



UNIVERSIDAD MICHOACANA DE SAN NICOLAS DE HIDALGO  
FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL

TESIS PARA OBTENER TITULO DE  
INGENIERO CIVIL



JOSE MANUEL LARA TOLEDO

PRESENTA:

**PROCEDIMIENTO CONSTRUCTIVO DEL BOULEVARD  
PÉNJAMO – ESTACIÓN PÉNJAMO, EN EL MUNICIPIO DE  
PENJAMO, GTO**

NOVIEMBRE 2008



**UNIVERSIDAD MICHOACANA DE SAN NICOLAS DE HIDALGO**  
**FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL**  
**TESIS PROFESIONAL**



**AGRADECIMIENTO**

A Dios

Que siempre ha estado conmigo y me acompaña.

A mis padres:

Señor Manuel Lara Hernández.

Señora Octaviana Toledo Cortés.

A quien debo mi existencia y apoyo incondicional.

A mis hermanos:

Por la ayuda que me brindaron

A mi familia:

A mi esposa Fanny Elizabeth Delgado Barrientos

A mi hijo Manuel Alexis Lara Delgado

Por su cariño y comprensión que siempre me han dado.

A Constructora Allien, S. A. de C. V.

Señor Jaime Arévalo Núñez.

Por el apoyo moral y económico que siempre me ha brindado.



**UNIVERSIDAD MICHOACANA DE SAN NICOLAS DE HIDALGO**  
**FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL**  
**TESIS PROFESIONAL**



A mis maestros:

Por tener el conocimiento y la paciencia en la enseñanza la cual han compartido conmigo sin egoísmo alguno con el afán de hacerme mejor profesionista y ser humano.

A la UMSNH:

Por haberme abierto sus puertas y permitir que mis mas grandes anhelos se hayan cumplido

A todas aquellas personas:

Que de una u otra forma han contribuido a la realización de mi carrera profesional y con orgullo les digo "NO LOS DEFRAUDÉ".



**UNIVERSIDAD MICHOACANA DE SAN NICOLAS DE HIDALGO**  
**FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL**  
**TESIS PROFESIONAL**



## **INTRODUCCION**

Dada la situación de nuestra patria, que es un país en pleno desarrollo económico y en el que existen necesidades latentes como las de proyectar y ejecutar pequeñas o grandes obras civiles tales como: presas, aeropuertos, vías férreas, caminos, bulevares, conjuntos habitacionales, etc., en los cuales se aplican los avances de la ciencia y tecnología para hacerlos realidad; durante los últimos años el gobierno federal en cooperación con el gobierno de los estados, han construido y siguen construyendo una red de carreteras de todos tipos, lo cual ha propiciado el desarrollo del autotransporte; el que contribuye en forma importante al movimiento de pasajeros, productos agrícolas e industrias en todo el territorio nacional.

Antes de la senda guerra mundial, la población estaba concentrada en áreas limitadas; faltaba comunicación debido a las restricciones de los pocos caminos existentes y por los vehículos tirados por caballos.

El tránsito por carretera ha originado grandes cambios en las áreas rurales.

Los efectos combinados en la libertad de movimientos ofrecidos por el transporte de vehículos de motor y la población dirigida de las áreas rurales a las urbanas han traído como consecuencia una verdadera explosión a las ciudades.

Prácticamente todos los productos se mueven en la actualidad por vehículos motorizados, muchos de ellos tales como: frutas, verduras, leche, ganado y alimentos de fácil descomposición para los cuales es de gran importancia una pronta entrega, viajan en esta forma al mercado.

Uno de los principales problemas de nuestro país es la comunicación, siendo éste uno de los objetivos o metas fijadas por los gobiernos federales, estatales y municipales.

Como por ejemplo de lo anteriormente dicho esta: el Boulevard Penjamo-Estación Penjamo, que por medio de él se modernizará una vialidad que propicie el desarrollo del municipio; el cual ocasione la instalación de industrias y comercios que generen empleos, dado que se encuentra en una zona delimitada por el lado norte por la autopista federal #90 Irapuato-Guadalajara y al sur por la vía férrea México-Guadalajara.

En el capítulo # 1 se hace una breve descripción de la localización, climas, agua potable, geología y fisiografía del municipio de Penjamo.

En el capítulo # 2 menciona el estudio socioeconómico, para conocer un poco del crecimiento de la población, las actividades en que trabajan y el nivel de vida que se tiene en el municipio.



**UNIVERSIDAD MICHOACANA DE SAN NICOLAS DE HIDALGO**  
**FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL**  
**TESIS PROFESIONAL**



En el capítulo # 3 se describe la problemática y las necesidades por las cuales es necesario la construcción del boulevard y el objetivo principal del mismo.

En el capítulo # 4 se describe a manera de información, el estudio de tránsito, mecánica de suelos y diseño de pavimento.

En los capítulos # 5, 6 y 7, se presentan los datos del levantamiento topográfico, planos del proyecto geométrico y señalamiento respectivamente.

En el capítulo # 8 se presenta el catálogo de conceptos que se ejecutaron en la obra. Y en el capítulo # 9 hago mención al procedimiento constructivo que se llevo a cabo en el boulevard.

Finalmente, doy unas opiniones personales como conclusiones del trabajo realizado, en las cuales resumo la experiencia obtenida en la práctica.



**UNIVERSIDAD MICHOACANA DE SAN NICOLAS DE HIDALGO  
FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL  
TESIS PROFESIONAL**



OBRA:	<b>PROCEDIMIENTO CONSTRUCTIVO DEL BOULEVARD PÉNJAMO – ESTACIÓN PÉNJAMO, EN EL MUNICIPIO DE PENJAMO, GTO</b>
UBICACIÓN:	<b>PÉNJAMO (CABECERA MUNICIPAL)</b>





**UNIVERSIDAD MICHOACANA DE SAN NICOLAS DE HIDALGO  
FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL  
TESIS PROFESIONAL**



**MUNICIPIO DE PÉNJAMO, GTO**

---

**CONTENIDO**

**1.- MARCO FISICO**

- 1.1 LOCALIZACIÓN GEOGRÁFICA
- 1.2 CLIMAS
- 1.3 AGUA POTABLE
- 1.4 GEOLOGÍA O GEOMORFOLOGÍA
- 1.5 FISIOGRAFÍA

**2.- ESTUDIO SOCIOECONOMICO**

- 2.1 DEMOGRAFÍA
- 2.2 NIVEL DE VIDA

**3.- MEMORIA DESCRIPTIVA**

- 3.1 SITUACIÓN ACTUAL O PROBLEMÁTICA
- 3.2 DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO
- 3.3 ANEXO FOTOGRÁFICO

**4.- ESTUDIO GEOTÉCNICO**

- ESTUDIO DE TRÁNSITO
- ESTUDIO DE MECÁNICA DE SUELOS
- DISEÑO DE PAVIMENTO

**5.- LEVANTAMIENTO TOPOGRÁFICO**

**6.- PROYECTO GEOMÉTRICO**

**7.- PROYECTO DE SEÑALAMIENTO**

**8.- CATALOGO DE CONCEPTOS**

**9.- PROCEDIMIENTO CONSTRUCTIVO**

**CONCLUSIONES**

**BIBLIOGRAFIA**



**UNIVERSIDAD MICHOACANA DE SAN NICOLAS DE HIDALGO  
FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL  
TESIS PROFESIONAL**



## **1.- MARCO FISICO**





**UNIVERSIDAD MICHOACANA DE SAN NICOLAS DE HIDALGO**  
**FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL**  
**TESIS PROFESIONAL**



## 1.1 LOCALIZACIÓN GEOGRÁFICA

La ciudad de Pénjamo, cabecera municipal, está localizada a los 101° 42' 22" de longitud al oeste del Meridiano de Greenwich y a los 20° 25' 44" latitud norte. Su altura sobre el nivel del mar es de 1,700 metros. Limita al norte con el municipio de la Ciudad de Manuel Doblado y el de Cuerámara; al este con el de Abasolo; al sur con el estado de Michoacán, y al oeste con el estado de Jalisco. El área del territorio municipal comprende 1,498.861 kilómetros cuadrados, equivalentes al 4.9 % de la superficie del estado. Existen 325 localidades, de las cuales las más importantes son Magallanes, La Calle, Churipitzeo, Estación Pénjamo, Potreros, El Mármol, Tacubaya y Santa Ana Pacueco.

### LOCALIDADES PRINCIPALES

CUADRO 1.2

NOMBRE (a)	LATITUD NORTE		LONGITUD OESTE		ALTITUD msnm (b)
	Grados	Minutos	Grados	Minutos	
PÉNJAMO <sup>a</sup>	20	26	101	43	1 770
SANTA ANA PACUECO	20	21	102	00	1 670
LAGUNA LARGA DE CORTÉS	20	24	101	56	1 680
ESTACIÓN PÉNJAMO	20	24	101	41	1 700
ESTRELLA, LA	20	23	101	55	1 680
POTREROS	20	15	101	39	1 690
CHURIPITZEO	20	25	101	44	1 770
CALLE, LA	20	17	101	38	1 690
OCOTES, LOS	20	25	101	58	1 700
BUENAVISTA DE CORTÉS	20	22	101	52	1 700

<sup>a</sup> Cabecera Municipal

msnm: metros sobre el nivel del mar.

FUENTE: (a) INEGI. Guanajuato. *XII Censo General de Población y Vivienda, 2000. Tabulados Básicos.*

(b) INEGI. Carta Topográfica, 1:50 000.



Ubicación de la ciudad de Pénjamo en el ámbito regional

## 1.2 CLIMAS

Dentro del municipio, se encuentran varios tipos de clima, debido a su gran extensión, siendo éstos los que se muestran a continuación.

TIPO O SUBTIPO	% DE LA SUPERFICIE MUNICIPAL
Acw1 – Semicálido sub-húmedo con lluvias en verano, de humedad media	11.42%
Acw0 – Semicálido sub-húmedo con lluvias en verano, de menor humedad	64.89%
C(w1) – Templado sub-húmedo con lluvias en verano, de humedad media	22.51%



**UNIVERSIDAD MICHOACANA DE SAN NICOLAS DE HIDALGO  
FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL  
TESIS PROFESIONAL**



C(w0) - Templado sub-húmedo con lluvias en verano, de menor humedad  
1.18%

**ESTACIONES METEOROLÓGICAS**

La estación meteorológica localizada en el municipio es la denominada "La Golondrina, ubicada a 20°26'60" de latitud norte, 101°46'10" de longitud oeste, y con una altura media sobre el nivel del mar de 1,839 metros.

**ESTACIONES METEOROLÓGICAS**

**CUADRO 1.6.1**

CLAVE	ESTACIÓN	LATITUD NORTE			LONGITUD OESTE			ALTITUD msnm
		Grados	Minutos	Segundos	Grados	Minutos	Segundos	
11-101	LA GOLONDRINA	20	26	00	101	46	10	1 839

msnm: metros sobre el nivel del mar.

FUENTE: CNA. Registro de Temperatura y Precipitación. Inédito.

**TEMPERATURA MEDIA ANUAL**

Según la estación "La Golondrina", la temperatura promedio anual es de 19.3°C, evaluando el periodo comprendido entre los años de 1971 a 2001.

**TEMPERATURA MEDIA ANUAL  
(Grados centígrados)**

**CUADRO 1.6.2**

ESTACIÓN	PERÍODO	TEMPERATURA PROMEDIO	TEMPERATURA DEL AÑO MÁS FRÍO	TEMPERATURA DEL AÑO MÁS CALUROSO
LA GOLONDRINA	De 1971 a 2001	19.8	18.4	21.1

FUENTE: CNA. Registro Mensual de Temperatura Media en °C. Inédito.

**TEMPERATURA MEDIA MENSUAL**





UNIVERSIDAD MICHOACANA DE SAN NICOLAS DE HIDALGO  
FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL  
TESIS PROFESIONAL



TEMPERATURA MEDIA MENSUAL  
(Grados centígrados) CUADRO 1.6.2.1

ESTACIÓN CONCEPTO	PERÍODO	MES											
		E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
LA GOLONDRINA	2001	16.0	19.2	20.7	24.6	24.8	23.5	23.3	22.7	21.5	20.1	17.5	17.2
PROMEDIO	De 1971 a 2001	16.1	17.4	20.0	22.3	23.4	22.4	20.4	20.4	20.5	19.6	18.5	16.7
AÑO MÁS FRÍO	1978	14.8	14.7	17.5	21.5	22.1	21.1	20.1	19.1	18.6	17.4	17.4	16.3
AÑO MÁS CALUROSO	1987	17.7	18.8	20.3	22.2	24.1	23.7	22.5	22.3	23.2	20.3	19.6	18.9

FUENTE: CNA. Registro Mensual de Temperatura Media en °C. Inédito.

