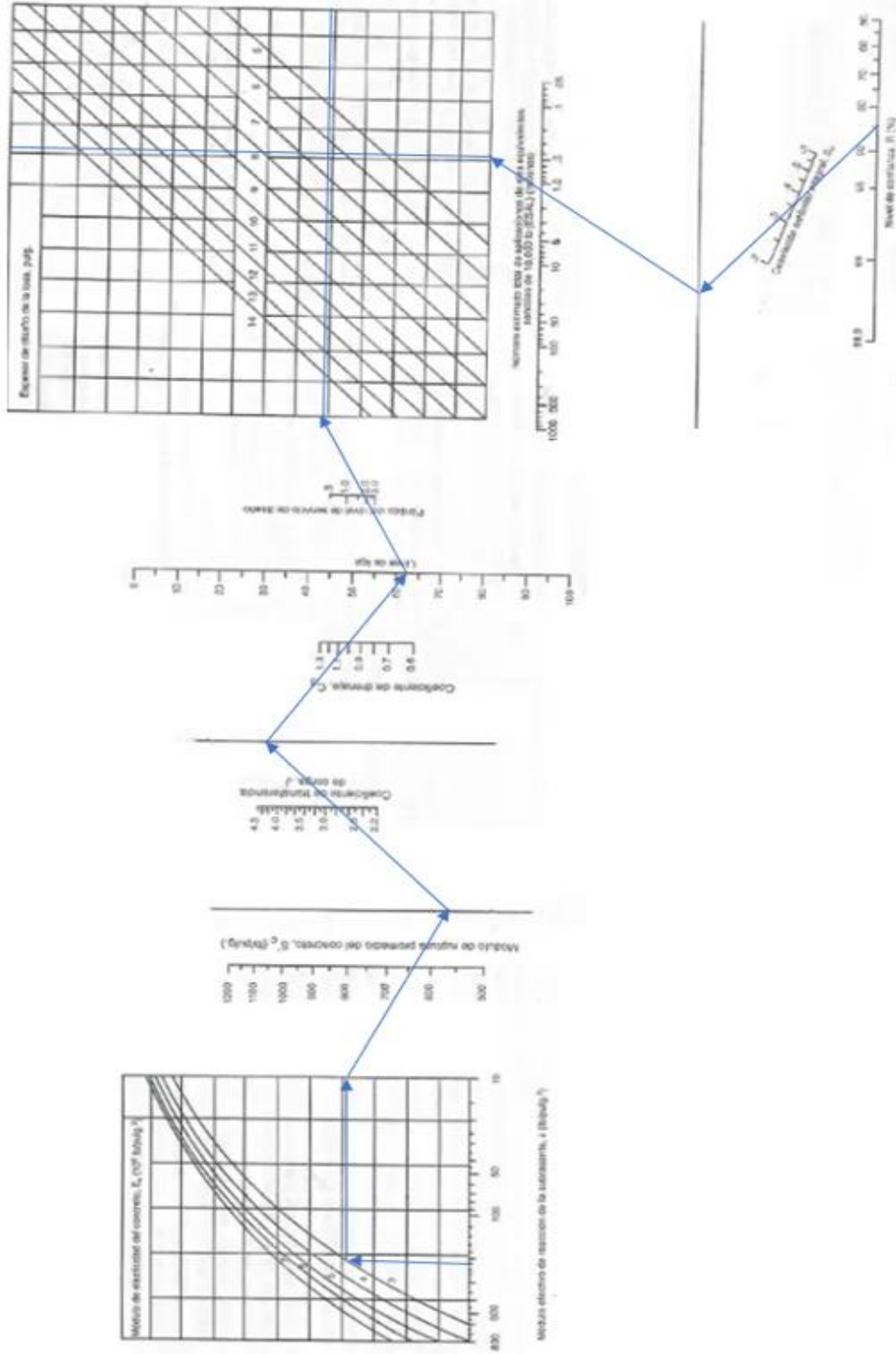
$$R = 85\%$$

Desviación estándar So

$$So = 0.35$$

Tráfico

$$W18 = 1.468179 \times 10^6 \text{ ESAL}$$



Grafica 3: Abaco de diseño para pavimentos rígidos

$D = 6.4 \text{ in} = 16.25 \text{ cm} = 16 \text{ cm}$



16 cm de losa
25 cm de subbase

#### ***4.2. El proceso constructivo de la repavimentación de la calle Morelos, en la colonia Plan de Ayala de Tuxtla Gutiérrez Chiapas.***

##### **4.2.1. Localización y Replanteo.**

Se debe realizar una localización planimétrica y altimétrica del lugar donde se vaya a realizar la vía, en la cual se dejan puntos de referencia que sirven de base para hacer los replanteos y las nivelaciones necesarias durante la ejecución de la obra.

Previo al inicio de los trabajos de construcción, se debe realizar un aislamiento parcial de la zona, colocando el señalamiento necesario, apegado a las normas oficiales vigentes de protección civil, con la finalidad de proteger tanto a los usuarios de la calle como a los trabajadores, vigilando durante todo el tiempo que dure la construcción, que este señalamiento se encuentre en buenas condiciones.

Se proveerán accesos para el tránsito de vehículos y peatones, provistos de los elementos que garanticen el aislamiento y seguridad durante las obras. En caso de bloquear accesos a predios o garajes se deberá considerar los espacios para accesos temporales o a través de concertación con los vecinos determinar sitios de estacionamientos temporales.

Las etapas de construcción que comprende una red de alcantarillado sanitario son: excavación de zanja, plantilla de zanja, colocación de tubería y relleno de zanja.

#### 4.2.2. Construcción De Alcantarillado.

- Excavación de zanja

La excavación de la zanja se llevará a cabo con máquina, realizando a mano únicamente los afines que sean necesarios; con la finalidad de tener un avance significativo y minimizar las molestias a los vecinos. La excavación se debe realizar conservando las pendientes y profundidades que marque el proyecto; el fondo de la zanja debe ser de tal forma que provea un apoyo firme y uniforme a lo largo de la tubería. teniendo en cuenta que a la cota de plantilla del proyecto se le deben aumentar 10 cm, de cama, más el espesor del tubo. Para este caso particular y apegado a las normas de CONAGUA, el ancho de la excavación será de 75 cm y un colchón mínimo de 90 cm.

- Plantilla

La plantilla o cama consiste en un piso de material fino, colocado sobre el fondo de la zanja que previamente ha sido arreglado con la concavidad necesaria para ajustarse a la superficie externa interior de la tubería.

Deberán excavarse cuidadosamente las cavidades para alojar el cople de las juntas de los tubos, con el fin de permitir que la tubería se apoye en toda su longitud sobre la plantilla apisonada, el espesor de ésta será de 10 cm.

