



**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA
DE MÉXICO**

**FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES
ARAGÓN**

**“PAVIMENTACIÓN DEL CAMINO AL EJIDO,
CHIMALPA CHIAUTLA ESTADO DE MÉXICO”**

**DESARROLLO DE UN CASO PRÁCTICO
QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE**

INGENIERO CIVIL

P R E S E N T A :

SANTOS CANO EDGAR

**ASESOR:
ING. RICARDO RODRÍGUEZ CORDERO
MEXICO 2013**





Universidad Nacional
Autónoma de México



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

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

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

Con Inmenso Cariño y Profunda Gritud:

A mi madre,

Sra. Maura Cano Herrera

A mi padre,

Sr. Erasto Santos Cruz (j)

A mi esposa,

Sra. Xochitl Velázquez López

A mis hijos,

Edgar y Frida

A mis hermanos.

A mis Amigos y Compañeros

A mis Profesores

A la F.E.S. Aragón

A la U.N.A.M.

INDICE

INTRODUCCION.....	1
-------------------	---

CAPITULO I ANTECEDENTES.

I.1. BREVE HISTORIA DE LOS CAMINOS EN MEXICO.....	3
I.2. LOS CAMINOS ANTES DE CORTES.....	4
I.3. LOS CAMINOS DURANTE LA COLONIA.....	5
I.4. PRIMER CAMINO CONSTRUIDO.....	5
I.5. LOS CAMINOS DESPUES DE 1910.....	6
I.6. LA NECESIDAD DE UN NUEVO TIPO DE CAMINO.....	6

CAPITULO II CARACTERISTICAS DE LOS CAMINOS.

II.1. ETAPAS DE UN CAMINO.....	9
II.2. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....	10
II.3. OBJETIVO PRINCIPAL.....	10
II.4. DESCRIPCION DEL PROYECTO.....	10
II.5. CARACTERISTICAS REGIONALES.....	13
II.6. MORFOLOGIA.....	14
II.7. CLIMA.....	14

II.8. GEOLOGIA.....	14
---------------------	----

CAPITULO III PROYECTO

III.1. TRAZO DEL PERFIL.....	16
III.2. PLANTA.....	16
III.3. SECCIONES.....	17
III.4. SECCION TIPO.....	18
III.5. OBRAS DE DRENAJE.....	18
III.6. VOLUMENES DE OBRA.....	19
III.6.1. ELEMENTOS QUE DEFINEN EL PROYECTO DE LA SUBRASANTE.....	20
III.6.2. PRESUPUESTO DE OBRA.....	23

CAPITULO IV PRUEBAS DE LABORATORIO.

IV.1. METODOS DE MUESTREO Y PRUEBAS DE MATERIALES.....	26
IV.2. GRANULOMETRIA.....	27
IV.3. LIMITES DE ATTERBERG.....	27
IV.4. PLASTICIDAD.....	28
IV.5. CONTRACCION LINEAL.....	28
IV.6. RESISTENCIA A LA EXPANSION.....	28
IV.7. PESO VOLUMETRICO SECO MAXIMO Y HUMEDAD OPTIMA.....	28
IV.8. EXPANSION.....	28
IV.9. VALOR RELATIVO DE SOPORTE.....	29
IV.10. TERRENO NATURAL.....	29

IV.11. CAPA DE SUB-BASE Y BASE.....	29
IV.12. CARPETA ASFALTICA.....	33
IV.13. CONTROL DE CALIDAD.....	33

CAPITULO V PROCEDIMIENTO CONSTRUCTIVO.

V.1. FINALIDAD DE LA ESTRUCTURA.....	38
V.2. TERRENO NATURAL.....	38
V.3. BASE Y SUB-BASE.....	39
V.4. FUNCIONES PRINCIPALES DE LAS BASES Y SUB-BASES.....	39
V.5. PROCEDIMIENTO CONSTRUCTIVO PARA BASES Y SUB-BASES.....	40
V.5.1. EXPLORACION.....	40
V.5.2. MUESTREO.....	41
V.5.3. RESULTADOS OBTENIDOS.....	41
V.5.4. EXTRACCION.....	42
V.5.5. TRATAMIENTOS PREVIOS.....	42
V.5.6. ACARREOS A LA OBRA.....	42
V.5.7. TRATAMIENTOS EN LA OBRA.....	43
V.5.8. COMPACTACION.....	43
V.5.9. RIEGO DE IMPREGNACION.....	43
V.5.10. RIEGO DE LIGA.....	44
V.6. TENDIDO DE CARPETA.....	44
V.7. CONTROL DE CALIDAD EN LAS VIAS TERRESTRES.....	44
V.7.1. TERRENO NATURAL.....	45
V.7.2. SUB-BASE.....	52

V.7.3. BASE.....	61
V.7.4. CARPETA ASFALTICA.....	68

CAPITULO VI CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.

VI.1. ANALISIS DE RESULTADOS.....	78
VI.1.1. NUMEROS GENERADORES.....	80
VI.2. RECOMENDACIONES.....	94
VI.3. REPORTE FOTOGRAFICO.....	95
VI.4. ANEXOS.....	105
VI.5. BIBLIOGRAFIA.....	110

INTRODUCCIÓN.

La presente tesis tiene la finalidad de explicar el procedimiento que se lleva a cabo en la construcción de un camino, en cada una de las capas que constituyen la estructura del pavimento, analizando sus características físicas de los materiales en las terracerías y hasta la misma superficie de rodamiento.

Para llevar a cabo dicho objetivo planteado esta obra se dividió en seis capítulos específicos. En el primer capítulo se hace una descripción de los antecedentes históricos de construcción en caminos en México, destacándose las rutas más importantes que comunicaban al centro del país, así también la introducción de los primeros automóviles que empezaron a utilizar principalmente los caminos reales y de carretas, a partir de 1925 empezó la construcción de vías terrestres con técnicas avanzadas de igual forma una la descripción del lugar con sus características físicas y la descripción del proyecto a ejecutar.

En el capítulo II, se realiza un análisis de las principales características y estudios que se realizan en la construcción de un camino.

Con los datos obtenidos del levantamiento topográfico se presenta el proyecto definitivo, es decir el corte, la planta y las secciones transversales, esta información integra el capítulo III.

El capítulo IV se compone de las pruebas de laboratorio que se llevaran a cabo para el análisis de los materiales pétreos a utilizar en cada capa de la estructura.