### 1.3 AGUA POTABLE

En el municipio la cabecera municipal y el 47 % de las comunidades cuentan con el servicio de agua potable, en tanto que una gran mayoría la obtiene de norias, represas, bordos o el servicio que presta el ayuntamiento al enviar pipas con agua.



UNIVERSIDAD MICHOACANA DE SAN NICOLAS DE HIDALGO  
FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL  
TESIS PROFESIONAL



#### 1.4 GEOLOGÍA O GEOMORFOLOGÍA

Era Clave Nombre	Periodo Clave Nombre	Tipo de Roca Por su origen	Unidad Litológica Clave Nombre	% Superficie Municipal
C Cenozoico	Q Cuaternario	Sedimentaria	(al) Aluvial	31.75
			(re) Residual	0.52
	TQ Terciario- Cuaternario	Ígnea extrusiva	(b) Basalto	35.02
			(bvb) Brecha volcánica básica	0.08
			(b-bvb) Basalto-brecha volcánica básica	0.18
	T Terciario	Sedimentaria	(ar) Arenisca	10.93
			(ar-cg) Arenisca- conglomerado	1.69
		Ígnea extrusiva	(r-ta) Riolita- toba ácida	14.06
			(ta) Toba ácida	5.77

#### OROGRAFIA

La sierra de Pénjamo cubre casi todo el municipio, sus elevaciones más notables son el cerro del Gallo, El Desmonte, Las Cristianas, Mariangola, Bravo y Alto; la altura promedio de estas es de 2,350 metros sobre el nivel del mar.



**UNIVERSIDAD MICHOACANA DE SAN NICOLAS DE HIDALGO**  
**FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL**  
**TESIS PROFESIONAL**



### 1.5 FISIOGRAFÍA

#### FISIOGRAFIA

Provincia Clave Nombre	Subprovincia Clave Nombre	Sistema de Topo formas Clave Nombre	% De superficie municipal
X Eje Neovolcánico	48 Altos de Jalisco	100 Sierra	4.98
		320 Meseta de cañadas	30.90
	51 Bajío Guanajuatense	500 Llanura	7.18
	54 Sierras y Bajíos Michoacanos	102 Sierra con lomeríos	10.36
		200 Lomerío	26.14
		205 Lomerío con llanuras	3.08
		500 Llanura	17.36



**UNIVERSIDAD MICHUACANA DE SAN NICOLAS DE HIDALGO  
FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL  
TESIS PROFESIONAL**



## **2.- ESTUDIO SOCIOECONOMICO**





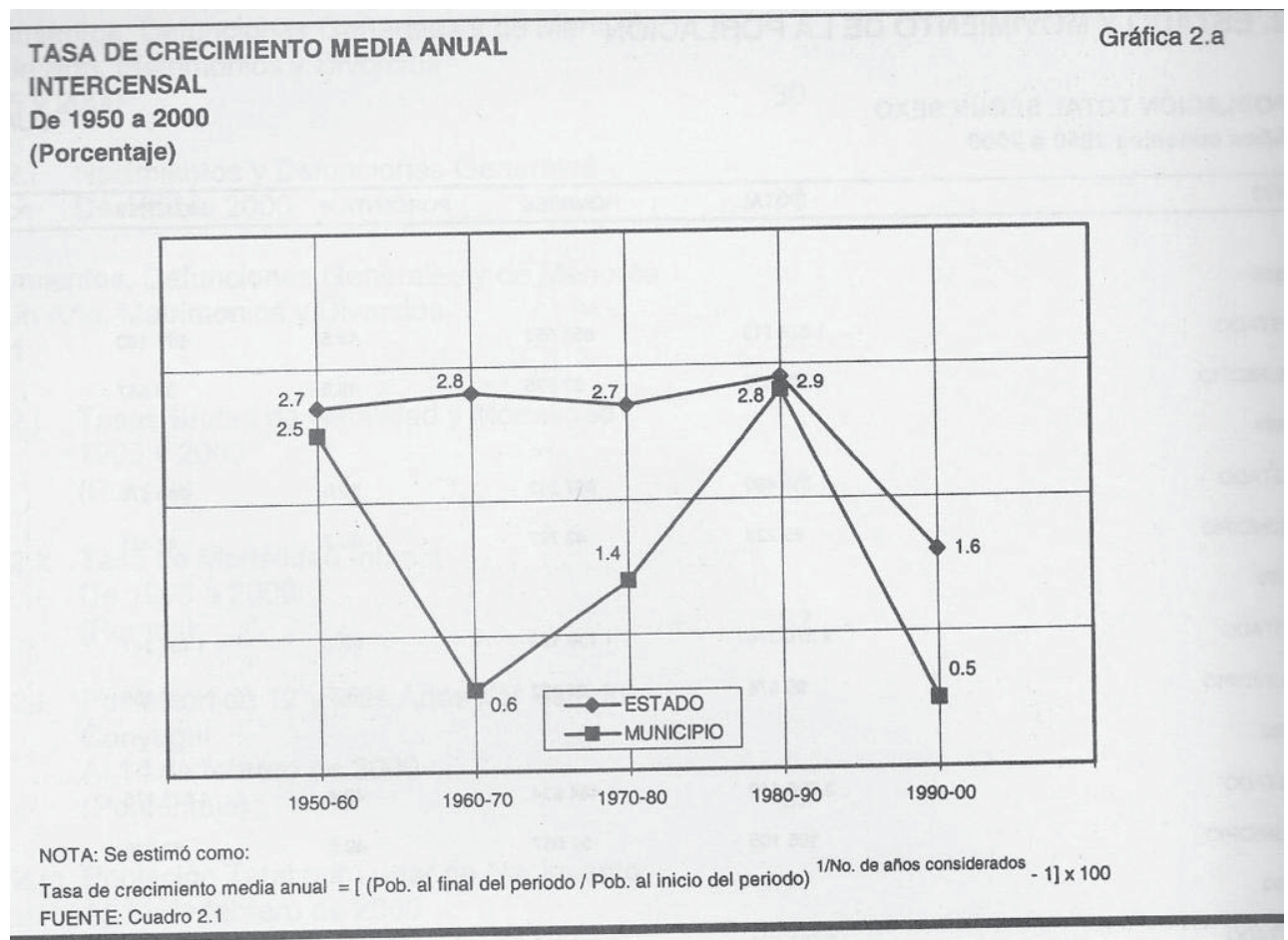
UNIVERSIDAD MICHOACANA DE SAN NICOLAS DE HIDALGO  
FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL  
TESIS PROFESIONAL



## 2.1 DEMOGRAFÍA

### TASA DE CRECIMIENTO MEDIA ANUAL

Según los datos inter censales, la tasa de crecimiento media anual en el año 2000 del 1.6% para el estado, y de 0.50% para el municipio. Estos datos se pueden ver en la tabla siguiente.





**UNIVERSIDAD MICHOACANA DE SAN NICOLAS DE HIDALGO**  
**FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL**  
**TESIS PROFESIONAL**



POBLACIÓN DEL MUNICIPIO

La población total del municipio es de 144,426 habitantes, de los cuales el 68.60 % de la población es del medio rural, en tanto que solamente el 31.40 % es de la zona urbana; Considerándose como localidad urbana la que cuenta con más de 2,500 habitantes, caso en el cual está en el borde la comunidad de Estación Pénjamo con la cual se pretende unir la ciudad de Pénjamo mediante el Boulevard el cual es objeto este proyecto.

Las principales localidades del municipio de Pénjamo con su población se enumeran en el siguiente cuadro:

**POBLACIÓN TOTAL POR PRINCIPALES LOCALIDADES SEGÚN SEXO**  
**Al 14 de febrero de 2000**

CUADRO 2.2

LOCALIDAD	TOTAL	HOMBRES	MUJERES
ESTADO	4 663 032 <sup>a</sup>	2 233 315	2 429 717
MUNICIPIO	144 426	68 026	76 400
PÉNJAMO	32 035	15 383	16 652
SANTA ANA PACUECO	10 314	4 801	5 513
LAGUNA LARGA DE CORTÉS	3 002	1 442	1 560
ESTACIÓN PÉNJAMO	2 446	1 167	1 279
ESTRELLA, LA	2 064	1 004	1 060
POTREROS	1 772	829	943
CHURIPITZEO	1 631	782	849
CALLE, LA	1 625	721	904
OCOTES, LOS	1 622	766	856
BUENAVISTA DE CORTÉS	1 294	620	674
MEZQUITE DE LUNA	1 203	552	651
RESTO DE LOCALIDADES	85 418	39 959	45 459

<sup>a</sup> Incluye una estimación de población por un total de 27 664 personas, correspondiente a 6 916 "viviendas sin información de ocupantes".

FUENTE: INEGI. Estados Unidos Mexicanos. Principales Resultados por Localidad. XI Censo General de Población y Vivienda 2000. (Versión Disco Compacto)

POBLACIÓN OCUPADA POR SECTOR DE ACTIVIDAD



**UNIVERSIDAD MICHOACANA DE SAN NICOLAS DE HIDALGO**  
**FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL**  
**TESIS PROFESIONAL**



Sector primario

(Agricultura Ganadería, Aprovechamiento Forestal Pesca y Caza)

34.7 %

Sector secundario

(Minería, Indus. Manufac., Electricidad, Agua y Construcción)

24.7 %

Sector terciario

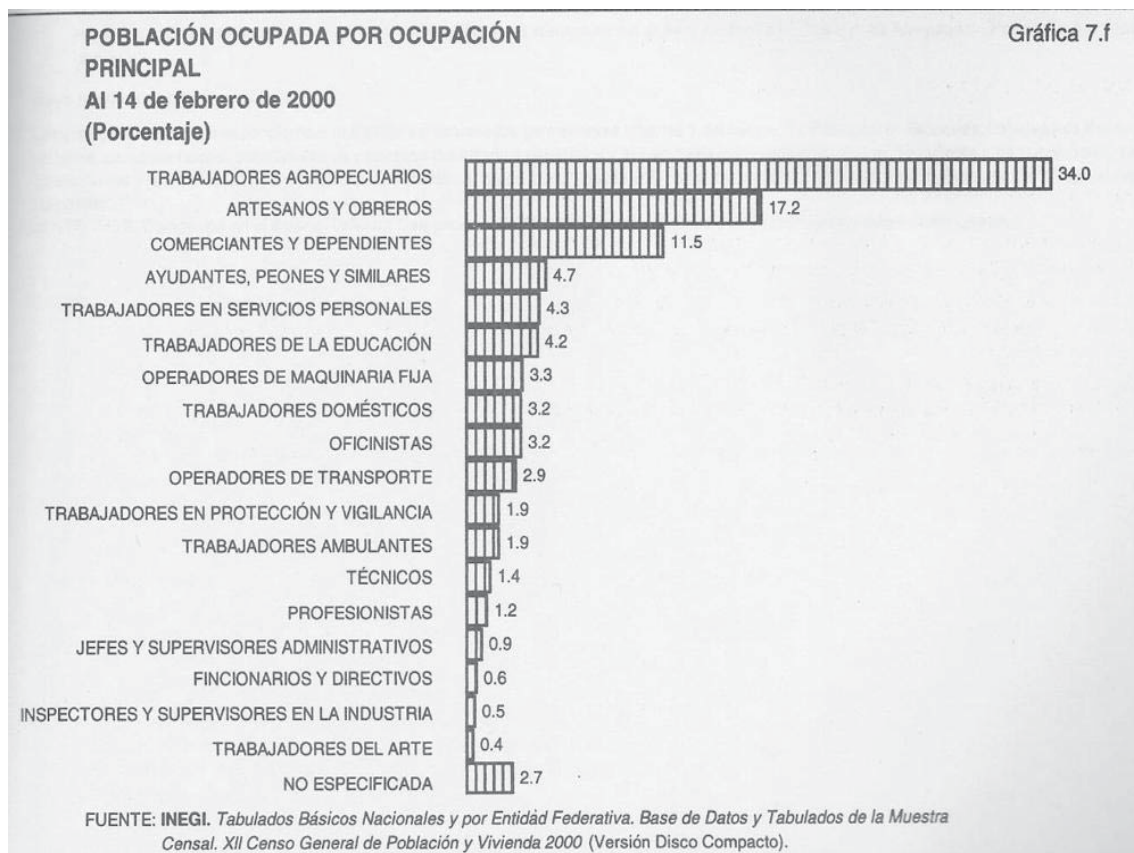
(Comercio, Almacenamiento, Transportes, Servicios y Actividades de Gob.)