- Instalación

La instalación de la tubería en este que es de un diámetro pequeño, se realizará manualmente, apegado a los lineamientos oficiales, procurando siempre que las uniones queden bien acopladas, para garantizar que no se produzcan fugas durante la etapa de servicio, La instalación de un sistema de alcantarillado sanitario debe realizarse comenzando de la parte baja hacia la parte alta. Cuando se interrumpa la instalación de las tuberías deben colocarse taponés en los extremos ya instalados, para evitar la entrada de agentes extraños (agua, tierra, etc.) a la misma. se deben de limpiar y lubricar antes de la instalación las campanas, espigas y anillos de hule de los tubos a acoplar, para posteriormente colocar los tubos dentro de la zanja y alinearlos, dejándolos listos para acoplar.

- Relleno

Para el relleno de las excavaciones se deberán realizar utilizando material clase IV, Materiales de grano fino, tales como arena fina y suelos que contengan 50 por ciento o más de arcilla o limo.

Se debe tener cuidado de asegurar la colocación y compactación del material de relleno en el acostillado. deben ser colocados y compactados al 90 por ciento de la densidad AASHTO estándar en capas de máximo 0.20 m, Se podrá compactar con pisón de mano, mecánico (bailarina) o placa vibratoria. Compactar con la humedad óptima según la especificación de proyecto.

- Construcción de pozos de visita

Son los elementos en las redes de alcantarillado que tienen por objeto la unión de líneas, los cambios de dirección, la inspección, la limpieza y control de flujo de las mismas.

Terminada la excavación, se afinará la superficie del fondo, se construirá una plantilla de concreto. Posteriormente se procederá a construir los pozos de visita, de acuerdo con los planos tipo de la Comisión Nacional del Agua.

Los materiales utilizados para la construcción de los pozos de visita deben asegurar la hermeticidad de la estructura y la conexión con la tubería. Construidos en el lugar; En los pozos de visita, las tapas deberán ser de fundición dúctil y del tipo ciega, ventiladas (exclusivamente para pluvial, perforadas) con mecanismo de apertura-cierre.

- Red de atarjeas

La red de atarjeas tiene por objeto recolectar y transportar las descargas de aguas residuales domésticas, para conducir los caudales acumulados hacia los colectores.

La red se inicia con la descarga domiciliaria o albañal a partir del paramento exterior de las edificaciones; el diámetro del albañal es de 15 cm (6”), siendo éste el mínimo aceptable. La conexión entre albañal y atarjea debe ser hermética. La estructura típica de liga entre dos tramos de la red es el pozo de visita, que permite el acceso del exterior para su inspección y maniobras de limpieza. Las uniones de la red de atarjeas con los pozos de visita deben ser herméticas.

- Descarga domiciliaria

La descarga domiciliaria o "albañal exterior", es una tubería que permite el desalojo de las aguas servidas, de las edificaciones a la atarjea. La descarga domiciliaria se inicia en un registro principal, localizado en el área de la banquetta, provisto de una tapa de cierre hermético que impide la salida de malos olores, con un diámetro mínimo de 30 cm, una profundidad mínima de 60 cm y una pendiente mínima del 2%, se conecta a la atarjea por medio de una silleta. Se debe garantizar que la conexión del albañal a la atarjea sea hermética. El tipo de material del colector, se debe ser el mismo material en la tubería de albañal y en las piezas especiales, así como el procedimiento de conexión correspondiente recomendado por los fabricantes.

Cada vivienda debe tener instalada una descarga domiciliaria integrada por una silleta, un codo de 45° y un tubo o albañal exterior de un diámetro mínimo de 15 cm (6").

La silleta y el codo debe corresponder al tipo y al diámetro de la tubería, y las conexiones deben presentar una unión hermética con el tubo.

La silleta debe estar instalada con inclinación en sentido a favor del flujo de la línea.

En todos los casos se deben utilizar abrazaderas o cinturones para sujetar la silleta además de haber colocado el cementante correspondiente para el tipo de tuberías que se están utilizando.

Procedimiento constructivo de la carpeta de concreto hidráulico.

Un pavimento de concreto es una estructura que permite disipar eficientemente las sollicitaciones del tránsito, bien sea peatonal o vehicular. Una vez se ha preparado la subestructura, se ha verificado su densidad y las cotas del terreno definidas en el proyecto, se inicia con la colocación del concreto.

#### **4.2.3. Construcción De Las Terracerías.**

Se excavará en el espesor y hasta la cota determinada en el diseño y se retirarán, transportarán, depositarán y conformarán en los bancos de desperdicio destinados para el material producto de la excavación. En el caso de esta obra, el equipo requerido para la conformación de la calzada

incluye elementos para la excavación y carga, transporte, mezcla y tendido, humedecimiento y compactación del material, así como herramientas menores.

Se debe tener especial cuidado con las redes de alcantarillado y agua potable.

- Conformación de la calzada

Es necesario verificar la calidad de los materiales que van a servir como formación de la capa subrasante. la calidad se debe cumplir con la norma N-CMT-1-03/02 de la normativa para la infraestructura del transporte de la SCT. Y la construcción de la capa con la norma N-CTR-CAR-1-01-09/16, esto se logra empleado los equipos apropiados para el mezclado y tendido, así como el de humedecimiento y al final la compactación; concluida la construcción, se verificará la densidad de la capa y, por último, se hará un levantamiento topográfico de la sección transversal, observando que las medidas se localicen dentro de las tolerancias aceptadas por la norma.

- Sub base

La calidad de materiales para sub base se debe se suministrar cumpliendo la norma N-CMT-4-02-001/21, el procedimiento constructivo con la norma N.CTR.CAR.1.04.002/11, caso similar a la capa subrasante, concluida la construcción se harán las verificaciones pertinentes.

#### **4.2.4. Construcción De La Carpeta De Concreto Hidráulico.**

- Colocación de la cimbra.

Las caras interiores de las cimbras se deben limpiar, de modo que no contengan elementos que puedan mezclarse con el concreto a colar.

Se recomienda recubrir las caras interiores con algún producto antiadherente (Diesel o aceite quemado) para facilitar su posterior remoción.

La altura libre de la cimbra debe coincidir con el espesor de diseño de la losa.

- Vaciado del concreto

En este punto se debe asegurar que una vez vaciado el concreto con resistencia de 250 kg/cm<sup>2</sup>, éste sea manipulado lo menos posible. Este procedimiento debe realizarse en un periodo no mayor a una hora y media desde el comienzo del mezclado para asegurar las condiciones mecánicas del mismo, aunque este tiempo puede variar dependiendo de factores que favorezcan la manejabilidad del concreto durante su recorrido hasta el punto de vaciado, o del uso de aditivos acelerantes o retardantes.

A medida que se realiza el vaciado del concreto se debe ir vibrando para sacar el aire que quede atrapado, y de igual forma ir enrasándolo para asegurar una superficie libre de irregularidades.