Para el capítulo V se presentan los resultados obtenidos de los ensayos correspondientes a cada uno de los agregados y las especificaciones correspondientes al proceso constructivo a realizar, todo esto basado principalmente con las normatividad vigente de la Secretaría de Comunicaciones y Transportes.

Por último se dan a conocer las conclusiones concernientes a este análisis así como las recomendaciones pertinentes para su procedimiento constructivo. Los reportes de campo y de laboratorio, de los cuales se basan los resultados obtenidos. Álbum fotográfico, la bibliografía consultada y anexos que complementan el presente trabajo.

CAPITULO I

I. ANTECEDENTES.

I.1. Breve historia de los caminos en el México antiguo.

Las variables antes mencionadas se dirigen a la construcción de un camino en la zona oriente del Estado de México, que comunica las comunidades más alejadas con la cabecera municipal. Sus características físicas y topográficas del lugar son grandes extensiones planas con la presencia de arcillas y limos muy saturados. Así como con la existencia de algunos bancos de agregados pétreos localizados en los alrededores de la obra lo que sin duda beneficiara la ejecución de esta importante vía de comunicación

Los senderos, caminos y rutas son una expresión de la forma en que los grupos humanos organizaron el espacio social a partir del geográfico, forman parte de la producción basada en el diseño y la planeación culturales y son auténticos vehículos para el intercambio.

Por esas vías se trasladaban las personas que a su vez eran portadoras de objetos y tradiciones de bienes y de ideas, ejes articuladores de procesos históricos. Sin duda, esas rutas tuvieron un papel activo en la vida cotidiana al conectar distintos lugares cuya relevancia estaba determinada por el nivel de desarrollo social, en distintas regiones y épocas. Es por ello que la complejidad de las instituciones culturales, económicas, políticas y religiosas llevo a que se formalizaran estas vías de intercambio terrestre, mediante la transformación del entorno natural.



Corredores de Hueytlalpan, sierra Norte de Puebla

I.2. Los caminos antes de Cortes.

Con gran inversión de tiempo y esfuerzo, los indígenas abrieron caminos entre diferentes núcleos poblacionales, mercados y centros ceremoniales; por esos caminos transitaban viajeros, comerciantes, fieles e incluso tropas, movimientos que a menudo implicaban traslados extenuantes a larga distancia y durante largos periodos prolongados.

Las veredas y senderos (Ohtli en náhuatl) se conformaron gracias al recorrido que seguían una y otra vez los individuos, mientras que los caminos, calzadas y avenidas fueron notables obras de ingeniería con orientaciones generalmente relacionadas con los sistemas calendáricos establecidos a partir de observaciones astronómicas, reflejo de la ideología de los pueblos prehispánicos.



Lienzo de Tuxpan

Si bien los pobladores indígenas no hacían uso de la rueda en vehículos de transporte ni tampoco disponían de animales de tiro y carga; pero a pesar de esto, cosa curiosa, contaban con un buen número de calzadas de piedra, así como una gran cantidad de caminos, veredas y senderos. Los que más destacaron en estos procesos constructivos fueron los aztecas, los mayas los mixtecos entre otros, quienes por sus actividades comerciales, religiosas y bélicas utilizaban ampliamente estos caminos, que incluso algunos perduran actualmente como lo es en la zona de Yucatán con sus caminos blancos “Sacbé”, en la sierra norte de Puebla, en los valles centrales de Oaxaca, por mencionar algunos.

En los códices se representaban muy bien las rutas a seguir y los historiadores nos indican que le dedicaban mucho tiempo a la construcción así como a su conservación todo

relacionado con el calendario agrícola y que todos los habitantes participaban en dichas tareas, a excepción de los guerreros y personajes importantes. Incluso se habla que a los prisioneros de guerra los utilizaban para estos trabajos.

Desafortunadamente estos mismos caminos construidos por los propios indígenas fueron utilizados después por los españoles para llevar a cabo su conquista.

I.3. Los caminos durante la colonia.

Los caminos Virreinales o de arrieros fue el sistema más importante de transporte durante el periodo colonial de tal forma que la mayoría de las mercancías se trasladaban en recuas a lomo de mulas, o por los mismos indígenas. El tránsito de personas se hacía a través de carretas carros y a caballo. La introducción de animales de tiro y carga así como el uso de carretones originaron las primeras modificaciones a los caminos existentes. Por otra parte la comunicación del centro de la Nueva España con sus puertos marítimos, requería de la construcción de caminos adecuados para poder transportar todos los productos nuevos a España.

Las rutas más importantes atravesaron diversas ciudades y centros de consumo y la ciudad de México fue el punto nodal de donde partía el llamado “Camino de la Plata” o “Camino Real de Tierra Adentro”, que comunicaba a la capital con las lejanas provincias de la nueva España, pasando por los pueblos indígenas, las villas, los reales de minas, las misiones, las fortificaciones, los puertos marítimos, los ranchos y haciendas. Los caminos como el que conectaba a la Nueva España con Veracruz, el puerto más importante de la época y la ruta de Cortés sin duda de gran importancia.

I.4. Primer camino construido.

En 1522 Cortés encomendó a Álvaro López la apertura de un camino entre México y Veracruz, camino que llegaría a ser durante la época de la colonia el más importante, mismo que en 1803 el Barón Humboldt llamaría el “Camino a Europa”. Y en el que algunos años más tarde se realizó el experimento que habría de convertirse en uno de los pasos más trascendentales en los sistemas de transportación del país recientemente conquistado: la introducción de la Carreta.

Fray Sebastián de Aparicio fue el introductor de las carretas en México y estableció la primera ruta de carga a Veracruz. Estos primeros transportes los inicio desde la ciudad de Puebla en donde residía; pero habiéndose popularizado grandemente por el acarreo de mercancías y semillas, en 1542 se paso a la ciudad de México, dirigiéndose ahora con sus carretones hacia el norte, con la ruta hacia Real de Minas de Santa María Zacatecas.