37.5 %

No especificado

3.1 %

**POBLACIÓN SEGÚN OCUPACIÓN PRINCIPAL**



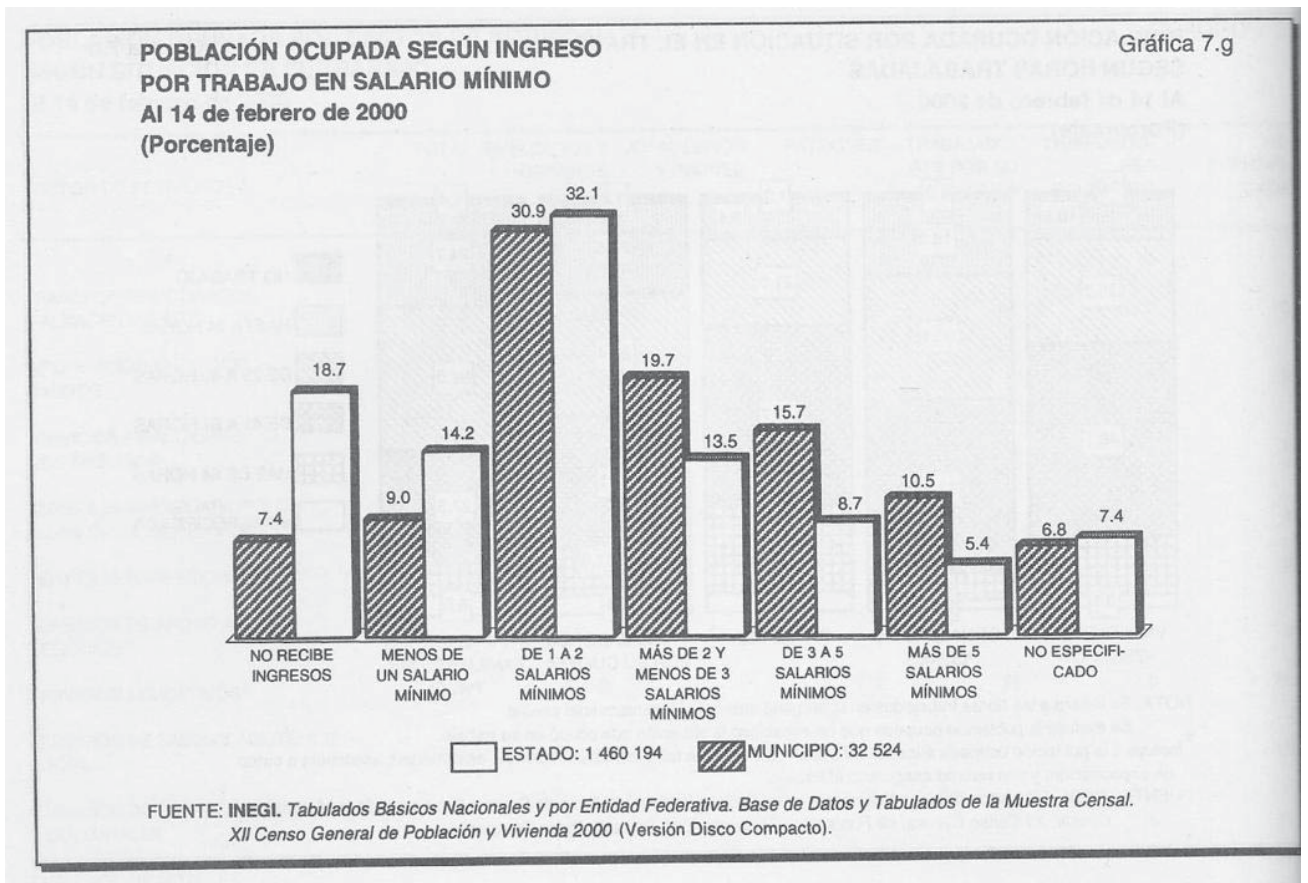


UNIVERSIDAD MICHOACANA DE SAN NICOLAS DE HIDALGO  
FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL  
TESIS PROFESIONAL



## 2.2 NIVEL DE VIDA

### POBLACION OCUPADA SEGÚN INGRESO EN SALARIO MÍNIMO



### POBLACION ALFABETA E INALFABETA

Al año 2000 se tiene un 84.70% de población alfabeta, contra un 15.30 % de población analfabeta en el municipio. En el estado se tiene un 88.00% de población alfabeta y un 12.00% de población analfabeta.





**UNIVERSIDAD MICHOACANA DE SAN NICOLAS DE HIDALGO  
FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL  
TESIS PROFESIONAL**



### **3.- MEMORIA DESCRIPTIVA**



### 3.1 SITUACIÓN ACTUAL O PROBLEMÁTICA

De acuerdo a los datos presentados en cuanto a los datos socioeconómicos mencionados, se desprende que la población de Pénjamo es meramente dedicada al campo con lo que el nivel de vida es precario en la mayoría de la población. Situación por la cual el índice emigración es de los más altos en el Estado de Guanajuato, emigrando principalmente a los Estados Unidos de América.





**UNIVERSIDAD MICHOACANA DE SAN NICOLAS DE HIDALGO**  
**FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL**  
**TESIS PROFESIONAL**



A fin de propiciar el desarrollo económico del municipio se propone la construcción de un **boulevard de Pénjamo (cabecera municipal) hasta la comunidad de Estación Pénjamo**, ya que este es un polo de desarrollo natural, dado que se encuentra en una zona delimitada por el lado norte por la autopista federal # 90 Irapuato - Guadalajara y al sur por la vía férrea México - Guadalajara.

### **3.2 DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO**

El objetivo del proyecto es el modernizar una vialidad que propicie el desarrollo económico del municipio; Proponiéndose la construcción de un boulevard desde **Pénjamo (cabecera municipal) hasta la comunidad de Estación Pénjamo**, el cual contará con las siguientes características:

1. Dos (2) cuerpos independientes albergando dos (2) carriles cada uno en cada sentido, cada carril de 3.50 mts. de ancho.
2. Banquetas de dos (2) metros de ancho en prácticamente toda su longitud a excepción de los lugares como entronques o accesos al mismo, así como guarnición en toda la longitud de banqueteta.
3. Un (1) retorno (en comunidad de San Miguel).
4. Dos (2) entronques (acceso al rastro municipal y carretera La Herradura).
5. Luminarias en toda su longitud.
6. Propuesta de glorieta para canalizar el tráfico en la entrada de la comunidad Estación Pénjamo.

Logrando con esto proporcionar una infraestructura propicia para la instalación de empresas y/o comercios que sean el detonante para el crecimiento económico de este polo de desarrollo. El proyecto contará todos y cada uno de los elementos necesarios para lograr un mayor tiempo de vida útil.

El desarrollo del proyecto incluye los planos y cálculos para la ubicación y construcción de los elementos propuestos, además el catálogo de conceptos y su volumetría.

Haciendo hincapié en que todos estos apartados están diseñados tomando en cuenta los criterios de:

1. La normativa actuante de Secretaría de Comunicaciones y Transportes (SCT).
2. El trazo original de la actual carretera.
3. Rasante actual de la carretera existente.



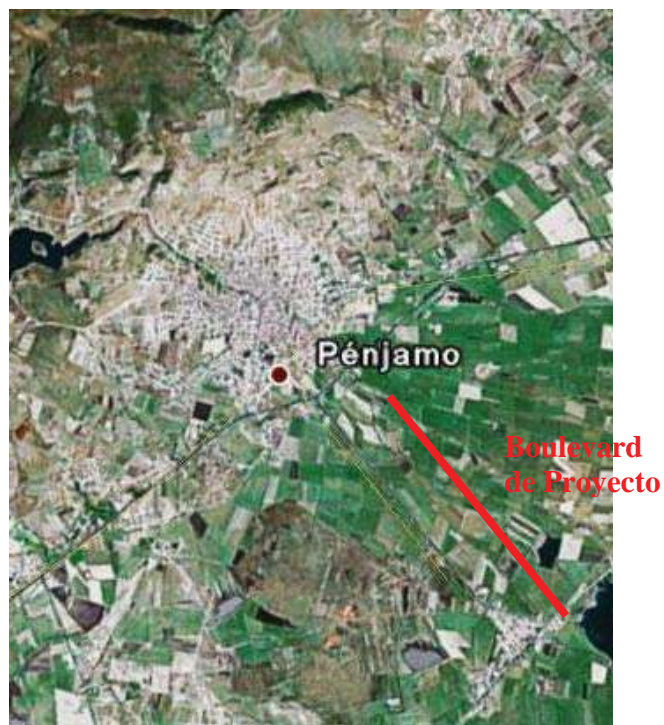


**UNIVERSIDAD MICHOACANA DE SAN NICOLAS DE HIDALGO**  
**FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL**  
**TESIS PROFESIONAL**



4. Puntos obligados como glorieta de acceso y retorno a carretera federal # 90, el acceso a la comunidad de San Miguel, acceso a rastro municipal, entronque a la carretera La Herradura y rasantes actuales en vialidades de llegada en la comunidad de Estación Pénjamo.

La estructura del pavimento propuesta se define en el desarrollo del proyecto, y en base al estudio de tránsito y de mecánica de suelos, y se describe en el apartado de Estudio Geotécnico.





**UNIVERSIDAD MICHUACANA DE SAN NICOLAS DE HIDALGO**  
**FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL**  
**TESIS PROFESIONAL**



**3.3 ANEXO FOTOGRÁFICO**



**UNIVERSIDAD MICHOACANA DE SAN NICOLAS DE HIDALGO  
FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL  
TESIS PROFESIONAL**



GLORIETA DE RETORNO Y ACCESO A LA CARRETERA FEDERAL # 90





**UNIVERSIDAD MICHOACANA DE SAN NICOLAS DE HIDALGO  
FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL  
TESIS PROFESIONAL**



VISTA DEL PUNTO DE INICIO (0+000) DEL BUOLEVARD PÉNJAMO – ESTACIÓN PÉNJAMO (EN AMBOS SENTIDOS)



**UNIVERSIDAD MICHOACANA DE SAN NICOLAS DE HIDALGO**  
**FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL**  
**TESIS PROFESIONAL**



CAMINO REAL DONDE QUEDARÁ ALOJADO EL CUERPO IZQUIERDO DEL  
BOULEVARD PÉNJAMO – ESTACIÓN PÉNJAMO.





**UNIVERSIDAD MICHOACANA DE SAN NICOLAS DE HIDALGO  
FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL  
TESIS PROFESIONAL**



COMUNIDAD DE SAN MIGUEL (CUERPO IZQUIERDO DEL BOULEVARD PÉNJAMO –  
ESTACIÓN PÉNJAMO)



**UNIVERSIDAD MICHOACANA DE SAN NICOLAS DE HIDALGO**  
**FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL**  
**TESIS PROFESIONAL**



ACCESO A RASTRO MUNICIPAL (CUERPO DERECHO)





**UNIVERSIDAD MICHOACANA DE SAN NICOLAS DE HIDALGO  
FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL  
TESIS PROFESIONAL**



ENTRONQUE ACTUAL CON CARRETERA "LA HERRADURA"



**UNIVERSIDAD MICHOACANA DE SAN NICOLAS DE HIDALGO**  
**FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL**  
**TESIS PROFESIONAL**



ASPECTO ACTUAL DE ENTRONQUE CON CARRETERA "LA HERRADURA"





**UNIVERSIDAD MICHOACANA DE SAN NICOLAS DE HIDALGO**  
**FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL**  
**TESIS PROFESIONAL**



VISTAS GENERALES DE CAMINO REAL Y CARRETERA ACTUAL CUERPOS  
IZQUIERDO Y DERECHO RESPECTIVAMENTE



**UNIVERSIDAD MICHOACANA DE SAN NICOLAS DE HIDALGO  
FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL  
TESIS PROFESIONAL**



LLEGADA A COMUNIDAD DE ESTACIÓN PÉNJAMO





**UNIVERSIDAD MICHOACANA DE SAN NICOLAS DE HIDALGO  
FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL  
TESIS PROFESIONAL**



CARRETERA A FRIGORIFICOS DEL BAJIO Y CALLE 16 DE SEPTIEMBRE EN ESTACIÓN PÉNAJMO.



ZONA DONDE QUEDARA UBICA LA GLORIETA EN ESTACIÓN PÉNAJMO



**UNIVERSIDAD MICHOACANA DE SAN NICOLAS DE HIDALGO  
FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL  
TESIS PROFESIONAL**



CARRETERA A HUANIMARO Y CALLE MIGUEL HIDALGO EN ESTACIÓN PÉNAJMO.