- Acabado de la superficie

El proceso de acabado se puede realizar con un enrasador, esto con el fin de eliminar irregularidades en la superficie y obtener el perfil deseado. Cuando el concreto se encuentre en un estado plástico, se puede realizar una verificación de su planicidad y asegurar que no haya irregularidades en su superficie, ubicando una regla de 3 metros de forma paralela o perpendicular al eje de la calzada y que las lecturas no superen los 5 milímetros. Realizada esta operación, se finaliza con el redondeo y afinado de los bordes tanto de las juntas como de la losa con una llana.

- Texturizado del concreto

Este procedimiento se debe realizar antes del fraguado final del concreto, dándole a este una textura transversal homogénea, con ayuda de peines metálicos de forma perpendicular al eje de la calzada aplicándole una presión que no exceda la profundidad deseada.

- Curado

Tan pronto como sea posible, una vez finalizado el texturizado, debe iniciar el proceso de curado del concreto, para mantener las condiciones de humedad y temperatura de la mezcla, con el fin de evitar fisuración del mismo debido a cambios volumétricos y, por lo tanto, problemas que afecten la durabilidad del pavimento.

#### 4.2.5. Construcción De Guarnición y Banqueta.

- Guarniciones

Cumpliendo lo dispuesto en el reglamento de la ley de obras públicas de la ciudad de Tuxtla Gutiérrez, las guarniciones serán del tipo “rectos”, teniendo las siguientes dimensiones: 15 cm de base, 12 cm de corona y 35 cm de altura; la resistencia será de 250 kg/cm<sup>2</sup>.

Concluida la construcción de la carpeta de concreto hidráulico, se harán las excavaciones necesarias para alojar la cimbra metálica, procurando que la guarnición sobresalga 15 cm del pavimento, esta actividad se debe realizar en ambos lados de la superficie de rodamiento.

- Banquetas

Cuando se tenga por terminado la construcción de las guarniciones, se continuará con la colocación de la cimbra para el colado de las banquetas en ambos lados del pavimento, estos elementos tendrán un desnivel del 1% en sentido hacia el arroyo de tránsito; el espesor será de 8 cm, con una resistencia de 200 kg/cm<sup>2</sup>; procurando construir en las esquinas las rampas para personas con algún tipo de discapacidad, cada rampa tendrá un ancho de 90 cm, con una pendiente máxima de 15%

Concluidas todas las actividades meramente de construcción, se debe de pintar las guarniciones de color amarillo; como actividad final se hará la limpieza de toda el área, retirando escombros y en general, toda la basura que estuviese en la zona de trabajo, para dar por concluido en su conjunto la pavimentación de una calle con concreto hidráulico.

#### 4.2.6. Presupuesto De Obra De La Repavimentación De La Calle Morelos, En La Colonia Plan De Ayala De Tuxtla Gutiérrez Chiapas.

PRESUPUESTO PARA LA PAVIMENTACIÓN DE LA CALLE MORELOS, ENTRE BAJA CALIFORNIA Y CAMPECHE, COLONIA PLAN DE AYALA, MUNICIPIO DE TUXTLA GUTIÉRREZ, CHIAPAS.						
	CAMINO:	CALLE MORELOS				
	TRAMO:	AV BAJA CALIFORNIA - AV CAMPECHE				
	SUBTRAMO:	DEL KM. 0+600 AL KM. 0+183.40				
	MUNICIPIO:	TUXTLA GUTIÉRREZ, CHIAPAS				
CODIGO	CONCEPTO	CANTIDAD	UNIDAD	PRECIO UNITARIO	IMPORTE	
	<b>DRENAJE SANITARIO</b>			<b>CON NUMERO</b>	<b>EN \$</b>	
1011000130	EXCAVACION A MANO PARA ZANJA SEN MATERIAL "B" EN SECO INCLUYE AFLOJE EXTRACCION DEL MATERIAL, AMACICE O LIMPIEZA DE PLANTILLA Y TALUDES, REMOCION, TRASPALEOS VERTICALES PARA SU EXTRACCION Y CONSERVACION DE LA EXCAVACION HASTA LA INSTALACION	93.00	m3	DOSCIENTOS CUATRO PESOS 78/100 M.N.	\$204.78	\$19,044.54
1020000010	PLANTILLA A PISO NADA CON PISON DE MANO, ENZANJAS, INCLUYENDO SELECCION DEL MATERIAL PRODUCTO DE LA EXCAVACION, COLOCACION DE LA PLANTILLA Y CONSTRUCCION DEL APOYO SEMICIRCULAR, PARA PERMITIR EL APOYO COMPLETO DE LA TUBERIA. PLANTILLA CON MATERIAL "A"	6.00	m3	CIENTO SESENTA Y TRES PESOS 82/100 M.N.	\$163.82	\$982.92
1020000053	RELLENO A PISONADO Y COMPACTADO CON MATERIAL DE BANCO EN CAPAS DE 0.20M. DE ESPESOR AL 90% PRUEBA PROCTOR. CON EQUIPO MANUAL INCLUYE: MATERIALES, MANO DE OBRA Y HERRAMIENTA. INCLUYE TODO LO NECESARIO PARA SU CORRECTA EJECUCION.	86.00	m3	TRESCIENTOS DOCE PESOS 71/100 M.N.	\$312.71	\$26,893.06
1121000293	SUMINISTRO E INSTALACION DE TUBERIA DE P.V.C. SANITARIO (ALCANTARILLADO) DE 160 MM. (6") DE DIAM. SERIE 25; INCLUYE: BAJADA DE MATERIALES Y EQUIPO PARA PRUEBAS, FLETES A UN KM. Y MANOBRAS LOCALES. INCLUYE TODO LO NECESARIO PARA SU CORRECTA EJECUCION.	103.40	m	CIENTO CUARENTA Y OCHO PESOS 34/100 M.N.	\$148.24	\$15,328.02
1123001541	SUMINISTRO Y COLOCACION DE BROCALES PARA POZO DE VISITA LIGERO CIEGO DE 60 CMS DE DIAMETRO. 95 KG. INCLUYE TODO LO NECESARIO PARA SU CORRECTA EJECUCION.	3.00	Pza	DOS MIL SETECIENTOS DIECINUEVE PESOS 35/100 M.N.	\$2,719.35	\$8,158.05
1205000143	POZO DE VISITA DE: 1.25M. DE PROFUNDIDAD, PARA TUBO DE 15-30 CMD EDIAMETRO. CON BASE CIRCULAR DE 0.9M. DE DIAMETRO INTERIOR. CONSTRUIDO A BASE DE TABIQUE ROJO RECOCIDO CON DIMENSIONES DE 5.5X13X28 CM. ASENTADO CON MEZCLA DE CEMENTO ARENA EN PROPORCIÓN	3.00	Pza	CUATRO MIL CUATROCIENTOS CINCUENTA Y TRES PESOS 54/100 M.N.	\$4,453.54	\$13,360.62
1401000013	REGISTRO DE 0.6x0.4 M. DE MEDIDAS INTERIORES Y 0.6 M. DE PROFUNDIDAD, A BASE DE MUROS DE TABIQUE ROJO RECOCIDO DE 12CMS. DE ESPESOR, ASENTADO CON MEZCLA DE CEMENTO ARENA EN PROPORCIÓN DE 1:5. DE 1 CM. DE ESPESOR, APLANADO ACABADO PULIDO	20.00	Pza	DOS MIL CUATROCIENTOS SESENTA Y UN PESOS 13/100 M.N.	\$2,461.13	\$49,222.60
1108000011	ACARREO EN CARRETILLA DE TIERRA Y MATERIAL MIXTO PRODUCTO DE EXCAVACIONES Y/O DEMOLICIONES, INCLUYE: CARGA Y DESCARGA EN ESTACIONES DE 20 MTS, MEDIDO SUELTO. PRIMERA ESTACION. INCLUYE TODO LO NECESARIO PARA SU CORRECTA EJECUCION.	60.50	m3	SESENTA Y OCHO PESOS 26/100 M.N.	\$68.26	\$4,129.73
1313000011	CONCRETO Fc=15 0KG/CM2 EN GUARNICIONES CON SECCION DE 15X20 X 40 CMS. CON CEMENTO NORMAL, TAMAÑO MÁXIMO DE AGREGADO 3/4, ELABORADO EN OBRA CON REVOLVEDORA, VIBRADOR; INCLUYE: COLADO, VIBRADO, CURADO, CIMBRADO, DESCIMBRADO, HERRAMIENTA MENOR, MANO DE OBRA.	98.00	m	TRESCIENTOS CUARENTA Y TRES PESOS 96/100 M.N.	\$343.96	\$33,708.08