Tras el camino de Veracruz, Cortés ordenó en 1523 la apertura de uno a Tampico. Las construcciones, modificaciones y mejoras de los caminos se fueron sucediendo unas tras otra y en 1537 Don Antonio de Mendoza, primer Virrey de la Nueva España mando a abrir dos caminos al occidente, siguiendo para ello la ruta marcada por los conquistadores Guzmán y Olid en 1570 se construyo el camino de Zacatecas a Durango, mismo que 15 años más tarde fue convertido en carretero y en 1597 el Virrey Manrique de Zúñiga ordeno la continuación del camino de México hacia Guadalajara, desde san Juan de los Lagos. Con la llegada de la Nao de China al puerto de Acapulco en 1596 el Virrey Don Luis de Velasco ordeno el camino de México a Acapulco, también conocida como la ruta de Asia. En 1650 Don Miguel Cuevas

Dávalos construyó por cuenta propia el camino de Ixmiquilpan al norte, por Zimapan, en 1717 se transformó en camino carretero de México Cuernavaca. En 1720 don Felipe de Orozco abrió el camino de Durango a Chihuahua, en 1750 Don José Borda, rico minero, mejoró el camino hacia Acapulco, pasando por Chilpancingo y Taxco. En 1760 se inició al norte de Querétaro el camino hacia San Luis Potosí y Monterrey, el de México a Morelia y en 1768 se continuó el camino de Chihuahua a Santa Fe en Nuevo México. Ya para 1803 se inició la construcción del camino a Veracruz pasando por Xalapa. En los años posteriores a 1810 poco se hizo en materia de caminos, concretándose los diferentes regímenes a la expedición de una que otra ley relativa a las vías terrestres, ya que la situación derivada de la iniciación de la Independencia impedía la realización de cualquier esfuerzo de orden constructivo que se hubiera intentado.

I.5. Los caminos después de 1910.

Como se menciona anteriormente al término de la colonia, México ya contaba con una gran red de caminos carreteros y de herradura que sumaban aproximadamente 19,720 km variando su estado de conservación de acuerdo con su importancia. La revolución mexicana iniciada en 1910 provocó en el país una gran conmoción, que por largos años impidió la realización de todo intento de carácter constructivo. La aparición del automóvil en 1906 revolucionó los viejos sistemas de transporte y entre 1918 y 1920, influyó más en el incremento y modificación de los caminos que los cuatrocientos años anteriores de nuestra historia. A principios de siglo XX se introdujeron los primeros automóviles que empezaron a utilizar principalmente los caminos de carretas y reales, sin embargo a partir de 1925 empezó la construcción de vías terrestres con técnicas avanzadas. Los primeros caminos eran de la capital del país al puerto de Veracruz, Laredo y Guadalajara, los cuales fueron construidos por firmas norteamericanas, pero desde 1940 la ingeniería mexicana se encargó de los trabajos y hoy en día se cuenta con una extensa red de carreteras de cuota, libres, estatales y primarias así como de caminos revestidos en las comunidades rurales.

I.6. La necesidad de un nuevo tipo de camino.

Hasta el momento de la aparición del automóvil, la curvatura, las pendientes y las superficies de rodamiento de los caminos eran los adecuados a las limitadas exigencias de los vehículos de tracción animal, entre los que destacaba su baja velocidad; pero el rápido desarrollo del automóvil de pasajeros y la aparición de camiones, ambos con velocidades y capacidades de carga tan variadas, exigieron caminos con diferentes alineamientos, pendientes y superficies de rodamiento apropiadas. En consecuencia, los antiguos caminos se modificaron y se mejoraron, o bien se construyeron nuevos, de acuerdo a las exigencias de los vehículos. En México no se llevó a cabo este mejoramiento o transformación de los caminos carreteros, por haber coincidido la aparición del automóvil y su rápido desarrollo, con el movimiento revolucionario, así que cuando se tenía ya un gobierno como tal, se encontró con un serio problema, el automóvil estaba ya muy desarrollado para los caminos existentes, en consecuencia no hubo, ni en realidad se requería planeación; lo que había que construir estaba a la vista; y así fue realizado, limitado únicamente con los fondos disponibles. Por lo que fue creada la Comisión Nacional de Caminos el 30 de marzo de 1925, siendo presidente de la república el Gral. Plutarco Elías Calles. El nuevo organismo llegó a

alcanzar un gran desarrollo y su actuación fue decisiva en la construcción de nuestros caminos. Con el aumento en la construcción, conservación y mejoramiento de los caminos, la dirección también creció desarrollando varias subdirecciones encargadas para mejorar y brindar un mejor servicio a la red carretera de México.

CAPITULO II

II. CARACTERISTICAS DE LOS CAMINOS.

II.1. Etapas de un camino.

La elección de la ruta es la etapa más importante del proyecto en obras de comunicación ya que los errores que se puedan cometer en las etapas subsecuentes se pueden corregir de una manera más fácil y económica que una falla en el proceso de la elección de ruta, que generalmente son varias sesiones de reuniones que generalmente son de carácter interdisciplinario ya que intervienen profesionales de diferentes ramas de la ingeniería como especialistas en proyecto geométrico, en planeación, geotecnistas y geólogos.

Anteproyecto.

Para realizar el anteproyecto de una obra vial se requiere conocer los elementos del proyecto geométrico, los cuales se agrupan, para su estudio, como el alineamiento horizontal, el vertical y las secciones transversales.

- Alineamiento vertical. Es la proyección del desarrollo del centro de línea de la vía terrestre sobre un plano vertical, sus componentes son las tangentes y las curvas verticales. Las tangentes verticales están definidas por su longitud y su pendiente, esta longitud es la distancia horizontal entre un punto y otro. La prolongación hacia delante y hacia atrás de una tangente se cortan por un punto de inflexión vertical llamado PIV, cuyos elementos son el cadenamiento y su elevación. Para el alineamiento vertical se definen tres tipos de pendientes: la pendiente mínima, gobernadora y máxima.
- Alineamiento horizontal. Es la proyección del centro de la línea de una obra vial sobre un plano horizontal. Sus elementos son tangentes y curvas horizontales. Las tangentes de alineamiento horizontal tienen longitud y dirección. La longitud es la distancia existente entre el fin de la curva horizontal anterior y el principio de la curva siguiente, la dirección es el rumbo. Dos tangentes consecutivas del alineamiento horizontal se cruzan en un punto de inflexión llamado PI formando entre si un ángulo de deflexión Δ que se constituye por la continuación de la tangente de entrada hacia adelante y hacia atrás del PI.
- Sección transversal. Es el corte de un plano vertical y normal al centro de línea en el alineamiento horizontal. Permite observar la disposición y las dimensiones de su estructura. En el proyecto geométrico en las vías terrestres se realiza a nivel de subrasante que marca el final de las terracerías y las características de la sub corona son su ancho y su pendiente transversal denominada bombeo que nos va a permitir el desalojo rápido del agua de lluvia.