ZONA DONDE QUEDARA UBICA LA GLORIETA EN ESTACIÓN PÉNAJMO



**UNIVERSIDAD MICHOACANA DE SAN NICOLAS DE HIDALGO  
FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL  
TESIS PROFESIONAL**



## **4.- ESTUDIO GEOTÉCNICO**

**ESTUDIO DE TRÁNSITO**

**ESTUDIO DE MECÁNICA DE SUELOS**

**DISEÑO DE PAVIMENTO**





**UNIVERSIDAD MICHOACANA DE SAN NICOLAS DE HIDALGO  
FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL  
TESIS PROFESIONAL**



**CONTENIDO:**

**4.1.- TRABAJOS DE CAMPO.**

**4.2.- TRABAJOS DE GABINETE.**

**4.3.- DISEÑO DE PAVIMENTO.**

**4.4.- PROCEDIMIENTOS CONSTRUCTIVO.**

**4.5.- REPORTE FOTOGRAFICO.**

**4.6.- COMPLEMENTOS.**



**UNIVERSIDAD MICHOACANA DE SAN NICOLAS DE HIDALGO  
FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL  
TESIS PROFESIONAL**



**4.1.- TRABAJOS DE CAMPO.**

**Trabajos de Campo.**

Para llevar a cabo la exploración del subsuelo, se determinó efectuar sondeos para el estudio de espesores, procediendo a efectuar Pozos a Cielo Abierto PCA, a cada 500 m aproximadamente, tanto en la longitud de la carretera actual como del camino empedrado, desde glorieta E.C. Federal # 90 hasta la comunidad de Estación Pénjamo; teniendo aproximadamente de 4000 m.

Se realizaron 6 sondeos a lo largo de cada cuerpo actual y que se nombraron S-1 al S-6 en empedrado y S-1 al S-6 en carretera; el desglose de cada sondeo en cuanto a su estratigrafía se presenta en las hojas de "Complementos".

Las muestras obtenidas en fueron trasladadas al laboratorio para la determinación de su clasificación y propiedades físico-mecánicas. De la última capa de cada sondeo en adelante, se considera continuo el estrato.





UNIVERSIDAD MICHOACANA DE SAN NICOLAS DE HIDALGO  
FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL  
TESIS PROFESIONAL



LOCALIZACION DEL BOUKLEVARD DE PROYECTO PÉNJAMO - ESTACIÓN, EN EL MUNICIPIO DE PÉNJAMO, GTO.



**UNIVERSIDAD MICHOACANA DE SAN NICOLAS DE HIDALGO**  
**FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL**  
**TESIS PROFESIONAL**



#### **4.2.- Trabajos de Gabinete**

##### **Trabajos de Gabinete.**

Para cada uno de los materiales extraídos en las muestras de sondeo, se ha determinado su clasificación mediante el sistema unificado de suelos, y las propiedades tales como Limite Líquido, Limite Plástico, Contracción Lineal, Granulometría y Humedad Natural.

Los parámetros que determinarán las ventajas o desventajas de estos materiales y por consiguiente de la capa portante de estructuras, son el Peso Volumétrico Seco Máximo, la Humedad Óptima de compactación, el Valor Relativo Soporte determinado en laboratorio y la Expansión.

Resultados que se muestran en la hojas de "Complementos".

#### **4.3.- DISEÑO DE PAVIMENTO**

##### **DATOS DE TRÁFICO.**

La determinación de los volúmenes de tránsito para el análisis que nos compete, fueron tomados en el camino en cuestión para determinar así el tráfico real, se obtuvieron los resultados mostrados en los "Complementos" y se realiza el análisis del mismo, efectuando el aforo el día 13 de Enero del 2007.

##### **DETERMINACION DEL VRS CRÍTICO.**

En el diseño propio del pavimento, y las propiedades naturales del terreno se determinó las propiedades de VRS de las capas representativas de cada estrato, dándole mayor importancia a los datos obtenidos de terreno natural ya que se presentan las siguientes condiciones:

1.- En el sentido Pénjamo – Estación lado derecho existe una carretera de dos (2) carriles de un ancho cada uno de 3.00 mts.; teniendo una estructura general de 20 cms de carpeta asfáltica a base de riegos de sello, asentada sobre una capa de 20 cms de material inerte, pero sin cumplir este con calidad de base hidráulica y finalmente un terraplén construido con material de mediana y alta plasticidad. Estos resultados se presentan en los apartados de Diseño de Pavimento y "Complementos".

2.- En el sentido Pénjamo – Estación lado izquierdo existe un camino empedrado de un ancho de 3.00 mts. APROX.; teniendo una estructura general de 10 cms de empedrado asentado sobre el terreno natural de mediana y alta





**UNIVERSIDAD MICHOACANA DE SAN NICOLAS DE HIDALGO**  
**FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL**  
**TESIS PROFESIONAL**



plasticidad. Estos resultados se presentan en los apartados de Diseño de Pavimento y "Complementos".

Por lo que la profundidad a la cual se garantiza por un lado, quitar el asfalto y el material inerte y por el otro quitar el empedrado y el despalme correspondiente, es alrededor de 30 cms de profundidad, bajo este orden de ideas, tomaremos el VRS representado en la segunda capa para el diseño de espesores de acuerdo al **método Instituto de Ingeniería de la UNAM** según las gráficas para calcular el espesor mínimo de sub-rasante, sub-base mas base, en pavimentos flexibles.

Las funciones de las distintas capas de un pavimento flexible son:

- 1. Sub-base:** Sirve de transición entre el material de base, generalmente granular mas o menos grueso y la propia sub-rasante. La sub-base, actúa como filtro de la base e impide su incrustación en la sub-rasante. También se coloca para absorber deformaciones perjudiciales en la sub-rasante, por ejemplo cambios volumétricos asociados a cambios de humedad, impidiendo que se reflejen en la superficie del pavimento. Actúa como dren para desalojar el agua que se infiltre en el pavimento y para impedir la ascensión capilar hacia la base de agua procedente de la terracería.
- 2. Base:** Permite reducir el espesor de la carpeta, que es mas costosa, pero la función fundamental de la base de un pavimento consiste en proporcionar un elemento resistente que transmita a la sub-base y a la sub-rasante los esfuerzos producidos por el tránsito en una intensidad apropiada. La base en muchos casos debe también drenar el agua que se introduzca a través de la carpeta o sellos o por los acotamientos del pavimento, así como impedir la ascensión capilar.
- 3. Carpeta:** La carpeta o riegos de sello debe proporcionar una superficie de rodamiento adecuada con textura y color convenientes y resistir los efectos abrasivos del tráfico. Hasta donde sea posible debe de impedir el paso del agua al interior de las capas inferiores del cuerpo.





UNIVERSIDAD MICHOACANA DE SAN NICOLAS DE HIDALGO  
FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL  
TESIS PROFESIONAL



En general para el caso específico, se recomienda realizar una excavación de caja para eliminar los materiales de escombros y arcilla encontrados y desalojar así mismo las posibles capas que contengan material vegetal.

DISEÑO DE PAVIMENTO DE ACUERDO AL INSTITUTO DE INGENIERIA DE LA U.N.A.M.

### **1. DETERMINACION DEL VRS CRITICO**

Para la determinación de VRS crítico de diseño, se realiza un análisis estadístico de los diversos valores del VRS estándar modificado obtenido en los sondeos, pero de manera independiente tanto para la zona de carretera como para la zona de empedrado. Se toman en cuenta los VRS mínimos para el diseño de las capas de cuerpo de terraplén, subrasante, sub base y base.

**La relación completa de todos los V.R.S. se presenta en el apartado de “Complementos” de este estudio.**

### **2. CALCULO DE EJES EQUIVALENTES**

La integración de la tabla de cálculo de ejes equivalentes, se realiza a partir de los datos de tránsito y tipo de camino, utilizando los coeficientes de daño por tipo de vehículo indicados.

La composición vehicular se realiza considerando los diferentes tipos de vehículos que transitan por el camino en estudio, el desglose completo del aforo por día se encuentra en el apartado de “Complementos”.



**UNIVERSIDAD MICHOACANA DE SAN NICOLAS DE HIDALGO**  
**FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL**  
**TESIS PROFESIONAL**



Obtenida la composición vehicular promedio tanto en cantidad como en porcentaje, se calcula el número de vehículos de diseño para un solo carril, (recordando que la composición vehicular obtenida originalmente corresponde a dos carriles) esta transformación se realiza de acuerdo a recomendaciones de **Instituto de Ingeniería de la U.N.A.M.**, en la que para nuestro caso es del 50%.

Cabe hacer la aclaración que de acuerdo al aforo obtenido y para el cálculo de los ejes equivalentes de diseño se consideran todos los vehículos cargados, ya que el crecimiento estimado del aforo vehicular es considerable; esto es: actualmente es una carretera estatal, secundaria o ramal de la carretera federal # 90, condiciones en las cuales se obtiene el aforo actual y futuro, sin embargo se pretende que con la construcción del Boulevard se instalen empresas lo que originaría que las características futuras de los vehículos y cantidad de ellos sea diferentes a las actuales, con lo que al considerar el 100% de los vehículos cargados se pretende absorber estas diferencias en los parámetros.

Obteniendo los Ejes Equivalentes en zona de carretera y empedrado, para profundidades de 0.0 mts. Y 0.30 mts., del orden de  $6.79 \times 10^6$  y  $4.59 \times 10^6$  respectivamente.

### **3. JUSTIFICACION DEL NIVEL DE CONFIANZA**

En función de la cantidad de vehículos que transitan por el camino de acuerdo al aforo y dado que el camino es ramal de una carretera primaria, entonces se considera como un Camino Secundario de bajo tránsito, por lo que se podrá utilizar una de las gráficas de Diseño de Espesores de Pavimentos en Carreteras, según el Instituto de Ingeniería de la U.N.A.M; ahora bien de acuerdo a las características físico-mecánicas de los suelos encontrados se considera un nivel de confianza del 80%.

### **4. CALCULO DE ESPESORES DE GRAVA EQUIVALENTE**

Para zona de carretera

Datos utilizados en la gráfica: VRS de terreno natural = 2.41 %

VRS de subrasante = 15 %

VRS de sub-base = 50 %

VRS de base = 95 %

Ejes equivalentes a  $Z_0 = 6.79 \times 10^6$

Ejes equivalentes a  $Z_{30} = 4.59 \times 10^6$



UNIVERSIDAD MICHOACANA DE SAN NICOLAS DE HIDALGO  
FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL  
TESIS PROFESIONAL



**Para zona de empedrado**

Datos utilizados en la gráfica: VRS de terreno natural = 2.61 %

VRS de subrasante = 15 %

VRS de sub-base = 50 %

VRS de base = 95 %

Ejes equivalentes a  $Z_0 = 5.79 \times 10^6$

Ejes equivalentes a  $Z_{30} = 4.59 \times 10^6$



**UNIVERSIDAD MICHOACANA DE SAN NICOLAS DE HIDALGO**  
**FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL**  
**TESIS PROFESIONAL**

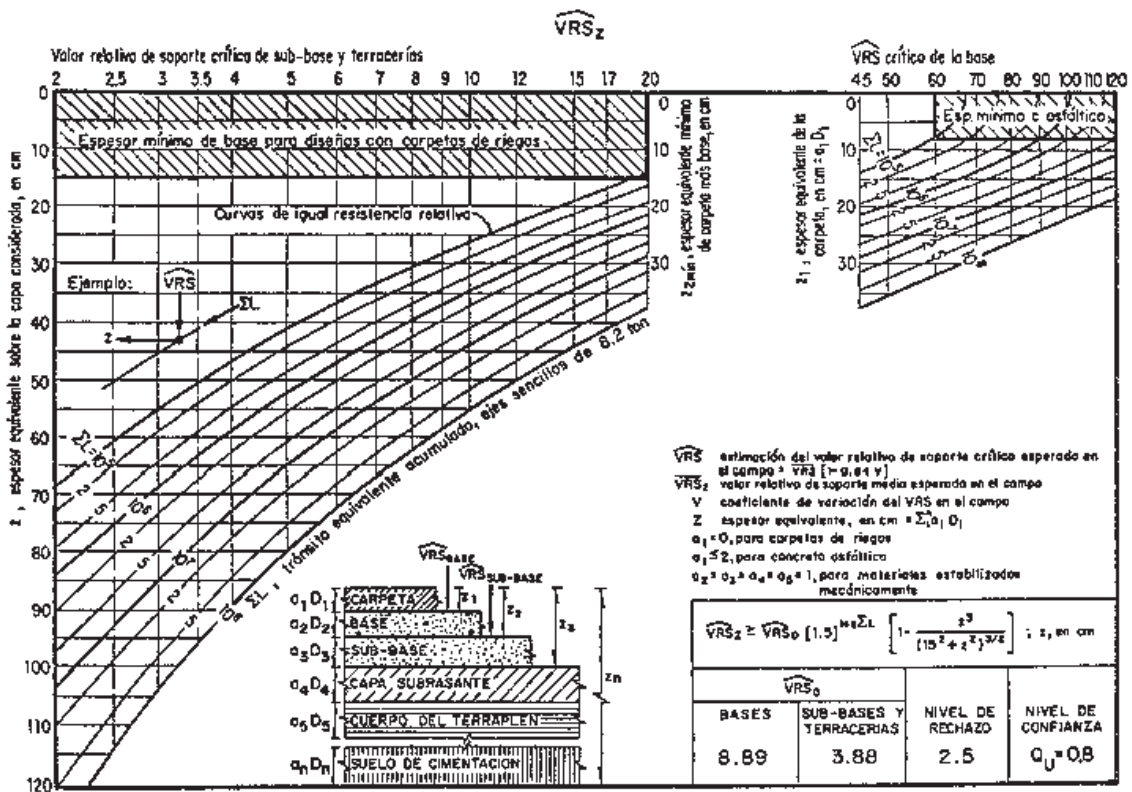


Fig A6. Gráfica para diseño estructural de carreteras con pavimento flexible

Correlacionando entonces los valores de V.R.S. críticos y ejes acumulados equivalentes se obtienen los espesores de cada una de las capas consideradas, mostrándose a continuación los espesores obtenidos.