PAVIMENTACIÓN						
009-D.03a(2)	EXCAVACIONES (INCISO 3.01.01.003-H.02) EN CORTES Y ADICIONALES DE BAJO DE LA SUBRASANTE EN MATERIAL B	221.00	m3	TREINTA Y TRES PESOS 84/100 M.N.	\$33.84	\$7,478.64
009-F.02a(2)	COMPACTACIÓN DEL TERRENO NATURAL EN EL ÁREA DE DESPLANTE DE LOS TERRAPLENES (INCISOS 3.01.01.005-H.01); PARA NOVENTA POR CIENTO (90%)	147.00	m3		\$7.53	\$1,106.91
009-F.04a(2)	FORMACIÓN Y COMPACTACIÓN DE TERRAPLENES ADICIONADOS CON SUS CUÑAS DE SOBRE ANCHO (INCISO 3.01.01.005-H.03); PARA NOVENTA POR CIENTO (90%)	147.00	m3	CATORCE PESOS 13/100 M.N.	\$14.13	\$2,077.11
009-F.07a(2)	MEZCLADO, TENDIDO Y COMPACTACIÓN DE LA CAPA SUBRASANTE FORMADA CON MATERIAL SELECCIONADO, DE LA ELEVACIÓN DE SUBRASANTE EN CORTES Y/O TERRAPLENES EXISTENTES (INCISO 3.01.01.005-H.07) PARA NOVENTA Y CINCO POR CIENTO (95%)	221.00	m3	CUARENTA Y CINCO PESOS 61/100 M.N.	\$45.61	\$10,079.81
009-F.08	AGUA EMPLEADA PARA COMPACTACIONES (INCISO 3.01.01.005-H.08)	124.00	m3	CUARENTA Y CUATRO PESOS 45/100 M.N.	\$44.45	\$5,511.80
009-I.02d(1)	SOBREACARREO DE LOS MATERIALES PRODUCTO DE LAS EXCAVACIONES DE CORTES, ADICIONALES DEBAJO DE LA SUBRASANTE, AMPLIACIÓN Y/O ABATIMIENTO DE TALUDES, REBAJES EN LA CORONA DE CORTES Y/O TERRAPLENES EXISTENTES, ESCALONES, DESPALMES, PRÉSTAMOS DE BANCO, PARA EL PRIMER KILOMETRO.	556.50	m3	VEINTINUEVE PESOS 84/100 M.N.	\$29.84	\$16,605.06
009-I.02d(2)	SOBRE ACARREO DE LOS MATERIALES PRODUCTO DE LAS EXCAVACIONES DE CORTES, ADICIONALES ABAJO DE LA SUBRASANTE, AMPLIACIÓN Y/O ABATIMIENTO DE TALUDES, REBAJES EN LA CORONA DE CORTES Y/O TERRAPLENES EXISTENTES, ESCALONES, DESPALMES, PRÉSTAMOS DE BANCO, PARA LOS KILOMETROS SUBSECUENTES	2,722.00	m3 - km	QUINCE PESOS 14/100 M.N.	\$15.14	\$41,211.08
047-G.02a(2)	CONCRETO HIDRÁULICO, POR UNIDAD DE OBRA TERMINADA, COLADO EN SECO (INCISO 3.01.02.026-H.01); SIMPLE, EN BANQUETAS, DE FC=150 KG/CM2	19.00	m3	DOS MIL CUATROCIENTOS NOVENTA Y DOS PESOS 71/100 M.N.	\$2,492.71	\$47,361.49
086-E.02a(1)(b)	OPERACIÓN DE MEZCLADO, TENDIDO Y COMPACTACIÓN EN LA CONSTRUCCIÓN DE SUB-BASES O BASES (INCISO 074-H.01); DESUB-BASES: CUANDO SE EMPLEE UN (1) MATERIAL PÉTREO; COMPACTADO AL CIEN POR CIENTO (100%)	221.00	m3	SESENTA Y SEITE PESOS 49/100 M.N.	\$67.40	\$14,895.40
086-E.04	AGUA UTILIZADA EN COMPACTACIONES (INCISO 074-H.03)	124.00	m3	CUARENTA Y CUATRO PESOS 55/100 M.N.	\$44.55	\$5,524.20
SI-70-10-a	SUMINISTRO DE MATERIAL PÉTREO GRAVA TRITURADA DE 3" A 0" PARA SUBRASANTE	357.00	m3	DOSCIENTOS NOVENTA Y CINCO PESOS 71/100 M.N.	\$295.71	\$105,568.47
SI-70-10	SUMINISTRO DE MATERIAL PÉTREO GRAVA TRITURADA DE 2" A 0" PARA SUB-BASE	139.00	m3	TRESCIENTOS CATORCE PESOS 20/100 M.N.	\$314.20	\$43,673.80
ACATERR1	ACARREO 1ER. KMS/TERRACERIA; INCLUYE: LA TARIFA VIGENTE DE TRANSPORTISTAS CONCESIONADOS DEL ESTADO DE CHIAPAS, CARGA MECANICA, INDIRECTOS DE ADMINISTRACION Y DE CAMPO, ASI COMO TODO LO NECESARIO PARA SU CORRECTA EJECUCION. Molds (inciso 3.01.02.026-H.05)	556.50	m3	TREINTA Y NUEVE PESOS 55/100 M.N.	\$39.55	\$22,009.58
ACAPAV20	ACARREO KMS. SUB/SEC. S/ PAVIMENTO DEL 2-20; INCLUYE: LA TARIFA VIGENTE DE TRANSPORTISTAS CONCESIONADOS DEL ESTADO DE CHIAPAS, INDIRECTOS DE ADMINISTRACION Y DE CAMPO, ASI COMO TODO LO NECESARIO PARA SU CORRECTA EJECUCION	2,722.00	m3-km	CATORCE PESOS 88/100 M.N.	\$14.88	\$40,503.36
1-04-009/06-040	LOSA DE CONCRETO PRESFORZADO CON MR = 42 KG/CM <sup>2</sup> , CON MATERIAL PROCEDENTE DEL BANCO QUE ELIJA EL CONTRATISTA, POR UNIDAD DE OBRA TERMINADA.	103	m3	DOS MIL DOSCIENTOS SESENTA Y SEIS PESOS 68/100 M.N.	\$2,266.68	\$233,468.04
1-07-002/00-040	PINTURA EN GUARNICIONES, CON PINTURA ACRÍLICA BASE AGUA A 3 MILS (75 MICRAS), COLOR AMARILLO REFLEJANTE, POR UNIDAD DE OBRA TERMINADA.	88.00	m2	SESENTA Y SEITE PESOS 00/100 M.N.	\$67.00	\$5,896.00
NOTA: ESTOS PRECIOS UNITARIOS UTILIZADOS SE OBTUVIERON DE LOS TABULADORES VIGENTES DEL GOBIERNO DEL ESTADO DE CHIAPAS				SUB TOTAL GENERAL		\$773,799.27
				IVA 16%		\$123,807.88
				<b>TOTAL</b>		<b>\$897,607.15</b>