En la metodología del anteproyecto así como el proyecto definitivo se puede realizar por el método tradicional de brigadas terrestres de localización o por métodos fotogramétricos de acuerdo con el tipo de topografía.

- a) Elección de la ruta
- b) Se obtiene la topografía
- c) Se determina la pendiente gobernadora
- d) Se determina la curva masa.
- e) Se determina el proyecto horizontal

- f) Se dibuja el perfil con estaciones a cada 20 metros y puntos especiales.

Proyecto definitivo.

El proyecto definitivo de un camino consiste en los estudios de campo y de gabinete necesario para producir los planos definitivos, los volúmenes de obra y sus presupuestos, los estudios se enumeran de la siguiente forma:

- 1) Trazo de la línea definitiva en campo.
- 2) Estudio de movimiento de tierras o curva masa.
- 3) Proyecto de drenaje.
- 4) Proyecto de pavimentos
- 5) Proyecto de puentes, viaductos, pasos a desnivel, entronques, etc.

II.2. Planteamiento del problema.

A nivel nacional la red carretera cuenta con más de 350,000 kilómetros , pero aun hace falta comunicar a las comunidades más alejadas con las principales ciudades, el incremento poblacional y los asentamientos humanos no se detienen por lo que la construcción de caminos tampoco se puede detener, al contrario la red carretera sigue en aumento y para esto es necesario de técnicos especialistas en vías terrestres que puedan brindar soluciones económicas y de funcionalidad de acuerdo a las necesidades particulares que cada comunidad requiere para su desarrollo y en consecuencia del país.

II. 3. Objetivo principal:

Plasmar en este caso práctico la serie de trabajos que se realizaron para la pavimentación del camino al Ejido, Chimalpa Chiautla Estado de México. Con el fin de que la comunidad estudiantil que cursan la materia de Estructuras de Pavimentos cuenten con la información específica, real y necesaria para entender el proceso constructivo de un camino en específico.

II.4. Descripción del proyecto.

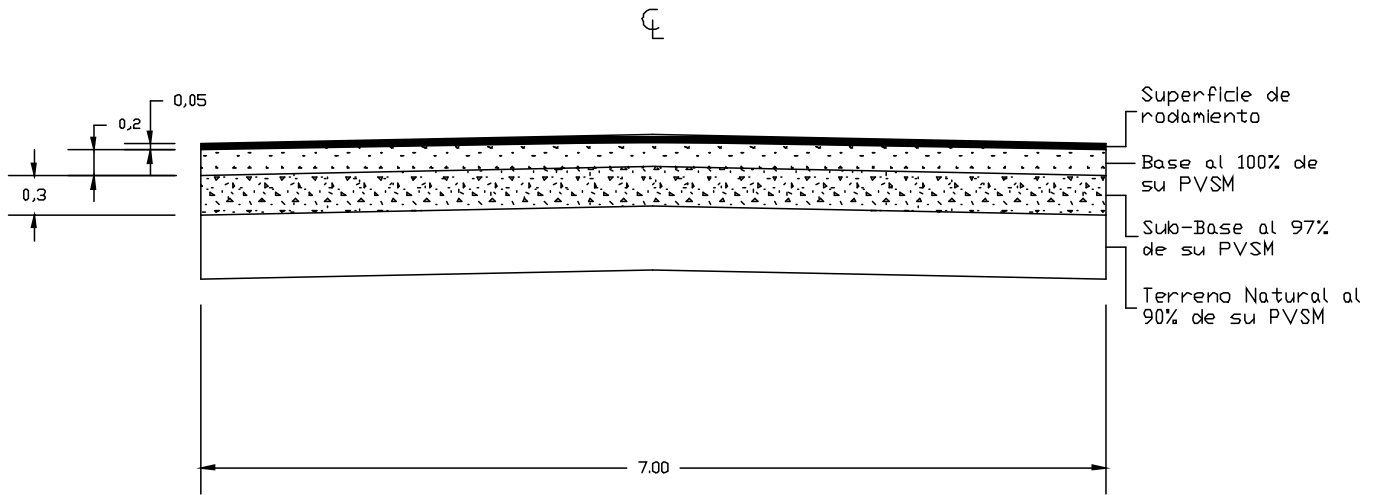
Este camino desde sus inicios contaba con un ancho promedio de 3.5 metros y estaba clasificado como camino de “saca” ya que esta porción de tierra estaba dedicada a la agricultura, posteriormente la comunidad de Chimalpa empezó a crecer rápidamente y la comunidad se vio obligada a poblar esa zona lo que provoco que este camino pasara a ser fundamental en el desarrollo de esta comunidad ya que se convirtió en uno de los accesos principales a Chimalpa para entrar y salir con mercancías sin necesidad de pasar por el centro, ya que la ocupación actual principal de los habitantes de Chimalpa es el comercio y en específico la fabricación de ropa lo que obliga a los pobladores a transportar sus materias primas y productos ya elaborados fuera de su entorno y necesitan de caminos adecuados para poder terminara con este ciclo.