UNIVERSIDAD MICHOACANA DE SAN NICOLAS DE HIDALGO  
FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL  
TESIS PROFESIONAL



## 5. SECCION PROPUESTA

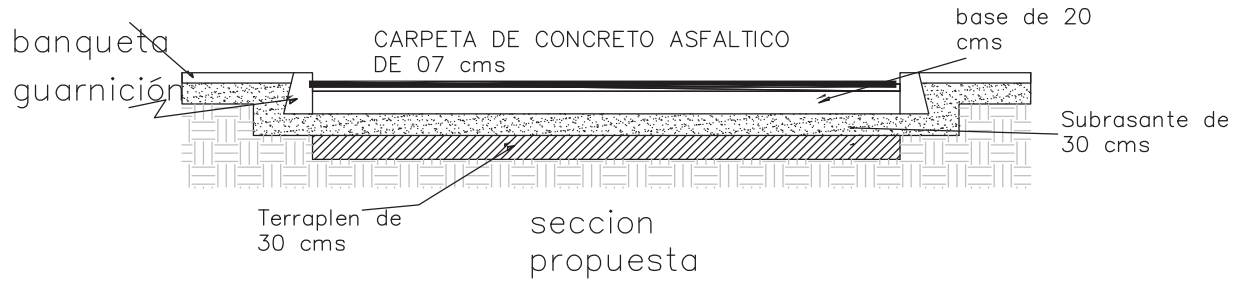
de 30 cms (de acuerdo a niveles de proyecto), sub- Se recomienda no utilizar espesores de subrasante menores base y base no menores de 15 cms. Por lo que se propone la siguiente estructura.

- Retirar todo el material actual utilizado como estructura de pavimento, tanto en carretera actual como en el camino empedrado, ya que no cuentan con la calidad necesaria para ser considerado en la estructura de proyecto, tanto en espesores como en cantidad y calidad de las capas, resultados que se plasman en los anexos correspondientes.
- Colocar una capa de Terraplén con un espesor de 30 cms., compactada al 90% de su P.V.S.M. y cumplirá con un VRS mínimo de 10%, expansión menor del 3% y contenido de finos menor de 40%.
- Colocar una capa de Subrasante en un espesor de 30 cms., compactada al 95% de su P.V.S.M. y cumplirá con un VRS mínimo de 30%, contenido de finos menor de 40 %, contracción lineal de 9.0% max.
- Colocar una capa de base hidráulica de 20 cms. De espesor, con VRS mínimo de 80%, compactada al 100% de su P.V.S.M. y cumplirá con un equivalente de arena mínimo de 50% y contracción lineal de 4.5 % máx.
- Al finalizar los trabajos de movimiento de tierras, Se aplicará un barrido de la superficie por tratar, por medios mecánicos, posteriormente un riego de impregnación a razón de 1.5 lt/m<sup>2</sup> con emulsión asfáltica EAR-60, colocar un riego de liga a razón de 1.5 lt/m<sup>2</sup> con emulsión asfáltica EAR-60.
- Como superficie de rodamiento colocar una Carpeta de Concreto Asfáltico de 07 cms de espesor de acuerdo a normas S.C.T. (norma N-CTR-CAR-1-04-008/00 y complementarias).





**UNIVERSIDAD MICHOACANA DE SAN NICOLAS DE HIDALGO**  
**FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL**  
**TESIS PROFESIONAL**



Así mismo, es recomendable realizar un estudio de desfogue de aguas pluviales aledañas a la vialidad para evitar dentro de lo posible el daño a la estructura de terracerías con el paso del tiempo.



**UNIVERSIDAD MICHOACANA DE SAN NICOLAS DE HIDALGO  
FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL  
TESIS PROFESIONAL**



**4.4.- PROCEDIMIENTOS CONSTRUCTIVOS.**



UNIVERSIDAD MICHOACANA DE SAN NICOLAS DE HIDALGO  
FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL  
TESIS PROFESIONAL



## PROCEDIMIENTOS CONSTRUCTIVOS.

### TERRACERIAS

Los cuerpos de terracerías se conforman de acuerdo con el trazo del proyecto geométrico de la vialidad, y principalmente para el caso de terracerías en vialidades urbanas se debe tomar en cuenta el nivel o la profundidad de proyecto de las líneas de drenaje y agua potable.

#### Procedimiento Constructivo General:

- Limpieza General de la zona: Desmonte y Despalme
- Trazo en campo
- Señalización de niveles de proyecto
- Cortes y Excavaciones en donde el proyecto geométrico lo indique
- Acarreo, Descarga y Bandeado de material de banco
- Prehomogeneización
- Incorporación de Agua (Humedad óptima)
- Homogeneización del material
- Formación de terracería
- Compactación

#### Materiales

Los materiales que normalmente se utilizan para la formación de terracerías son fragmentos de roca medianos, chicos y gravas procedentes de bancos que cumplan con las características de calidad del proyecto.

Los estudios de calidad que se realizan a las terracerías son:

- Valor Relativo de Soporte del material (VRS)
- Humedad óptima de compactación
- Peso Volumétrico Seco Máximo



**UNIVERSIDAD MICHOACANA DE SAN NICOLAS DE HIDALGO**  
**FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL**  
**TESIS PROFESIONAL**



■ Porcentaje de Compactación

Los porcentajes de compactación convencionales para terracerías varían entre un 90% a un 100% de su peso volumétrico seco máximo.

Calidades de materiales para cuerpos de terracerías:

VRS	CLASIFICACION
0-5	SUBRASANTE MUY MALA
5-10	SUBRASANTE MALA
10-20	SUBRASANTE REGULAR A BUENA
20-30	SUBRASANTE MUY BUENA
30-50	SUB - BASE BUENA
50-80	BASE BUENA
80-100	BASE MUY BUENA

### Equipos

Los equipos que se utilizan para la formación de los cuerpos de terracerías son:

- Tractores tipo D-6 a D- 9 (según proyecto)
- Camiones de volteo
- Motoconformadoras
- Equipo Topográfico
- Autotanques (Pipas)
- Rodillos Vibratorios tipo Pata de Cabra o Rejilla (según material)

### Revisión de VRS y Compactación

La Revisión del Valor Relativo de Soporte (VRS) y del grado de compactación de las terracerías se recomienda que sea realizada por un laboratorio especializado en mecánica de suelos, para de esta manera evaluar de manera confiable la calidad de las terracerías terminadas.





**UNIVERSIDAD MICHOACANA DE SAN NICOLAS DE HIDALGO**  
**FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL**  
**TESIS PROFESIONAL**



El VRS es un índice de resistencia al esfuerzo cortante en condiciones determinadas de compactación y humedad. Se expresa como un tanto por ciento de la carga necesaria para introducir 2.54 mm de un pistón de sección circular en una muestra de suelo, respecto a la carga de 1,360 kg que se requirió para introducir los mismos 2.54 mm del pistón circular en una muestra de piedra triturada de referencia.

Por lo que si  $p_2$  es la carga en kilogramos necesaria para hacer que el pistón penetre 2.54 mm en el suelo en estudio el VRS será igual a:

$$\text{VRS} = p_2 / 1360 \times 100$$

La compactación es el medio por el cuál se aumenta la resistencia y se disminuye la compresibilidad de los suelos. Se puede medir la compactación obtenida en campo realizando según el tipo de suelo la prueba Porter ó la prueba Proctor. También se puede medir con el uso de equipos modernos como el densímetro nuclear para la revisión del peso volumétrico y la compactación.



UNIVERSIDAD MICHOACANA DE SAN NICOLAS DE HIDALGO  
FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL  
TESIS PROFESIONAL



4.5.- REPORTE FOTOGRAFICO.



SONDEO 01 EN CAMINO EMPEDRADO PARA BOULEVARD PÉNJAMO – ESTACIÓN PÉNJAMO, MUNICIPIO DE PÉNJAMO, GTO.





**UNIVERSIDAD MICHOACANA DE SAN NICOLAS DE HIDALGO  
FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL  
TESIS PROFESIONAL**



SONDEO 02 EN CAMINO EMPEDRADO PARA BOULEVARD PÉNJAMO – ESTACIÓN PÉNJAMO, MUNICIPIO DE PÉNJAMO, GTO.



**UNIVERSIDAD MICHOACANA DE SAN NICOLAS DE HIDALGO  
FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL  
TESIS PROFESIONAL**



SONDEO 03 EN CAMINO EMPEDRADO PARA BOULEVARD PÉNJAMO – ESTACIÓN PÉNJAMO, MUNICIPIO DE PÉNJAMO, GTO.





**UNIVERSIDAD MICHOACANA DE SAN NICOLAS DE HIDALGO**  
**FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL**  
**TESIS PROFESIONAL**



SONDEO 04 EN CAMINO EMPEDRADO PARA BOULEVARD PÉNJAMO – ESTACIÓN PÉNJAMO, MUNICIPIO DE PÉNJAMO, GTO.



**UNIVERSIDAD MICHOACANA DE SAN NICOLAS DE HIDALGO  
FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL  
TESIS PROFESIONAL**



SONDEO 05 EN CAMINO EMPEDRADO PARA BOULEVARD PÉNJAMO – ESTACIÓN PÉNJAMO, MUNICIPIO DE PÉNJAMO, GTO.





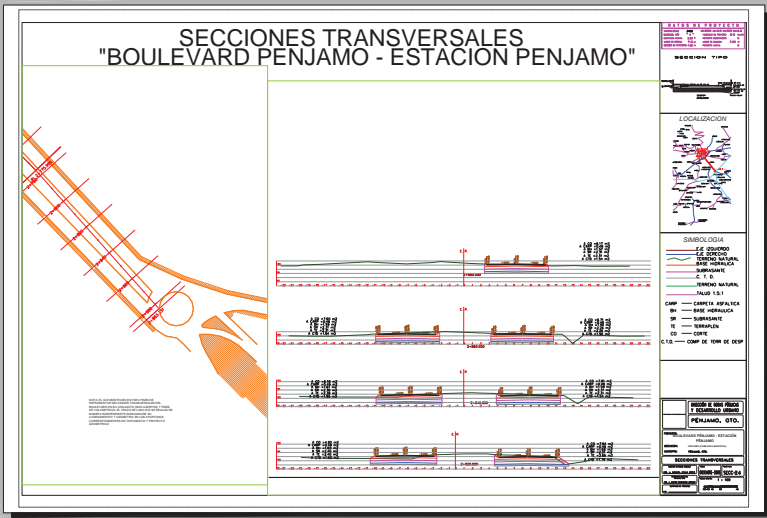
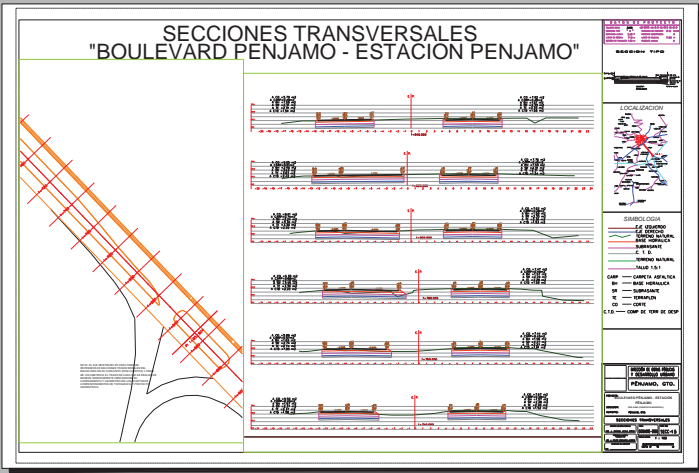
**UNIVERSIDAD MICHOACANA DE SAN NICOLAS DE HIDALGO**  
**FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL**  
**TESIS PROFESIONAL**

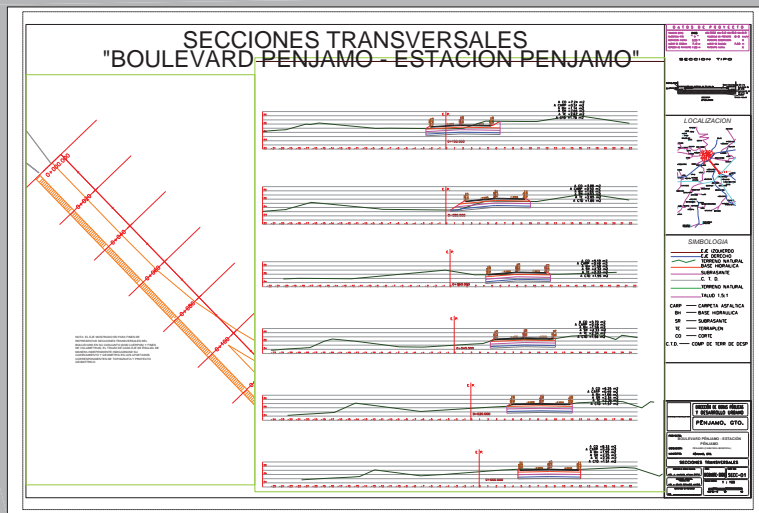
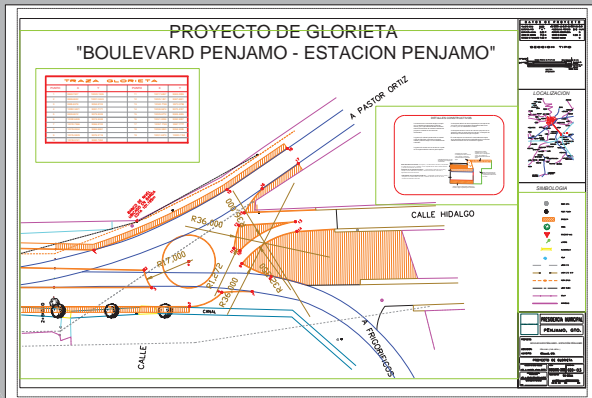


SONDEO 05 EN CAMINO EMPEDRADO PARA BOULEVARD PÉNJAMO – ESTACIÓN PÉNJAMO, MUNICIPIO DE PÉNJAMO, GTO.

