### 4.2.7. Programa De Obra De La Repavimentación De La Calle Morelos En La Colonia Plan De Ayala De Tuxtla Gutiérrez Chiapas.

PRESUPUESTO PARA LA PAVIMENTACIÓN DE LA CALLE MORELOS, ENTRE BAJA CALIFORNIA Y CAMPECHE, COLONIA PLAN DE AYALA, MUNICIPIO DE TUXTLA GUTIÉRREZ, CHIAPAS.										
CAMINO:			CALLE MORELOS							
TRAMO:			AV BAJA CALIFORNIA - AV CAMPECHE							
SUBTRAMO:			DEL KM. 0+000 AL KM. 0+103.40							
MUNICIPIO:			TUXTLA GUTIÉRREZ, CHIAPAS							
CODIGO	CONCEPTO	CANTIDAD	UNIDAD	IMPORTE		MES 1	MES 2			
	<b>DRENAJE SANITARIO</b>			EN \$		Volumen	Importe	Volumen	Importe	
1011000130	EXCAVACION A MANO PARA ZANJAS EN MATERIAL "B" EN SECO INCLUYE AFLUJE EXTRACCION DEL MATERIAL, AMACICE O LIMPIEZA DE PLANTILLA Y TALDES, REMOCION, TRASPALDOS VERTICALES PARA SU EXTRACCION Y CONSERVACION DE LA EXCAVACION HASTA LA INSTALACION	93.00	m3	\$19,044.54		93.00	\$19,044.54			
1020000010	PLANTILLA A PISONADA CON PISON DE MANO, EN ZANJAS, INCLUYENDOSE LECCION DEL MATERIAL PRODUCTO DE LA EXCAVACION, COLOCACION DE LA PLANTILLA Y CONSTRUCCION DEL APOYO SEMICIRCULAR, PARA PERMITIR EL APOYO COMPLETO DE LA TUBERIA, PLANTILLA CON MATERIAL "A"	6.00	m3	\$982.92		6.00	\$982.92			
1020000053	RELLENO A PISONADO Y COMPACTADO CON MATERIAL DE BANCO EN CAPAS DE 0.20M. DE ESPESOR AL 90% PRUEBA PROCTOR. CON EQUIPO MANUAL INCLUYE: MATERIALES, MANO DE OBRA Y HERRAMIENTA. INCLUYE TODO LO NECESARIO PARA SU CORRECTA EJECUCION.	86.00	m3	\$26,893.06		86.00	\$26,893.06			
1121000293	SUMINISTRO E INSTALACION DE TUBERIA DE P.V.C. SANITARIO (ALCANTARILLADO) DE 160MM. (6") DE DIAM. SERIE 25, INCL.: BAJADA DE MATERIALES Y EQUIPO PARA PRUEBAS, FLETES A UN KM. Y MANIOBRAS LOCALES. INCLUYE TODO LO NECESARIO PARA SU CORRECTA EJECUCION.	103.40	m	\$15,328.02		103.40	\$15,328.02			
1123001541	SUMINISTRO Y COLOCACION DE BROCALES PARA POZO DE VISITA LIGERO CIEGO DE 60 CMS DE DIAM.95KG. INCLUYE TODO LO NECESARIO PARA SU CORRECTA EJECUCION.	3.00	Pza	\$8,158.05		3.00	\$8,158.05			
1205000143	POZO DE VISITA DE: 1.25M. DE PROFUNDIDAD, PARA TUBO DE 15-30 CM DE DIÁMETRO, CON BASE CIRCULAR DE 0.9 M. DE DIÁMETRO INTERIOR. CONSTRUIDO A BASE DE TABIQUE ROJO RECOCIDO CON DIMENSIONES DE 5.5X13X28 CM. ASENTAD O CON MEZCLA DE CEMENTO ARENA EN PROPORCIÓN	3.00	Pza	\$13,360.62		3.00	\$13,360.62			
1401000013	REGISTRO DE 0.6x0.4 M. DE MEDIDAS INTERIORES Y 0.6M. DE PROFUNDIDAD, A BASE DE MURDS DE TABIQUE ROJO RECOCIDO DE 12CMS. DE ESPESOR, ASENTADO CON MEZCLA DE CEMENTO ARENA EN PROPORCIÓN DE 1:5, DE 1CM. DE ESPESOR, APLANADO ACABADO PULIDO EN	20.00	Pza	\$49,222.60		20.00	\$49,222.60			
1108000011	ACARREO EN CARRETILLA. DE TIERRA Y MATERIAL MXTO PRODUCTO DE EXCAVACIONES Y/O DEMOLICIONES, INCLUYE: CARGA Y DESCARGA EN ESTACIONES DE 20 MTS, MEDIDO SUELTO. PRIMERA ESTACION. INCLUYE TODO LO NECESARIO PARA SU CORRECTA EJECUCION.	60.50	m3	\$4,129.73		60.50	\$4,129.73			
1313000011	CONCRETO Fc+ 150KG/CM2 EN GUARNICIONES CON SECCIÓN DE 15X20 X 40 CMS. CON CEMENTO NORMAL, TAMAÑO MÁXIMO DE AGREGADO 3/4. ELABORADO EN OBRA CON REVOLVEDORA, VIBRADOR, INCLUYE: COLADO, VIBRADO, CURADO, CIMBRADO, DESCIMBRADO, HERRAMIENTA MENOR, MANO	98.00	m	\$33,708.08				98.00	\$33,708.08	