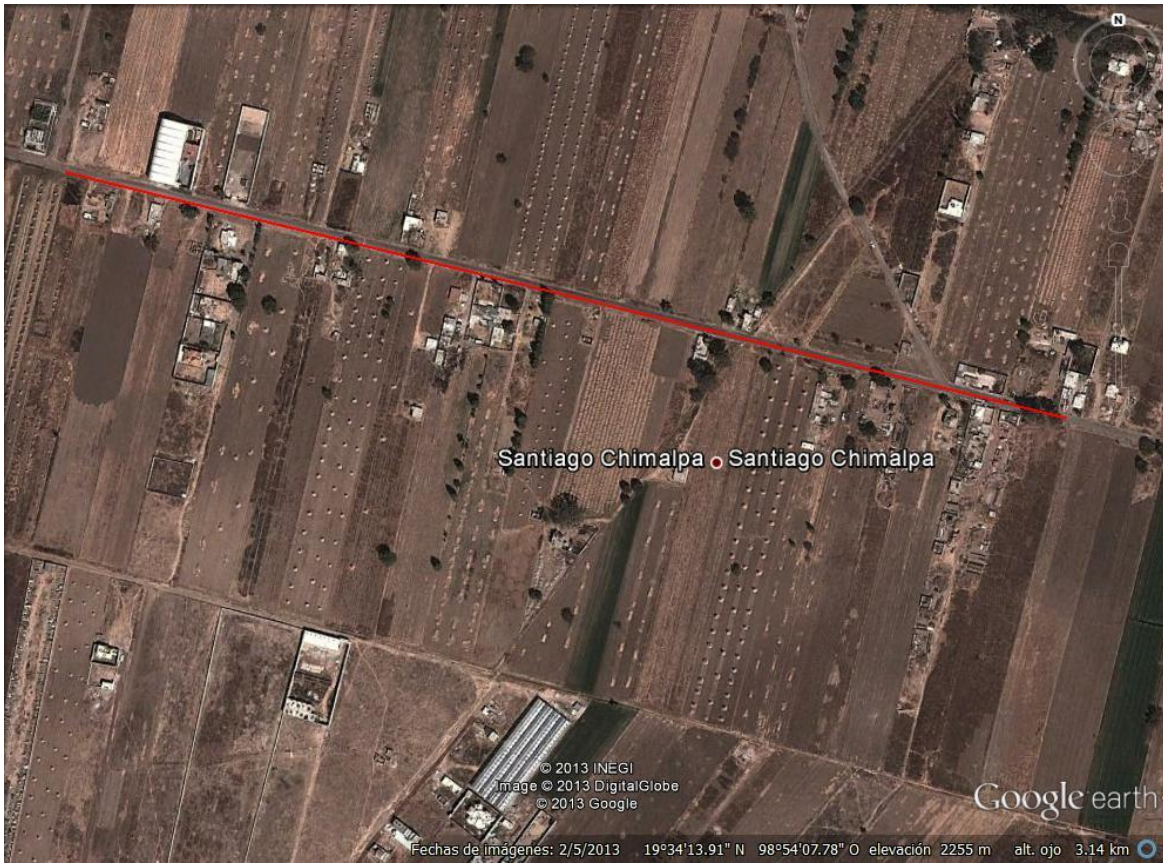
Camino al Ejido, antes de los trabajos de la pavimentación.

Este proyecto contempla la pavimentación asfáltica del camino al Ejido en la comunidad de Chimalpa, Chiautla Estado de México. Esto con la finalidad de brindar uno de los principales servicios básicos, como lo es la comunicación entre la cabecera municipal y sus comunidades. Dicho camino formo parte de la red de carreteras alimentadoras (antes Caminos Rurales), por lo que el diseño geométrico y su estructura fue realizado por la dependencia correspondiente SCT, básicamente consta de una tangente de 700 metros de longitud y un ancho promedio de 7.00 metros. El diseño de la estructura del pavimento está constituida por la carpeta asfáltica de 0.05 m. de espesor y con una pendiente transversal de bombeo del 2 %, una base hidráulica de 0.20 m de espesor compactada al 100 % de su PVSM, la capa de sub-base de 0.30 m de espesor y compactada al 97 % de su PVSM, la capa del terreno natural se pide la compactación al 90 %, esta capa de subrasante está constituida por una capa de material de revestimiento que se ha venido colocando año con año como parte de su mantenimiento, por lo que se recomendó no realizar trabajos de apertura de caja para desalojar dicho material ya que se considera como una excelente subrasante por la calidad del material, lo único que se recomienda es escarificar hasta 0.20 m de profundidad y realizar el reacomodo de esta capa con las elevaciones longitudinales y transversales de acuerdo a proyecto.

ESTRUCTURA TIPO DEL PAVIMENTO



Es importante mencionar que este proyecto está considerado en tres etapas para su construcción, es decir la longitud total del camino es de 2 kilómetros de longitud, pero para esta etapa solo está considerado el primer tramo, es decir del km 0+000 al 0+700, se considero este tramo ya que es la zona en donde está más concentrada la población y resulta de mayor beneficio para la gente, aunque el recorrido en todo el camino es de vital importancia para el transporte de las mercancías, también es importante considerar que no se puede construir el camino en un solo contrato debido a que se reparte en forma equitativa el recurso en todas las comunidades que conforman el Municipio. El recurso correspondiente a la comunidad de Chimalpa solo tiene alcance para esta primera etapa en este ejercicio fiscal, esperando que en los años subsecuentes se continúe con dichos trabajos hasta completar el tramo en su totalidad y lograr el beneficio al 100% a los habitantes de esta población.



Vista aérea del tramo del camino al ejido.

II.5. Características regionales.

El proyecto pretende atender la necesidad de comunicar la colonia del ejido con Chimalpa y a su vez con la cabecera municipal. Ya que la primera es de las más alejada del lado noroeste del municipio.

El camino actual presenta un gran deterioro ya que el revestimiento que lo constituye año con año se ve alterado principalmente al final de la temporada de lluvias y esto provoca un serio problema para los usuarios.

Es importante mencionar que esta comunidad ya cuenta con todos los servicios básicos necesarios, es decir cuenta con agua potable, red de alcantarillado, luz, teléfono, guarniciones y banquetas en la zona urbana y transporte local.

El proyecto de construcción, de este tramo carretero se baso tomando en cuenta el trazo original del camino actual para no alterar ni causar afectaciones.

II.6. Morfología.

Los terrenos predominantes adoptan la forma de llanura plana, con la sola interrupción de una pequeña franja montañosa en el noroeste, que pertenece a la sierra de Patlachique que tiene una altura promedio de 2600 m.s.n.m. y la cabecera municipal que se encuentra a una altura de 2283 m.s.n.m. lo que permite el aprovechamiento del 70 % de la superficie territorial para el uso agrícola y ganadero. Suelos de tipo Andosoles, Vertisoles y una pequeña porción de Leptosol. En el aspecto hidrológico, tenemos que únicamente encontramos dos ríos que atraviesan el municipio; el río Papalotla que abarca las poblaciones de Tepetitlan, Ixquitlan, Tlaltecahuacan, San Lucas Huitzilhuacan Chimalpa y Ocopulco, este río tienen una gran importancia ya que constituye la principal fuente para el riego agrícola de las poblaciones antes mencionadas. El río Xalapango que atraviesa la cabecera municipal y desemboca en el ex-lago de Texcoco. Se carece de otro tipo de cuerpos de agua superficiales como lagos, lagunas, presas o manantiales.

II.7. Clima.

De acuerdo con la clasificación de Koppen, el clima es templado-semiseco; tiene lluvias importantes en verano, de menor grado a fines primavera e inicios de otoño y escasas durante el resto del año. El promedio anual de precipitación pluvial en el municipio es de 500 a 600 mm; la máxima incidencia de lluvias se registra en el mes de julio con 110mm y hasta 122 mm, y la mínima en febrero, con menos de 5mm. La temperatura media oscila entre los 11° y los 19° C.