**UNIVERSIDAD MICHOACANA DE SAN NICOLAS DE HIDALGO**  
**FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL**  
**TESIS PROFESIONAL**



### **TERRENO NATURAL**

El terreno natural se define como la franja de terreno incluida en el derecho de vía, cuyo estado de esfuerzo original resulta afectado por la construcción de obra vial y que recibe las cargas de tránsito distribuidas a través de la estructura.

Como fase previa a las operaciones constructivas propiamente dichas, la construcción de terracerías suele exigir una limpieza a fondo del terreno natural, que se denomina "desmonte" en lo que se refiere a la eliminación de vegetación incluyendo árboles y "despalme" cuando se refiere a la eliminación de la capa vegetal. El desmonte tiene los siguientes objetivos:

- 1.- Permitir la operación de la maquinaria de construcción en zonas boscosas.
- 2.- Permitir la liga adecuada entre los terraplenes y el terreno de cimentación.
- 3.- Eliminar materiales no deseables, tales como hierbas, arbustos o árboles, en cortes y préstamos.
- 4.- Evitar la caída posterior de árboles y ramas a la vía terrestre, al que dar aquellos muy cerca de los taludes en los cortes.
- 5.- aumentar la visibilidad en las curvas horizontales, sobre todo en terreno plano con vegetación intensa.
- 6.- Evitar el desarrollo de raíces que afecten posteriormente la superficie de rodamiento, especialmente en terraplenes muy bajos o en secciones prácticamente a flor de tierra.
- 7.- evitar problemas de comportamiento posterior en los terraplenes al podrirse los troncos o raíces.

### **DESPALME**

Es práctica común preparar el terreno antes de la construcción eliminando un cierto espesor de su superficie. Este despálme suele hacerse en profundidades no mayores a 30 cm. Y frecuentemente menores a esta cantidad. El despálme cubre los siguientes objetivos:

- 1.- Evitar movimientos en los terraplenes, pues la cobertura vegetal superficial generalmente es un material esponjoso y comprensibles, que puede afectar a la terraplenes de baja altura.
- 2.- Eliminar suelos inadecuados para la construcción en préstamos de materiales o en cortes en caso de compensación longitudinal.



**UNIVERSIDAD MICHOACANA DE SAN NICOLAS DE HIDALGO**  
**FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL**  
**TESIS PROFESIONAL**



3.- eliminar materia orgánica vegetal susceptible de causar problemas de crecimiento posterior.

Para nuestro caso refiriéndonos particularmente a la obra denominada "BOULEVARD PENJAMO-ESTACION PENJAMO FF-CC, Una vez que se nos ha entregado el trazo del eje del cuerpo a construir (cuerpo izquierdo) físicamente por parte de la contratante se procede a referenciar los putos o estaciones localizados a cada 20 mts. Así como PI, PC Y PT, una vez teniendo referenciado el eje de boulevard y teniendo localizados los bancos de nivel se procede a marcar la línea de los ceros para poder empezar con los trabajos de desmonte y despálme con la finalidad de no ejecutar trabajos demás que repercuten una pérdida para la constructora. Para ello previamente se tiene que localizar los bancos de material a utilizar para las capas de terraplén y/o pedraplen de los cuales el laboratorio de mecánica de suelos obtiene las muestras necesarias para analizar en que capas nos pueden ser útiles estos bancos apegándose a las normas especificadas por la secretaria de obra pública o las especificaciones que indique el proyecto.



DESPALME EN EL BANCO DE MATERIAL UTILIZADO PARA LA CAPA DE PIEDRAPLEN



**UNIVERSIDAD MICHOACANA DE SAN NICOLAS DE HIDALGO  
FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL  
TESIS PROFESIONAL**



BANCO DE MATERIAL UTILIZADO PARA LA CAPA DE PIEDRAPLEN

Una vez teniendo todo listo para arrancar con los trabajos de desmonte y despalme, se observa que un carril del cuerpo a construir (cuerpo izquierdo) se encuentra alojado sobre el camino real existente de empedrado, el cual debe ser recuperado y almacenado en el lugar que indique el supervisor de obra por parte de la contratante, ya que este concepto se encuentra considerado dentro del catálogo de conceptos por lo que se comienzan a ejecutar en conjunto los trabajos de desmonte, despalme y recuperación de empedrado.



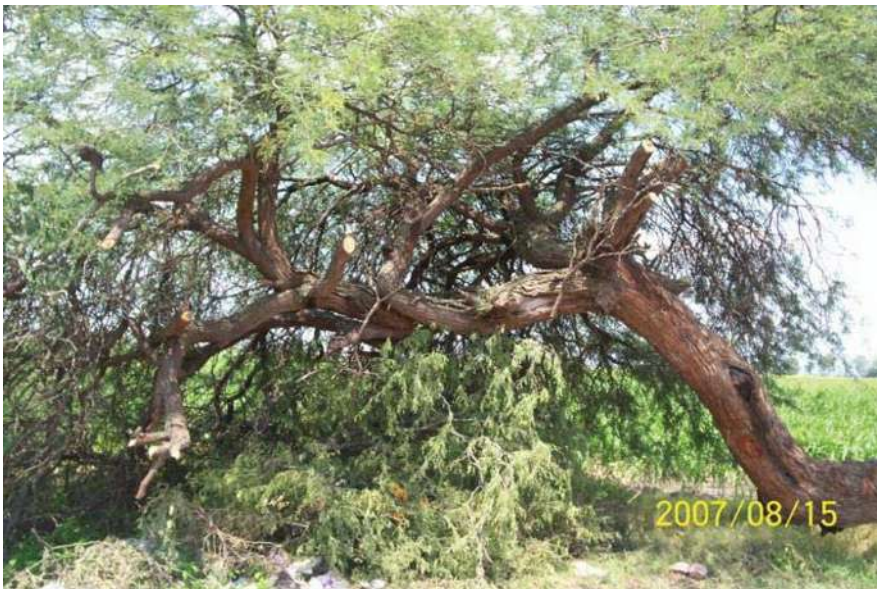




**UNIVERSIDAD MICHOACANA DE SAN NICOLAS DE HIDALGO  
FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL  
TESIS PROFESIONAL**



RECUPERACION MANUAL DE EMPEDRADO



TALA DE ARBOLES





**UNIVERSIDAD MICHOACANA DE SAN NICOLAS DE HIDALGO  
FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL  
TESIS PROFESIONAL**



DESENRAICE DE ARBOLES



DESPALME DE TERRENO NATURAL



**UNIVERSIDAD MICHOACANA DE SAN NICOLAS DE HIDALGO  
FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL  
TESIS PROFESIONAL**



**DESPLALME DE TERRENO NATURAL**

**CORTES**

Los cortes son las excavaciones ejecutadas a cielo abierto en el terreno natural, en ampliación de taludes, en rebajes en la corona de cortes o terraplenes existentes y en derrumbes, con objeto de preparar y formar la sección de la obra, de acuerdo con lo indicado en el proyecto o lo ordenado por la Secretaría. La maquinaria a utilizar debe de ser la adecuada debido al tipo de material existente en la obra.

Los materiales de cortes, de acuerdo con la dificultad que presentan para su extracción y carga, se clasificarán tomando como base los tres tipos existentes:



UNIVERSIDAD MICHOACANA DE SAN NICOLAS DE HIDALGO  
FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL  
TESIS PROFESIONAL



**1.-MATERIA TIPO "A":**

Es blando o suelto así como los suelos poco o nada cementados, con partículas hasta 3" de diámetro; Los más comunes y conocidos, son los suelos agrícolas, los limos y las arenas.

**2.-MATERIA TIPO "B":**

Es el que presenta cierta dificultad de extracción y carga, así como las rocas sueltas de entre las 3" y 30" de diámetro como por ejemplo en este tipo de material están: rocas muy alteradas, conglomerados medianamente cementados, areniscas blandas y tepetates.

**3.-MATERIA TIPO "C":**

Es el que presenta mayor dificultad para su extracción la cual se logra mediante explosivos, como por ejemplo se tienen: las piedras sueltas con un diámetro mayor a 30" así como las rocas basálticas, las areniscas y los conglomerados fuertemente cementados, calizas, reolitas, granitos y andesitas sanas.



CORTES EN TERRENO SATURADO





**UNIVERSIDAD MICHOACANA DE SAN NICOLAS DE HIDALGO**  
**FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL**  
**TESIS PROFESIONAL**



En esta imagen se observa el cargador 966 haciendo un corte en material tipo "A" en un terreno arcilloso de alta plasticidad el cual se encuentra saturado.

Una vez que se tienen hechos los desmontes, despalmes y cortes se procede a afinar y compactar el terreno natural, para la realización de estos trabajos se utilizó en el caso particular de este boulevard la siguiente maquinaria:

1.- MOTOCONFORMADORAS

Son maquinas de aplicaciones múltiples, destinadas a mover, nivelar y afinar suelos; utilizados en la construcción y conservación de caminos. La importancia de estas maquinas se debe tanto a su gran potencia, como al dispositivo de mover la cuchilla que le permite moverse y girar en todos sentidos. Las motoconformadoras se utilizan para el extendido y conformación de terraplenes y afines de terreno natural, son autopropulsadas, con cuchillas cuya longitud mayor de tres coma sesenta y cinco (3,65) metros, y con una distancia entre ejes mayor de cinco coma dieciocho (5,18) metros.

### **EQUIPO DE COMPACTACION**

Lo constituye un conjunto de maquinas que en la construcción de terraplenes, base y sub-bases sirven para consolidar los suelos, de acuerdo al grado de compactación especificado.

Se entiende por compactación de suelos al mejoramiento artificial de sus propiedades mecánicas por medios mecánicos. Por medio de la compactación aumenta el peso volumétrico del material, los suelos retienen el mínimo de humedad y sus asentamientos son reducidos; es decir, que la compactación se traduce en un mayor valor de soporte, y mínima variación volumétrica por cambios de humedad.

El éxito de toda compactación depende de los métodos usados, del equipo seleccionado, del tamaño del área cargada por la presión ejercida sobre ella y el espesor de la capa del suelo. Este espesor es muy importante, pues cuando es mayor al que puede compactar el equipo, sobreviene el fracaso, este espesor depende del tipo de suelo y de la máquina de compactación que se utiliza.

También es importante considerar la granulometría del material la humedad y el esfuerzo de compactación ; ya que con una correcta granulometría, las partículas pequeñas llenan los espacios vacios que dejan las





**UNIVERSIDAD MICHOACANA DE SAN NICOLAS DE HIDALGO**  
**FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL**  
**TESIS PROFESIONAL**



partículas grandes y se aumenta, por compactación la densidad del material; con el justo contenido de humedad se reduce la fricción entre las partículas, se facilita el deslizamiento de ellas, se aumenta la densidad y se mejora la liga de las partículas de arcilla, que son las que proporcionan las características pegajosa a los materiales cohesivos, conviene precisar que para obtener máxima compactación, hay que darle al suelo el grado óptimo de humedad que le corresponde, pues agua en exceso o defecto dificulta y a veces hace imposible la compactación.