PAVIMENTACIÓN										
009-D.03a(2)	EXCAVACIONES (INCISO 3.01.01.003-H.02) EN CORTES Y ADICIONALES DEBAJO DE LA SUBRASANTE EN MATERIAL B	221.00	m3	\$7,478.64		221.00	\$7,478.64			
009-F.02a(2)	COMPACTACIÓN DEL TERRENO NATURAL EN EL ÁREA DE DESPLANTE DE LOS TERRAPLENES (INCISOS 01.01.005-H.01) PARA NOVENTA POR CIENTO (90%)	147.00	m3	\$1,106.91		147.00	\$1,106.91			
009-F.04a(2)	FORMACIÓN Y COMPACTACIÓN DE TERRAPLENES ADICIONADOS CON SUS CUÑAS DE SOBRESANCHO (INCISO 03.01.01.005-H.03) PARA NOVENTA POR CIENTO (90%)	147.00	m3	\$2,077.11				147.00	\$2,077.11	
009-F.07a(2)	MEZCLADO, TENDIDO Y COMPACTACIÓN DE LA CAPA SUBRASANTE FORMADA CON MATERIAL SELECCIONADO, DE LA ELEVACIÓN DE SUBRASANTE EN CORTES Y/O TERRAPLENES EXISTENTES (INCISO 3.01.01.005-H.07); PARA NOVENTA Y CINCO POR CIENTO (95%)	221.00	m3	\$10,079.81				221.00	\$10,079.81	
009-F.08	AGUA EMPLEADA PARA COMPACTACIONES (INCISO 3.01.01.005-H.0)	124.00	m3	\$5,511.80				124.00	\$5,511.80	
009-I.02a(1)	SOBRE ACARREO DE LOS MATERIALES PRODUCTO DE LAS EXCAVACIONES DE CORTES, ADICIONALES ABAJO DE LA SUBRASANTE, AMPLIACIÓN Y/O ABATIMIENTO DE TALUDES, REBAJES EN LA CORONA DE CORTES Y/O TERRAPLENES EXISTENTES, ESCALONES, DESPALMES, PRESTAMOS DE BANCO, PARA EL PRIMER KILOMETRO.	556.50	m3	\$16,605.96				556.50	\$16,605.96	
009-I.02b(2)	SOBRE ACARREO DE LOS MATERIALES PRODUCTO DE LAS EXCAVACIONES DE CORTES, ADICIONALES DEBAJO DE LA SUBRASANTE, AMPLIACIÓN Y/O ABATIMIENTO DE TALUDES, REBAJES EN LA CORONA DE CORTES Y/O TERRAPLENES EXISTENTES, ESCALONES, DESPALMES, PRESTAMOS DE BANCO, PARA LOS KILOMETROS SUBSECUENTES	2,722.00	m3 - km	\$41,211.08				2,722.00	\$41,211.08	
047-G.02a(2)	CONCRETO HIDRÁULICO, POR UNIDAD DE OBRA TERMINADA, COLADO EN SECO (INCISO 3.01.02.026-H.01); SIMPLE, EN BANQUETAS: DE P<sub>C</sub>=150 KG/CM<sup>2</sup>	19.00	m3	\$47,361.49				19.00	\$47,361.49	
086-F.02a(1)(b)	OPERACIÓN DE MEZCLADO, TENDIDO Y COMPACTACIÓN EN LA CONSTRUCCIÓN DE SUB-BASES O BASES (INCISO 074-H.01); DE SUB-BASES: CUANDO SE EMPLEE UN (1) MATERIAL PÉTREO: COMPACTADO AL CIEN POR CIENTO (100%).	221.00	m3	\$14,895.40				221.00	\$14,895.40	
086-E.04	AGUA UTILIZADA EN COMPACTACIONES (INCISO 074-H.03)	124.00	m3	\$5,524.20				124.00	\$5,524.20	
SI-70-10-a	SUMINISTRO DE MATERIAL PÉTREO GRAVA TRITURADA DE 3" A 0" PARA SUBRASANTE	357.00	m3	\$105,568.47				357.00	\$105,568.47	
SI-70-10	SUMINISTRO DE MATERIAL PÉTREO GRAVA TRITURADA DE 2" A 0" PARA SUB-BASE	139.00	m3	\$43,673.80				139.00	\$43,673.80	
ACATERR1	ACARREO 1ER. KM. SI TERRACERIA; INCLUYE: LA TARIFA VIGENTE DE TRANSPORTISTAS CONCESIONADOS DEL ESTADO DE CHAPAS, CARGA MECANICA, INDIRECTOS DE ADMINISTRACION Y DE CAMPO, ASI COMO TODO LO NECESARIO PARA SU CORRECTA EJECUCION.	556.50	m3	\$22,009.58				556.50	\$22,009.58	
	Móltex (inciso 3.01.02.026-H.05)									
ACAPAV20	ACARREO KMS. SUB/SEC. SI PAVIMENTO DEL 2-20; INCLUYE: LA TARIFA VIGENTE DE TRANSPORTISTAS CONCESIONADOS DEL ESTADO DE CHAPAS, INDIRECTOS DE ADMINISTRACION Y DE CAMPO, ASI COMO TODO LO NECESARIO PARA SU CORRECTA EJECUCION.	2,722.00	m3-km	\$40,503.36				2,722.00	\$40,503.36	
1-04-009/06-040	LOSA DE CONCRETO PREFORZADO CON MR = 42 KG/CM<sup>2</sup>. CON MATERIAL PROCEDENTE DEL BANCO QUE ELIJA EL CONTRATISTA, POR UNIDAD DE OBRA TERMINADA.	103	m3	\$233,468.04				103	\$233,468.04	
1-07-002/00-040	PINTURA EN GUARNICIONES, CON PINTURA ACRÍLICA BASE AGUA A 3 MILS (75 MICRAS), COLOR AMARILLO REFLEJANTE, POR UNIDAD DE OBRA TERMINADA.	88.00	m2	\$5,896.00				88.00	\$5,896.00	
				\$773,799.27			\$145,705.00	\$628,094.18	\$773,799.27	
				\$123,807.88			19%	81%	100%	
				\$897,607.15						