II.8. Geología.

Desde el punto de vista geológico, el municipio se encuentra enclavado en la provincia del eje neovolcánico que cubre la mayor parte del territorio mexiquense en la porción norte y cuya característica es la estar constituida por rocas volcánicas andesíticas del cenozoico, que datan del terciario y cuaternario profundamente erosionadas. En el territorio de Chiautla se pueden encontrar afloramientos de riolitas en forma de derrames y domos volcánicos así como rocas sedimentarias clásticas asociadas con piroclásticas (tobas); existen también depósitos lacustres y aluviales que rellenaron el antiguo lago de Texcoco durante el Cuaternario. La parte orográfica se localiza en el lado norte y noroeste del municipio, formando una especie de cerca con los cerros del Tezoyo, en la parte norte, y el Azteca y el Tezontlale, en el noroeste, y estos ocupan alrededor del 15 % de la superficie total de la jurisdicción. Estas formaciones volcánicas constituyen una parte de la Sierra de Patlachique y que al Municipio de Chiautla le corresponden alrededor de 200 Ha. Es importante señalar que en estas zonas se encuentran bancos o minas de materiales para la industria de la construcción como lo son: escoria volcánica negra y roja (Tezontle), grava y arena, tobas o tepetates y canteras de piedra (Riodacita). Existen tres fallas geológicas consideradas como activas.

CAPITULO III

III.PROYECTO DEFINITIVO.

III.1. Trazo del perfil

Se realiza el levantamiento topográfico del tramo una vez que nos establecieron el punto de inicio y el de llegada, se realiza una nivelación diferencial estableciendo el eje del camino estaciones a cada 20 metros y se colocaron bancos de nivel.

En el perfil se puede ver que se trata de un a tangente con dos pendientes diferentes ya que en el km 0+380 existe una atarjea que se utiliza para el riego de las parcelas y se nos indica que tenemos que considerarla para no entorpecer su flujo



Atarjea que pasa en el km 0+380 y pasa en forma transversal al eje del tramo.

III.2. Planta.

La planta consta de un tangente del 0+000 al 0+700 y se aprecia un pequeña inflexión en el km 0+380, la cual por indicaciones de la supervisión se nos indica que esta deberá de ser borrada ya que contamos con el sobre ancho para poder reubicar el eje y no tener que reflejar esta pequeña curvatura que visualmente no es tan agradable.

Estos anchos son los correspondientes a los anchos totales del camino de terracería que se tiene ya que por decisión de los pobladores se tenía considerado un ancho de arroyo de 8.00 metros, mas la zona de banquetas que varía de 1.5 metros hasta 2.00 metros.

Anchos del camino.

ESTACION KM	ANCHO (M)	ANCHO PROMEDIO	ESTACION KM	ANCHO (M)	ANCHO PROMEDIO
0+000	8.20	-	0+360	8.20	8.17
0+020	8.10	8.15	0+380	8.20	8.20
0+040	8.00	8.05	0+400	8.10	8.15
0+060	8.50	8.25	0+420	8.10	8.10
0+080	8.50	8.50	0+440	8.20	8.15
0+100	8.20	8.35	0+460	8.20	8.20
0+120	8.00	8.10	0+480	8.40	8.30
0+140	8.10	8.05	0+500	8.20	8.30
0+160	8.60	8.35	0+520	8.30	8.35
0+180	8.00	8.30	0+540	8.35	8.33
0+200	8.20	8.10	0+560	8.50	8.43
0+220	8.15	8.17	0+580	8.20	8.35
0+240	8.15	8.15	0+600	8.40	8.35
0+260	8.20	8.17	0+620	8.30	8.35
0+280	8.30	8.25	0+640	8.30	8.30
0+300	8.50	8.25	0+660	8.20	8.25
0+320	8.15	8.33	0+680	8.20	8.20
0+340	8.20	8.17	0+700	8.30	8.25
0+360	8.15	8.17			

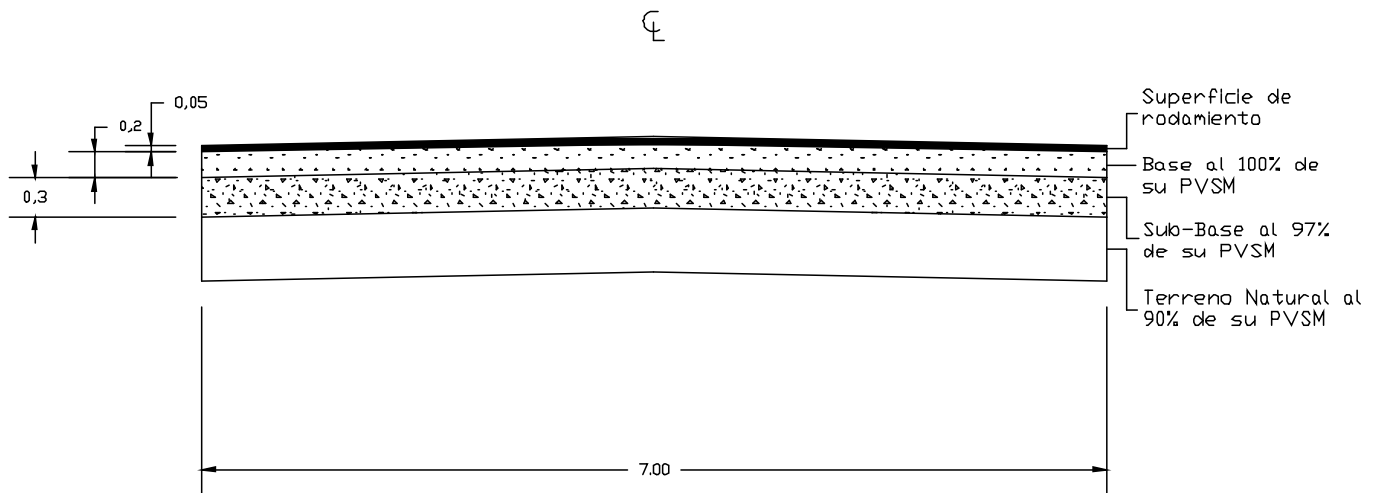
III.3. Secciones.