**FACTORES QUE INFLUYEN EN LA COMPACTACION**

- 1.- Contenido de humedad del material
- 2.- Granulometría del material
- 3.- Numero de pasadas del equipo
- 4.- peso del compactador
- 5.- presión de contacto
- 6.- Velocidad del equipo de contacto
- 7.- Espesor de la capa

Los métodos usados para la compactación de los suelos dependen del tipo de los materiales con los que trabaje en cada caso. El esfuerzo de compactación oscila de acuerdo a la energía que se transmite al suelo según la máquina y el efecto empleado de compactación puede lograrse:

- 1.- Peso estático o presión.
- 2.- Amasado o manipuleo.
- 3.- Impacto o golpes violentos.
- 4.- Vibración o sacudimiento-

Para el equipo de compactación se han establecido mejoras tales como: poderosos sistemas hidráulicos, sensores electrónicos confiables, diseños más funcionales, mayor versatilidad en su uso, transmisiones rápidas, potentes motores, etc., las cuales se han traducido en una mayor producción de los equipos. El equipo para compactar se clasifica en:

- 1.- De Tambores de acero liso.
- 2.- De neumáticos
- 3.- Pata de cabra
- 4.- Rejilla o malla
- 5.- De pisones remolcados



**UNIVERSIDAD MICHOACANA DE SAN NICOLAS DE HIDALGO  
FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL  
TESIS PROFESIONAL**



6.- Vibratorios

7.- Combinaciones tales como: tambor vibratorio de acero liso, neumáticos y tambor de acero liso, etc.

**COMPACTADORES UTILIZADOS EN EL BOULEVARD**

**2.- RODILLOS VIBRATORIOS**

Puede tratarse de rodillos lisos o rodillos pata de cabra. Añaden un efecto más de compactación al equipo, al transmitir al suelo una sucesión de impactos que ocasiona ondas de presión y hace que las partículas se acomoden hasta alcanzar el menor volumen posible. Los compactadores serán autopropulsados y reversibles. Los compactadores vibratorios estarán equipados con controles para modificar la amplitud y frecuencia de vibración.

**3.-COMPACTADOR PATA DE CABRA**

Los compactadores pata de cabra están inspirados y diseñados en las extremidades del animal que lleva su nombre. Estos compactadores concentran todo el peso de la maquina en los puntos en que sus patas penetran en el suelo logrando con esto bulbos de presión intensos y poco profundos.

Con estos equipos se logra una compactación por amasamiento y penetración.





**UNIVERSIDAD MICHOACANA DE SAN NICOLAS DE HIDALGO  
FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL  
TESIS PROFESIONAL**



**AFINE DE TERRENO NATURAL**



**COMPACTACION DE TERRENO NATURAL**



**COMPACTACION DE TERRENO NATURAL**





**UNIVERSIDAD MICHOACANA DE SAN NICOLAS DE HIDALGO**  
**FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL**  
**TESIS PROFESIONAL**



**RECOMENDACIONES**

Para cualquier tipo de maquina se recomienda:

- A).- Que las capas por compactar estén sensiblemente horizontales
- B).- Que las capas deban homogenizarse, tanto como la composición del suelo como por la humedad.
- C).- Que se hagan pruebas preliminares para establecer, de acuerdo al equipo disponible, el espesor de la capa a compactar y el número de pasadas del compactador.

Teniendo afinado y compactado el terreno natural y una vez realizadas las pruebas de compactación por parte del laboratorio, se procede hacer el acarreo de material para la capa de pedraplen, el cual es extendido, acomodado y bandeado mediante un tractor D8R, que tiene un peso aproximado de 50 ton. Esta capa de pedraplen tiene como finalidad principal estabilizar el terreno de desplante que es un terreno arcilloso con alta grado de plasticidad, además esta capa servirá para romper el fenómeno de capilaridad, el cual evita que las capas superiores alcancen humedades excesivas y generen cambios de volúmenes y deformaciones superficiales, como también es un filtro que permite el cruce de agua sin dañar la estructura de pavimento.



MATERIAL UTILIZADO PARA LA CAPA DE PEDRAPLEN





**UNIVERSIDAD MICHOACANA DE SAN NICOLAS DE HIDALGO  
FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL  
TESIS PROFESIONAL**



EXTENDIDO Y ACOMODO DEL MATERIAL PARA PEDRAPLEN

### **CONSTRUCCION DE TERRACERIAS**

Los terraplenes son estructuras que se construyen con materiales producto de cortes o procedentes de bancos, con el fin de obtener el nivel de subrasante que indique el proyecto o la secretaría, ampliar la corona, cimentar estructuras, formar bermas y bordos, y tender taludes.

Una vez teniendo extendida y acomodada la capa de pedraplen se procede hacer el cuerpo de terraplén (terracerías), los métodos de construcción de un camino a otro difieren; ya que influye la topografía, la clase de materiales existentes, etc., el equipo a utilizar depende de material a mover y de las diferentes condiciones propias de la región donde se va a trabajar.

El cuerpo de terraplén, se forma para este caso con material seleccionado de banco (tezontle) que cumpla con las características indicadas en proyecto, el cual es extendido con el tractor D8R y una pata de cabra, por lo general se sigue el criterio de tender capas superpuestas de 30 cm de espesor, dándoles bandeadas hasta alcanzar el porcentaje de compactación especificada en el proyecto.



**UNIVERSIDAD MICHOACANA DE SAN NICOLAS DE HIDALGO**  
**FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL**  
**TESIS PROFESIONAL**



Las finalidades de la estructura del cuerpo de terraplén de una vía terrestre son las siguientes: alcanzar la altura necesaria para satisfacer principalmente las especificaciones geométricas (sobre todo en lo relativo a la pendiente longitudinal), resistir las cargas del tránsito transmitidas por las capas superiores y distribuir los esfuerzos a través de su espesor para transportarlos en forma adecuada al terreno natural, de acuerdo con su resistencia.

El acomodo de los materiales puede realizarse de tres maneras diferentes:

- 1.- Cuando los materiales son compactables se les debe dar este tratamiento con el equipo que corresponde según su calidad. En general, el grado de compactación de estos materiales en el cuerpo del terraplén es de 90% y el espesor de las capas responde al equipo de construcción.
- 2.- Si los materiales no son compactables, se forma una capa de con un espesor casi igual al del tamaño de los fragmentos de roca, no menor que 15cm. Un tractor de orugas que pasa tres veces por cada punto de la superficie de esta capa, con movimientos en zigzag. Para mejorar el acomodo es conveniente proporcionar agua en una cantidad de 100 lts por cada m<sup>3</sup> de material.
- 3.- Si es necesario efectuar rellenos en barrancas angostas y profundas, en donde no es fácil el acceso del equipo de acomodo y compactación, se permite colocar el material hasta una altura que ya pueda operar el equipo.



**UNIVERSIDAD MICHOACANA DE SAN NICOLAS DE HIDALGO  
FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL  
TESIS PROFESIONAL**



CONFORMACION Y COMPACTACION DE CUERPO DE TERRAPLEN



AGREGADO DE HUMEDAD PARA LA CAPA DE TERRACERIA



**UNIVERSIDAD MICHOACANA DE SAN NICOLAS DE HIDALGO  
FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL  
TESIS PROFESIONAL**



TERMINACION DE LA COMPACTACION EN EL CUERPO DE TERRAPLEN

### **NORMAS DE MATERIALES**

Los materiales que se emplean para la capa de terracería deberán cumplir con los siguientes requisitos:

- 1.- Granulometría
- 2.- Contracción lineal, valor cementante y valor relativo de soporte
- 3.- Grado de compactación
- 4.- La curva granulométrica del material deberá quedar comprendida entre los límites inferior de la zona I y el superior de la zona III.





**UNIVERSIDAD MICHOACANA DE SAN NICOLAS DE HIDALGO**  
**FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL**  
**TESIS PROFESIONAL**



**OBRAS DE DRENAJE**

En la vida de un camino, es fundamental el funcionamiento del drenaje pues por naturaleza el material con el que se forman los terraplenes, o el propio de los taludes en los cortes; cualquier exceso de agua o humedad, ocasiona deslaves y transforma el funcionamiento del camino.

Los deslaves, asentamientos, oquedades y desprendimientos de material; encarecen el costo de la conservación y a veces interrumpen el tránsito ocasionando en tanto, desequilibrios económicos.

El objeto fundamental del drenaje es: eliminar el agua o humedad que en cualquiera de sus formas puede perjudicar al camino; esto se logra evitando que el agua llegue a él o brindando salida a la que inevitablemente le llega.

La presencia de niveles freáticos y flujos subterráneos de agua, es un concepto que debe resolverse con las obras adecuadas, con el propósito de abatir sus niveles a profundidades que ya no tengan consecuencias perjudiciales y para interceptarlos a distancias convenientes; pues en la generalidad de los casos, su presencia es la que ocasiona los deslizamientos en cortes y terraplenes.

La importancia que presenta el drenaje para un camino es vital, ya que un buen proyecto del mismo se refleja en una eficiente operación y en los bajos costos de mantenimiento. Caso contrario sucede cuando un drenaje se resuelve mal, ya que es uno de los factores que propician la destrucción del camino.

Aquí se toma en cuenta si es necesario poner una bóveda, alcantarilla, losa o sub-dren; previo estudio topográfico e hidrológico del lugar. Entre las obras de protección para una carretera, las más importantes y/o necesarias son las obras de drenaje. Estas son un punto esencial para la buena conservación de los caminos y tienen por objeto evitar hasta donde sea posible, que el agua permanezca y dañe el camino.



**UNIVERSIDAD MICHOACANA DE SAN NICOLAS DE HIDALGO  
FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL  
TESIS PROFESIONAL**



CONSTRUCCION DE OBRA DE DRENAJE 1+780



COLADO EN OBRA DE DRENAJE 1+780



**UNIVERSIDAD MICHOACANA DE SAN NICOLAS DE HIDALGO**  
**FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL**  
**TESIS PROFESIONAL**



**SUB-RASANTE**

Es una capa de materiales pétreos seleccionados que se construye sobre el cuerpo de terraplén, cuyas funciones principales son proporcionar un apoyo uniforme a la sub-base y/o base, soportar las cargas que éstas le transmiten aminorando los esfuerzos inducidos y distribuyéndolos adecuadamente a la capa inmediata inferior, y prevenir la migración de finos hacia las capas superiores. La capa de sub-rasante se presentó oficialmente en las especificaciones mexicanas de 1957. Sus características mínimas deben ser:

- 1.- Espesor de la capa: 30cm mínimo
- 2.- Tamaño máximo: 7.5cm (3")
- 3.- Grado de compactación: 95% del PVSM
- 4.- Valor relativo de soporte: 15% mínimo
- 5.- Expansión máxima 5%

Los materiales que se utilicen en la capa de sub-rasante deberán cumplir con las normas de calidad que se indican en proyecto que para este caso son: La capa de sub-rasante será de 30 cm., compactada al 95% de su P.V.S.M. y cumplirá con un V.R.S. mínimo del 30%, contenido de finos menor del 40% y contracción lineal del 9% máximo. El tamaño de los materiales no debe exceder de 3" de diámetro.

Para el caso de la construcción del Boulevard Penjamo-Estacion Penjamo, esta capa de sub-rasante se construyó sobre el cuerpo de terraplén, la cual de acuerdo a las especificaciones de proyecto.





**UNIVERSIDAD MICHOACANA DE SAN NICOLAS DE HIDALGO**  
**FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL**  
**TESIS PROFESIONAL**



HOMOGENEIZACION DEL MATERIAL PARA LA CAPA DE SUB-RASANTE



AFINE DE LA CAPA DE SUB-RASANTE





**UNIVERSIDAD MICHOACANA DE SAN NICOLAS DE HIDALGO**  
**FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL**  
**TESIS PROFESIONAL**



COMPACTACION DE LA CAPA DE SUB-RASANTE



**UNIVERSIDAD MICHOACANA DE SAN NICOLAS DE HIDALGO**  
**FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL**  
**TESIS PROFESIONAL**



**BASE**

Es una capa de materiales pétreos seleccionados que se construye sobre la capa de sub-base y/o sub-rasante, cuyas funciones principales son proporcionar un apoyo uniforme a la carpeta asfáltica, soportar las cargas que ésta le transmite aminorando los esfuerzos inducidos y distribuyéndolos adecuadamente a la capa inmediata inferior, proporcionar a la estructura de pavimento la rigidez necesaria para evitar deformaciones excesivas, drenar el agua que se pueda infiltrar e impedir el ascenso capilar del agua subterránea.

Conviene mencionar que el valor cementante en una base es indispensable para dar una sustentación adecuada a carpetas asfálticas delgadas como las que se construyen en nuestro país, que varían de 2 a 8 cm. En estos casos, si las bases se construyen con materiales inertes, a poco de abrirse el camino el tránsito provoca deformaciones rítmicas transversales, denominadas "permanentes" en el lenguaje común. Cuando en las bases el valor cementante no es suficiente, pueden estabilizarse mecánicamente con materiales de baja plasticidad, o sea, materiales con límite líquido menor que 18% o contracción lineal menor que el 6.5%. En especial, hay que cuidar que no disminuya la resistencia ni aumente la plasticidad de un material más allá de lo que marcan las normas, cuando se cimente de la forma indicada.