**Conclusiones.**

Se concluye que la calle bajo estudio y tomada como objeto de investigación para la presente tesina, está en completo deterioro debido a que fue sometida una intensidad de tráfico para la cual no fue diseñada en su momento, ya que debido a la construcción de bodegas cercanas, la cantidad de camiones pesados que día a día traficaban por esta calle causo de manera rápida el deterioro de esta vía, por lo cual ya haciendo el análisis actual de la cantidad y tipos de vehículos que trafican por esta calle, se propone la estructura que debe conformar el pavimento para que tenga una adecuada funcionalidad. En cuanto a la elección del tipo de pavimento, se eligió para este proyecto usar el concreto hidráulico, ya que, como está en una zona completamente urbana, generalmente hay mayor presencia de humedad debido a que a veces por descuido de las viviendas se vierten aguas sobre la calle o por fugas del sistema de agua potable municipal, entonces el concreto hidráulico presenta mejores ventajas para estas consideraciones, comparadas contra el pavimento flexible que es más susceptible a la deformación. Esto es fácil de comprobar observándose que el concreto hidráulico se está empleando en mayor porcentaje para reconstruir calles y avenidas en Tuxtla Gutiérrez Chiapas, esto debido a lo que anteriormente se mencionó, que al estar en una zona completamente urbana el pavimento con concreto hidráulico representa mejor opción y mejor desempeño durante la vida útil de diseño y, esto indica menor costo en mantenimiento, aclarando que tanto para pavimentos con concreto hidráulico o pavimentos con concretos flexibles, es importante la colocación de materiales de calidad y seguir los adecuados procesos de construcción, para tener como resultado una obra de excelente calidad y, por consiguiente una vida útil de buen desempeño como se contempla en el proyecto.

## **Bibliografía.**

Anaya, I. D. (02 de Mayo de 2017). *EDIFICARE EXPO FORO*. Obtenido de

<https://www.expoedificarepuebla.com/materiales-pavimentos.php>

Antares.Inegi. (s.f.). Obtenido de

[http://antares.inegi.org.mx/analisis/red\\_hidro/documentosSeg/Conceptos\\_de\\_Carreteras\\_y\\_Caminos\\_CORRECCION.pdf](http://antares.inegi.org.mx/analisis/red_hidro/documentosSeg/Conceptos_de_Carreteras_y_Caminos_CORRECCION.pdf)

Argos. (s.f.). *cemento argos*. Obtenido de

<https://www.360enconcreto.com/Portals/%5BComunidad360%5D/WEB-construccion-de-pavimentos-de-concreto.pdf>

Chiapas, G. d. (2020). *Lineamientos para la programacion y elaboracion del presupuesto de egresos*. Obtenido de [http://haciendachiapas.gob.mx/marco-](http://haciendachiapas.gob.mx/marco-juridico/Estatal/informacion/Lineamientos/Normativos/2020/XXVI-Estadistica-Poblacion.pdf)

[juridico/Estatal/informacion/Lineamientos/Normativos/2020/XXVI-Estadistica-Poblacion.pdf](http://haciendachiapas.gob.mx/marco-juridico/Estatal/informacion/Lineamientos/Normativos/2020/XXVI-Estadistica-Poblacion.pdf)

company, S. (21 de abril de 2017). *Slideshare*. Obtenido de

<https://www.slideshare.net/jesuslunallantirhuay/tipo-de-pavimento>

Comunicaciones, M. d. (Abril de 2014). *Manual de carreteras, suelos geología, geotecnia y pavimentos, succión suelos y pavimentos*. Lima : Servicios graficos Squadrito EIRL.

FenArq. (09 de Mayo de 201). *FenArq*. Obtenido de

<https://www.fenarq.com/2021/05/concreto-hidraulico.html>

Forgiarini, L. A. (Abril de 2015). *Proyecto de pavimentación en zona urbana de la localidad de Colonia Caroya*. Obtenido de

<https://rdu.unc.edu.ar/bitstream/handle/11086/1811/ITF.pdf?sequence=1&isAllowed=y#:~:text=El%20proyecto%20influye%20en%20una,calle%2045%20y%20la%20Av.>

Geobax. (s.f.). *Geobax*. Obtenido de <https://geobax.com/topografia/prisma-topografico/>

- geographic, N. (09 de Agosto de 2018). *National Geographic*. Obtenido de <https://www.ngenespanol.com/traveler/km1ga-que-ciudad-tuvo-la-primer-calle-pavimentada-del-mundo-detroit/>
- herramientas, D. m. (29 de Agosto de 2016). *De maquinas y herramientas*. Obtenido de <https://www.demaquinasyherramientas.com/herramientas-de-medicion/introduccion-tripodes-construccion-profesional#:~:text=Tr%C3%ADpode%20topogr%C3%A1fico%3A%20se%20emplea n%20para,tr%C3%A1nsitos%20o%20niveles%20de%20topograf%C3%ADa.>
- Ing. Claudio Giordani, I. D. (s.f.). *Universidad Tecnológica Nacional, Facultad Regional Rosario*. Obtenido de [https://www.frro.utn.edu.ar/repositorio/catedras/civil/1\\_anio/civil1/files/IC%20I-Pavimentos.pdf](https://www.frro.utn.edu.ar/repositorio/catedras/civil/1_anio/civil1/files/IC%20I-Pavimentos.pdf)
- Ivan D. Zagaceta Gutierrez, R. R. (2008). *El pavimento de concreto hidráulico premezclado en la modernización y rehabilitación de la avenida Arboledas*. México, D.F.
- Ivan D. Zagaceta Gutierrez, R. R. (2008). El pavimento de concreto hidráulico premezclado en la modernización y rehabilitación de la avenida Arboledas. D.F , México .
- Luis, J. (11 de Febrero de 2016). *issuu.com* . Obtenido de [https://issuu.com/jorgeluis341/docs/pavimentos\\_semirrigido.pptx](https://issuu.com/jorgeluis341/docs/pavimentos_semirrigido.pptx)
- Méxicanos, O. d. (26 de Diciembre de 2017). *Diario oficial de la federación* . Ciudad de México .
- pavimentos, O. T. (20 de marzo de 2019). *OLBAP Terracerías y pavimentos*. Obtenido de <https://www.olbap.mx/post/concreto-hidraulico-y-asfalto-lo-que-necesitas-para-pavimentar-tus-calles>
- pavimentos, O. T. (04 de Septiembre de 2020). *OLBAP Terracerías y pavimentos* . Obtenido de <https://www.olbap.mx/post/cuales-son-los-diferentes-tipos-de-pavimentacion-que-existen>

s.a, T. (s.f.). *Topoequipos*. Obtenido de <http://www.topoequipos.com/dem/ques/terminologia/que-es-una-estacion-total>

Tixce, C. (17 de Marzo de 2019). *motor y racing* . Obtenido de <https://www.motoryracing.com/coches/noticias/evolucion-de-las-carreteras-y-otras-vias-de-comunicacion-parte-1/>