Las secciones no presentan una gran variación ya que la pendiente longitudinal es muy suave y constante en cuanto a los anchos como se puede ver en la tabla anterior, por lo que se estableció una sección tipo en todo el tramo.

III.4. Sección Tipo.

Esta sección fue elaborada por la dependencia, para que se ejecutara de esta forma la estructura del pavimento y se nos indico claramente de los espesores de cada capa así como de la superficie de rodamiento y por último el ancho en todo el tramo que será de 7.00 metros.

ESTRUCTURA TIPO DEL PAVIMENTO



III.5. Obras de drenaje.

Uno de los principales problemas en los caminos son provocados por el agua, ya que la presencia en exceso de esta ocasiona la disminución en la resistencia del suelo, se presentan fallas en los terraplenes y por consiguiente en los pavimentos. Por esta razón es importante encausar desde el proyecto el agua y así evitar que esta pueda penetrar en la estructura lo menos posible. Regularmente al realizar una obra casi siempre interferimos o modificamos de alguna forma el escurrimiento del agua por lo que debemos de tomar en cuenta ciertos aspectos para poder estimar el escurrimiento que pasara por nuestra obra:

- Cantidad de precipitación.
- Tipo de precipitación.
- Tamaño de la cuenca.
- Pendiente superficial.
- Permeabilidad del suelo.

- Condiciones de saturación.
- Cantidad y tipo de vegetación.

En relación con la cantidad y el tipo de precipitación se debe de tener en cuenta la cantidad anual de agua que cae y la forma en que lo hace es decir en lluvias torrenciales o lluvia fina durante periodos largos.

Se determinó que la precipitación anual es de 600mm con concentraciones de lluvia en los meses de julio-agosto-septiembre. La permeabilidad del suelo es muy baja ya que son arcillas muy saturadas y no permiten el flujo vertical, son básicamente suelos para cultivo. Las pendientes que se tienen en forma natural son adecuadas para permitir el escurrimiento superficial a favor del cadenamamiento ($S=0.005$).

Finalmente con todos estos datos se nos indica por parte de la dependencia que se colocaran bocas de tormenta en las siguientes estaciones:

ESTACION	LADO	ESTACION	LADO
0+150	Derecho	0+450	Derecho
0+300	Izquierdo	0+600	Izquierdo

Las bocas de tormenta serán construidas con las siguientes características:

III.6. Volúmenes de Obra.

El costo de construcción, es parte integrante de los costos en que se basa la evaluación de un camino, está gobernado por los movimientos de terracerías. Esto implica una serie de estudios que permitan tener la certeza de que los movimientos a realizar sean los más económicos, dentro de los requerimientos que cada camino fija. La subrasante es a la que corresponde los movimientos de terracerías más económicos y se le conoce como “subrasante económica”.

Al iniciar con los trabajos de estudio de la subrasante en un tramo se deben analizar tanto el alineamiento horizontal, el perfil longitudinal y las secciones transversales del terreno, los datos relativos a la calidad de los materiales y la elevación mínima que se requiere para dar cabida a las estructuras.

La subrasante económica es aquella que resulta con los menores costos de la obra, entendiéndose por esto, la suma de las acciones ocasionadas durante la construcción y por la operación y conservación del camino una vez abierta al tránsito. Bajo estas condiciones existen ciertas características que debemos de tomar en cuenta:

- La subrasante debe cumplir con las Especificaciones de Proyecto Geométrico.
- En general, el alineamiento horizontal es definitivo.
- La subrasante a proyectar debe permitir alojar las alcantarillas, puentes y pasos a desnivel y su elevación debe de ser la necesaria para evitar humedades perjudiciales a las terracerías o al pavimento, causadas por zonas de inundación o humedad excesiva en el terreno natural.

III.6.I. Elementos que definen el proyecto de la subrasante.

De acuerdo con lo descrito anteriormente, se considera que los elementos que definen el proyecto de la subrasante económica son los siguientes:

- Condiciones topográficas.
- Condiciones geotécnicas.
- Subrasante mínima.
- Costos de las terracerías.

Condiciones topográficas.

De acuerdo con la configuración se consideran tres tipos de terreno: plano, lomerío y montañoso.

Se considera terreno plano, aquel cuyo perfil presenta pendientes longitudinales uniformes y de corta magnitud, con pendiente transversal escasa o nula. Como lomerío, se considera al terreno cuyo perfil longitudinal presenta en sucesión, cimas y depresiones de cierta magnitud con pendiente transversal no mayor de 25°. Como montañoso se considera al terreno que tiene pendientes transversales mayores a 25°, caracterizado por accidentes topográficos muy marcados y cuyo perfil obliga a fuertes movimientos de tierra.

El terreno plano del proyecto de la subrasante es generalmente en terraplén y es paralelo al terreno, con la altura suficiente para evitar la humedad propia del suelo y de la ascensión capilar, así como de dar cabida a las estructuras como alcantarillas, puentes y pasos a desnivel. En este tipo de configuración la compensación longitudinal o transversal de las terracerías se presentan sin excepción por terraplenes formados con material producto de préstamo, ya sea lateral o de banco.

Condiciones Geotécnicas.

La calidad de los materiales que se encuentran en la zona en donde se localiza el camino es un factor muy importante para lograr el proyecto de la subrasante económica, ya que además del empleo que tendrán en la formación de las terracerías, servirán de apoyo al camino. La elevación de la subrasante está limitada en ocasiones por la capacidad de carga del suelo que servirá como base de sustentación del camino. La secretaría a clasificado a los materiales como A, B y C y por el tratamiento que van a tener en la formación del terraplén se clasifican como compactables y no compactables.

Un suelo se clasifica como material tipo A cuando se puede atacar fácilmente con pico, pala de mano, o cualquier tipo de pala mecánica, además se consideran suelos poco cementados y tamaños máximos de partícula de hasta 7.5 centímetros. Como material tipo B es el que requiere de maquinaria como un ripper o explosivos ligeros, se consideran fragmentos de roca sueltas con tamaños entre 7.5 y 75 centímetros. Por último el material tipo C es el que solamente puede ser atacado mediante explosivos y utilizando palas mecánicas de gran capacidad para su remoción. Un material compactable es aquel en el que se puede controlar su compactación mediante alguna de las pruebas realizadas en laboratorio más conocidas (Proctor). En caso contrario, es decir los no compactables pueden ser materiales con un solo tamaño de partícula lo que vuelve casi imposible esta acción.