Para la construcción de la capa de base, previamente el laboratorio de control de calidad toma las muestras necesarias de los materiales a emplear para tener una mezcla de dos o más materiales que cumplan con las características de proyecto o en su defecto de las normas de SCT; una vez que se tiene esta mezcla teórica en el laboratorio se procede a hacer un tramo de prueba de 100 mts. Para posteriormente obtener una nueva muestra y analizarla; ya que al mezclar, homogenizar, extender y compactar esta capa puede variar la dosificación y habrá la necesidad de corregir la mezcla si así lo requiere. Ya cuando se tiene definida la proporción de los materiales a emplearse se comienza a hacer el acarreo de los materiales al tramo, los cuales se extienden para agregarles humedad y homogenizarlos, esto se logra con la motoconformadora, la cual primeramente abre el material para que pase la pipa y agregue humedad, vuelve a pasar la motoconformadora acamellando el material húmedo en un hombro de la corona del cuerpo, se repite este proceso hasta tener todo el material mezclado. Posteriormente se extiende con esta misma máquina y con la cuadrilla de topografía se colocan estacas en cada estación (20 mts) con sus niveles de base los cuales se ejecutan afinando y compactando esta capa.



**UNIVERSIDAD MICHOACANA DE SAN NICOLAS DE HIDALGO  
FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL  
TESIS PROFESIONAL**



ACAREO DE MATERIAL PARA LA CAPA DE BASE



HOMOGENEIZACION DEL MATERIAL PARA LA CAPA DE BASE





**UNIVERSIDAD MICHOACANA DE SAN NICOLAS DE HIDALGO  
FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL  
TESIS PROFESIONAL**



EXTENDIDO Y AFINE DE LA CAPA DE BASE



COMPACTACION DE LA CAPA DE BASE





**UNIVERSIDAD MICHOACANA DE SAN NICOLAS DE HIDALGO**  
**FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL**  
**TESIS PROFESIONAL**



### **RIEGO DE IMPREGNACION**

Consiste en la aplicación de un material asfáltico, sobre una capa de material pétreo como la base del pavimento, con objeto de impermeabilizarla y favorecer la adherencia entre ella y la carpeta asfáltica. El material asfáltico que se utiliza normalmente es una emulsión, ya sea de rompimiento lento o especial para impregnación, o bien un asfalto rebajado. La aplicación del riego de impregnación puede omitirse si la capa por construir encima es una carpeta asfáltica con espesor mayor o igual que diez (10) centímetros.

### **EQUIPO**

#### **PETROLIZADORAS**

Las petrolizadoras serán capaces de establecer a temperatura constante, un flujo uniforme del material asfáltico sobre la superficie por cubrir, en anchos variables y en dosificaciones controladas; estar equipadas con odómetro, medidores de presión, dispositivos adecuados para la medición del volumen aplicado y termómetro para medir la temperatura del material asfáltico dentro del tanque; y contar con una bomba y barras de circulación completas, que puedan ajustarse vertical y lateralmente.

#### **BARREDORAS MECÁNICAS**

Las barredoras mecánicas que se utilicen para la limpieza de las superficies tendrán una escoba rotatoria autopropulsada.

### **CONDICIONES CLIMÁTICAS**

Los trabajos serán suspendidos en el momento en que se presenten situaciones climáticas adversas y no se reanudarán mientras éstas no sean las adecuadas, considerando que no se aplicarán riegos de impregnación en las siguientes condiciones:

1. Sobre superficies con agua libre o encharcadas.
2. Cuando exista amenaza de lluvia o esté lloviendo.
3. Cuando la velocidad del viento impida que la aplicación del material asfáltico sea uniforme.
4. Cuando la temperatura de la superficie sobre la cual serán aplicados esté por debajo de los quince (15) grados Celsius.



**UNIVERSIDAD MICHOACANA DE SAN NICOLAS DE HIDALGO**  
**FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL**  
**TESIS PROFESIONAL**



5. Cuando la temperatura ambiente esté por debajo de los quince (15) grados Celsius y su tendencia sea a la baja. Sin embargo, pueden ser aplicados cuando la temperatura ambiente esté por arriba de los diez (10) grados Celsius y su tendencia sea al alza. La temperatura ambiente será tomada a la sombra lejos de cualquier fuente de calor artificial.
6. Cuando se utilicen asfaltos rebajados, éstos no podrán aplicarse cuando la capa por cubrir esté húmeda.





**UNIVERSIDAD MICHOACANA DE SAN NICOLAS DE HIDALGO  
FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL  
TESIS PROFESIONAL**



**RIEGO DE IMPREGNACION Y POREO CON ARENA**



**UNIVERSIDAD MICHOACANA DE SAN NICOLAS DE HIDALGO**  
**FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL**  
**TESIS PROFESIONAL**



**CARPETA ASFALTICA**

La carpeta asfáltica es la capa superior de un pavimento flexible que proporciona la superficie de rodamiento para los vehículos y que se elabora con materiales pétreos y productos asfálticos.

Las carpetas asfálticas con mezcla en caliente son aquellas que se construyen mediante el tendido y compactación de una mezcla de materiales pétreos y cemento asfáltico, modificado o no, utilizando calor como vehículo de incorporación. Según la granulometría del material pétreo que se utilice, pueden ser de granulometría densa, semiabierta o abierta.

Las carpetas asfálticas con mezcla en caliente se construyen para proporcionar al usuario una superficie de rodadura uniforme, bien drenada, resistente al derrapamiento, cómoda y segura. Cuando son de un espesor igual a cuatro (4) centímetros o mayor, las carpetas de granulometría densa tienen además la función estructural de soportar y distribuir la carga de los vehículos hacia las capas inferiores del pavimento. Las carpetas de granulometría semiabierta o abierta, no tienen función estructural y generalmente se construyen sobre una carpeta de granulometría densa, con la finalidad principal de permitir que el agua proveniente de la lluvia sea desplazada por las llantas de los vehículos, ocupando los vacíos de la carpeta, con lo que se incrementa la fricción de las llantas con la superficie de rodadura, se minimiza el acuaplaneo, se reduce la cantidad de agua que se impulsa sobre los vehículos adyacentes y se mejora la visibilidad del señalamiento horizontal.

Para la colocación de la carpeta asfáltica primeramente se retira con la barredora todo el polvo existente en área a aplicarse, una vez hecho esto se procede a tirar un riego de liga con emulsión de rompimiento rápido para dar mejor adherencia a la base con la carpeta; en seguida se porea esta liga con carpeta asfáltica con la finalidad de que no se levante la liga al pasar sobre ella la maquinaria (camiones y pavimentadora); después se empieza a tirar la carpeta la cual debe llegar a la obra con una temperatura de 140°C aproximadamente, para que esta al ser extendida y compactada tenga una temperatura entre los 90°C y 120°C ya que con una temperatura menor se tendrían problemas en la compactación y quedaría la carpeta abierta y con filtraciones de humedad.





UNIVERSIDAD MICHOACANA DE SAN NICOLAS DE HIDALGO  
FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL  
TESIS PROFESIONAL



RIEGO DE LIGA



POREO CON CARPETA ASFALTICA



**UNIVERSIDAD MICHOACANA DE SAN NICOLAS DE HIDALGO  
FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL  
TESIS PROFESIONAL**



EXTENDIDO DE CARPETA ASFALTICA



COMPACTACION DE CARPETA ASFALTICA



**UNIVERSIDAD MICHOACANA DE SAN NICOLAS DE HIDALGO  
FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL  
TESIS PROFESIONAL**



**RIEGO DE SELLO**

Una carpeta debe ser bastante impermeable y si alguna de ellas no cumple con estas características, se debe sellar superficialmente con uno de dos procedimientos: riego de sello o mortero asfáltico.

El riego de sello además de que sirve para impermeabilizar la carpeta asfáltica, también sirve como cubierta de desgaste, para mejorar el coeficiente de rugosidad y aun para señalar la superficie de rodamiento que los conductores reconocerán por el ruido de las llantas o por el color de la superficie. Se utiliza material num.3 y emulsión de rompimiento rápido.

El tratamiento de mortero asfáltico, es una mezcla de arena y emulsión asfáltica de fraguado medio o lento, que tiene consistencia pastosa al momento de colocarse.



**RIEGO DE LIGA PARA LA COLOCACION DEL SELLO**





UNIVERSIDAD MICHOACANA DE SAN NICOLAS DE HIDALGO  
FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL  
TESIS PROFESIONAL



RIEGO DE SELLO



ACAMODO DEL SELLO





**UNIVERSIDAD MICHOACANA DE SAN NICOLAS DE HIDALGO  
FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL  
TESIS PROFESIONAL**



**SEÑALAMIENTO**

Todas las señales en general deberán colocarse de acuerdo a lo especificado en proyecto, tanto las señales preventivas, restrictivas, informativas y pintura.



**COLOCACION DE PINTURA Y SEÑALAMIENTO EN LA GLORITA  
AL ACCESO A LA CARRETERA # 90**



**UNIVERSIDAD MICHOACANA DE SAN NICOLAS DE HIDALGO  
FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL  
TESIS PROFESIONAL**



MARCAS DE PINTURA EN LA LLEGADA A ESTACION PÉNJAMO



SEÑALAMIENTO INFORMATIVO



**UNIVERSIDAD MICHOACANA DE SAN NICOLAS DE HIDALGO**  
**FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL**  
**TESIS PROFESIONAL**



**CONCLUSIONES**

- 1.- Por lo general el ingeniero civil, en el ejercicio de la profesión asume el papel de administrador ya sea de bienes, servicios y/o personas.
- 2.- Si se desempeña la profesión en el campo, lo primero que se asigna al ingeniero civil es el trabajo de topógrafo; aunque no sea esta su especialidad, es lo más común.
- 3.- Hay que reconocer que la topografía, es la base de todo trabajo de ingeniería; ya sin ella no es posible trabajar.
- 4.- toda vía terrestre (ya sea camino, carretera, boulevard, etc.) es un medio por el cual llega el progreso a los habitantes de poblados y rancherías que toca en su trayecto, elevando así el nivel de vida en los aspectos: cultural, político, social y económico.
- 5.- Antes de comenzar los acarreo para el cuerpo de terraplén es necesario, tener el terreno natural bien estabilizado y compactado para que no se observen deformaciones en la superficie de rodamiento.
- 6.- En la construcción de cualquier vía terrestre, si no tiene revestimiento ni drenaje; no funciona como tal, ya que su vida útil se reduce al mínimo.
- 7.- Es un factor muy importante en el procedimiento constructivo, tener el laboratorio de materiales con toda su disposición para estar analizando los materiales y ver que en el banco donde se extraen no hayan cambiado las características de estos.
- 8.- como ejemplo de conclusión, se cita lo siguiente:

A medida que los vehículos evolucionaron en peso y velocidad, se fue creando la posibilidad de proporcionarles una pista de circulación con unas condiciones de: curvatura, pendiente, visibilidad, sección transversal, uniformidad y textura adecuada a una demanda de operación más exigente.

Con base a esto, se puede decir que en caminos de bajo tránsito, las razones económicas impondrán el uso de superficies de rodamiento de bajas especificaciones formadas por: gravas-arenas, conglomerados, rocas alteradas y otros tipos de suelos seleccionados y compactados.



**UNIVERSIDAD MICHOACANA DE SAN NICOLAS DE HIDALGO**  
**FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL**  
**TESIS PROFESIONAL**



Cuando el tránsito empieza a tener importancia, se hace imperativo proporcionar una superficie de rodamiento que cumpla con los siguientes requisitos:

- 8.1.- Ser estable en los agentes de intemperismo.
- 8.2.- Ser resistente a la acción de las cargas impuestas por el tránsito.
- 8.3.- Tener textura apropiada al rodamiento.
- 8.4.- Ser durable.
- 8.5.- Ser económica.
- 8.6.- Tener condiciones adecuadas en lo referente a la impermeabilidad.

#### BIBLIOGRAFIA

- 1.- Apuntes de clases de topografía y procedimientos constructivos.
- 2.- Ingeniería de suelos en vías terrestres. Carreteras, ferrocarriles y aeropuertos.

Volumen II  
Ing. Alfonso rico rodríguez.  
Ing. Herlindo del castillo.  
Editorial Limusa S.A.  
México 1974.

- 3.- Especificaciones generales de construcción.

Parte segunda.  
Cuarta edición.  
México 1974.

- 4.- Normas de calidad de materiales de la SCT.
- 5.- Manual de proyecto geométrico de carreteras de la SCT.
- 6.- Diseños de pavimentos flexibles del instituto de ingeniería de la UNAM.