Topografia2. (9 de marzo de 2020). Obtenido de <https://topografia2.com/que-es-un-nivel-topografico/>

Toposervis. (23 de Enero de 2018). *Toposervis*. Obtenido de <https://www.toposervis.com/estadal-de-aluminio/>

Transporte, S. d. (s.f.). *Normativa para la infraestructura del transporte* . Obtenido de <https://normas.imt.mx/busqueda-desplegable.html#CMT> citar que normas si son de pruebas o de control

**Listado De Figuras.**

Figura 1: <https://www.motoryracing.com/coches/noticias/evolucion-de-las-carreteras-y-otras-vias-de-comunicacion-parte-1/>

Figura 2: <https://www.motoryracing.com/coches/noticias/evolucion-de-las-carreteras-y-otras-vias-de-comunicacion-parte-1/>

Figura 3: <https://www.ngenespanol.com/traveler/km1ga-que-ciudad-tuvo-la-primer-calle-pavimentada-del-mundo-detroit/>

Figura 4: <https://www.360enconcreto.com/blog/detalle/repuracion-pavimentos-en-concreto>

Figura 5: <https://www.invias.gov.co/index.php/archivo-y-documentos/documentos-tecnicos/manuales-de-inspeccion-de-obras/664-manual-para-la-inspeccion-visual-de-pavimentos-rigidos/file>

Figura 6: [https://web.icpa.org.ar/wp-content/uploads/2019/04/Reparacion-y-Mantenimiento-de-Pavimentos-Diego\\_Calo.pdf](https://web.icpa.org.ar/wp-content/uploads/2019/04/Reparacion-y-Mantenimiento-de-Pavimentos-Diego_Calo.pdf)

Figura 7: <https://www.elinformador.com.co/index.php/el-magdalena/81-distrito/240583-que-pasa-en-el-puente-el-mayor-otro-tramo-del-pavimento-se-hundio>

Figura 8:

[https://www.toxement.com.co/media/3820/spec\\_desportillamiento\\_juntas\\_pavimento-compressed.pdf](https://www.toxement.com.co/media/3820/spec_desportillamiento_juntas_pavimento-compressed.pdf)

Figura 9: <https://medium.com/@bhconcretos/juntas-en-pavimentos-de-concreto-mayor-durabilidad-y-vida-de-servicio-3737537a19d1>

Figura 10: [https://web.icpa.org.ar/wp-content/uploads/2019/04/Reparacion-y-Mantenimiento-de-Pavimentos-Diego\\_Calo.pdf](https://web.icpa.org.ar/wp-content/uploads/2019/04/Reparacion-y-Mantenimiento-de-Pavimentos-Diego_Calo.pdf)

Figura 11: Propia

Figura 12: Propia

Figura 13: Propia



Figura 14: <https://www.360enconcreto.com/blog/detalle/recorriendo-latitudes-con-concreto-permeable>, Crédito: Manuel del Valle

Figura 15: <https://www.360enconcreto.com/blog/detalle/recorriendo-latitudes-con-concreto-permeable>, Crédito: Manuel del Valle

Figura 16: <https://www.360enconcreto.com/blog/detalle/recorriendo-latitudes-con-concreto-permeable>, Crédito: Manuel del Valle

Figura 17: <https://inforcivil.com/que-es-pavimento-en-carreteras/>

Figura 18: <https://blog.vise.com.mx/conoce-los-distintos-tipos-de-pavimentacion>

Figura 19: <https://www.olbap.mx/post/cuales-son-los-diferentes-tipos-de-pavimentacion-que-existen>

Figura 20: <https://sacvisa.com.mx/sellado-juntas-transversales-longitudinales>

Figura 21: <https://blog.structuralia.com/reparacion-de-fisuras-en-estructuras-de-hormigon>

Figura 22:

[https://repositorioacademico.upc.edu.pe/bitstream/handle/10757/581505/Medina\\_PA.pdf](https://repositorioacademico.upc.edu.pe/bitstream/handle/10757/581505/Medina_PA.pdf)

Figura 23: Propia

Figura 24: Google maps

Figura 25: Google maps

Figura 26: Google maps

Figura 27: Google maps

Figura 28: Google maps

Figura 29: Propia

Figura 30: Propia

Figura 31: Propia

Figura 32: Propia

Figura 33: Propia

Figura 34: Propia

Figura 35: Propia

Figura 36: Propia

Figura 37: Propia

Figura 38: Propia

Figura 39: Propia

Figura 40: Propia

Figura 41: Propia

Figura 42: Propia

Figura 43: Propia

Figura 44: Propia

Figura 45: Propia

Figura 46: Propia

Figura 47: Propia

Figura 48: Propia

Figura 49: Propia

Figura 50: Propia

Figura 51: Propia

Figura 52: Propia

Figura 53: Propia

**Listado De Tablas.**

Tabla 1: Proporcionada por el Ing. José Inocente Espinoza Vicente.

Tabla 2: Propia

Tabla 3: Propia

Tabla 4: Propia

Tabla 5: Proporcionada por el Ing. José Inocente Espinoza Vicente.

Tabla 6: Proporcionada por el Ing. José Inocente Espinoza Vicente.

Tabla 7: Proporcionada por el Ing. José Inocente Espinoza Vicente.

Tabla 8: Proporcionada por el Ing. José Inocente Espinoza Vicente.

Tabla 9: Proporcionada por el Ing. José Inocente Espinoza Vicente.

Tabla 10: Proporcionada por el Ing. José Inocente Espinoza Vicente.

Tabla 11: Proporcionada por el Ing. José Inocente Espinoza Vicente.

Tabla 12: Propia

Tabla 13: Propia

Tabla 14: Propia

Tabla 15: COSREC canal de YouTube

Tabla 16: COSREC canal de YouTube

Tabla 17: COSREC canal de YouTube

Tabla 18: COSREC canal de YouTube

Tabla 19: [https://libro-pavimentos.blogspot.com/2013/06/pavimentos-rigidos-viii\\_21.html](https://libro-pavimentos.blogspot.com/2013/06/pavimentos-rigidos-viii_21.html)

Tabla 20: <https://www.imt.mx/archivos/publicaciones/publicaciontecnica/pt104.pdf>

Tabla 21: <https://es.slideshare.net/GuillermoSoto32/manual-suelos-pavimentos>

Tabla 22: <https://es.slideshare.net/GuillermoSoto32/manual-suelos-pavimentos>

### **Listado De Graficas.**

Grafica 1: <https://libro-pavimentos.blogspot.com/2015/05/abaco-para-obtener-el-modulo-de.html>

Grafica 2: <https://libro-pavimentos.blogspot.com/2012/01/>

Grafica 3: <https://es.scribd.com/document/363473687/abaco-pav-rigido-aashto-93-docx>