Para el proyecto de la subrasante se deben de conocer principalmente las propiedades de los materiales que intervendrán en la formación de las terracerías, los datos relativos a su clasificación para fines de presupuesto y el tratamiento a realizar.

Subrasante Mínima.

La elevación mínima correspondiente a puntos determinados del camino, a los que el estudio de la subrasante económica debe sujetarse, define en esos puntos el proyecto de la subrasante mínima. Los elementos que fijan estas elevaciones son:

- Obras menores.
- Puentes.
- Zonas de inundaciones.
- Intersecciones.

Costos de las terracerías.

La posición que debe de guardar la subrasante para obtener la economía máxima en la construcción de las terracerías, depende de los siguientes conceptos:

Costos unitarios:

- Excavación en corte.
- Excavación en préstamo
- Compactación en el terraplén del material de corte.
- Compactación en el terraplén del material de préstamo.
- Sobre acarreo del material de corte a terraplén.
- Sobre acarreo del material de corte a desperdicio.
- Sobre acarreo del material de préstamo a terraplén.

Los costos del terreno afectado para préstamo, desmonte y despalme dividido entre el volumen de terracerías extraídas del mismo.

Coefficientes de variabilidad volumétrica.

- Del material de corte.
- Del material de préstamo.

Relaciones:

- Entre las variaciones de los volúmenes de corte y terraplén al mover la subrasante de su posición original.
- Entre los costos unitarios de terraplén formado con materiales producto de corte y con material obtenido de préstamo.
- Entre los costos que implican el acarreo del material de corte para formar el terraplén y su compactación en este y el que significa la extracción del material de corte y el acarreo para desperdiciarlo.

Distancia económica de sobre acarreo:

El empleo del material producto de corte en la formación de terraplenes, está condicionado tanto por la calidad del material como a la distancia hasta la que es económicamente posible su transporte.

Calculo de los volúmenes y movimiento de terracerías.

Para poder obtener una aproximación en los volúmenes de tierra, es necesario obtener la elevación de la subrasante tanto en las estaciones cerradas como en las intermedias en las que pudiera existir algún cambio en las pendientes del terreno. Así mismo, es conveniente calcular la elevación de los puntos principales de las curvas horizontales, en los que la sección transversal sufre un cambio motivado por la sobre elevación y la ampliación.

Obtenida la elevación de la subrasante para cada una de las estaciones consideradas en el proyecto, se determina el espesor correspondiente dado por la diferencia que existe entre las elevaciones del terreno y de la subrasante. Este espesor se considera en la sección transversal del terreno previamente dibujada, procediéndose al proyecto de la sección construcción.

El cálculo de los volúmenes se hace con base en las aéreas medidas en las secciones de construcción y los movimientos de los materiales se analizan mediante el diagrama llamado curva masa.

Secciones de construcción.

Se le llama así a la representación grafica de las secciones transversales que contienen tanto los datos propios del diseño geométrico, como de los correspondientes al empleo y tratamiento de los materiales que formaran las terracerías.

Los elementos y conceptos que determinan el proyecto de una sección de construcción se puede separar en dos grupos claramente definidos:

- 1) Los propios del diseño geométrico.
- 2) Los impuestos por el procedimiento a que se debe sujetar la construcción de las terracerías.

Los propios del diseño geométrico.

- Espesor de corte o de terraplén.
- Ancho de corona.
- Ancho de calzada.
- Ancho de acotamiento.
- Pendiente transversal.
- Ampliación en curvas.
- Longitud en transición.
- Espesor del pavimento.
- Ancho de subcorona.
- Talud de corte o de terraplén.
- Dimensiones de las cunetas.

III.6.2. Presupuesto de obra.

Este presupuesto es el producto de las consideraciones y variables que se tienen en esta obra en particular, quedando de la siguiente forma:

PRESUPUESTO DE OBRA						
N° PARTIDA	CONCEPTO	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	IMPORTE	SUBTOTAL
TZ - 001	Trazo y nivelación con equipo topográfico, estableciendo ejes de referencia y bancos de nivel. Incluye: materiales, mano de obra, equipo y herramienta.	M ²	5,200.00	\$7.28	\$37,856.00	\$37,856.00
TER - 003	Apertura de caja en terreno natural con medios mecánicos a una profundidad promedio de 20 cm, conforme proyecto medido en banco.	M ³	550.00	\$47.10	\$25,905.00	\$25,905.00
TER-004	Formación de terraplenes con material producto de excavación con el fin de obtener el nivel de subrasante de proyecto compactado al 90 % de su PVSM. Incluye mano de obra y equipo.	M ³	550.00	\$150.73	\$82,901.50	\$82,901.50
TER - 005	Carga y acarreo de materiales producto de la excavación a tiro libre. Incluye mano de obra, equipo y herramienta.	M ³	565.00	\$35.17	\$19,871.05	\$19,871.05
TER - 007	Afine y compactación de terreno natural por medios mecánicos para formación de subrasante compactada con la humedad necesaria y al 90 % proctor. Incluye: mano de obra, equipo y herramienta.	M ²	5,250.00	\$15.98	\$83,895.00	\$83,895.00
TER - 001	Sub-base de 30 cm de espesor con material controlado de banco proporción 60-40 de tezontle y tepetate, con la humedad necesaria y al 95 % proctor. Incluye: material, maquinaria y acarreo.	M ³	1,512.00	\$329.80	\$498,657.60	\$498,657.60
TER - 002	Base hidráulica de 20 cm de espesor con material controlado de banco con proporción 70-30 de tezontle y tepetate con la humedad optima y compactado al 100 % proctor. Incluye: material, maquinaria y acarreo.	M ³	980.00	\$389.75	\$381,955.00	\$381,955.00
ALB - 011	Renivelación de pozos de visita a nivel de base, con tabique rojo recocido de 5.50x12x24 cm. Asentados con mortero de cemento-arena, con proporción 1:3. Incluye: brocal con tapa de concreto prefabricado, materiales, herramienta y mano de obra.	PZA	5.00	\$1,470.53	\$7,352.65	\$7,352.65
ALB - 015	Construcción de bocas de tormenta utilizando tubería de concreto simple de 20 cm de diámetro con juntas de mortero de cemento-arena con proporción de 1-3 con arenero y coladera de concreto prefabricado.	PZA	4.00	\$2,150.50	\$8,602.00	\$8,602.00

Pavimentación del Camino al Ejido, Chimalpa Chiautla Estado de México.

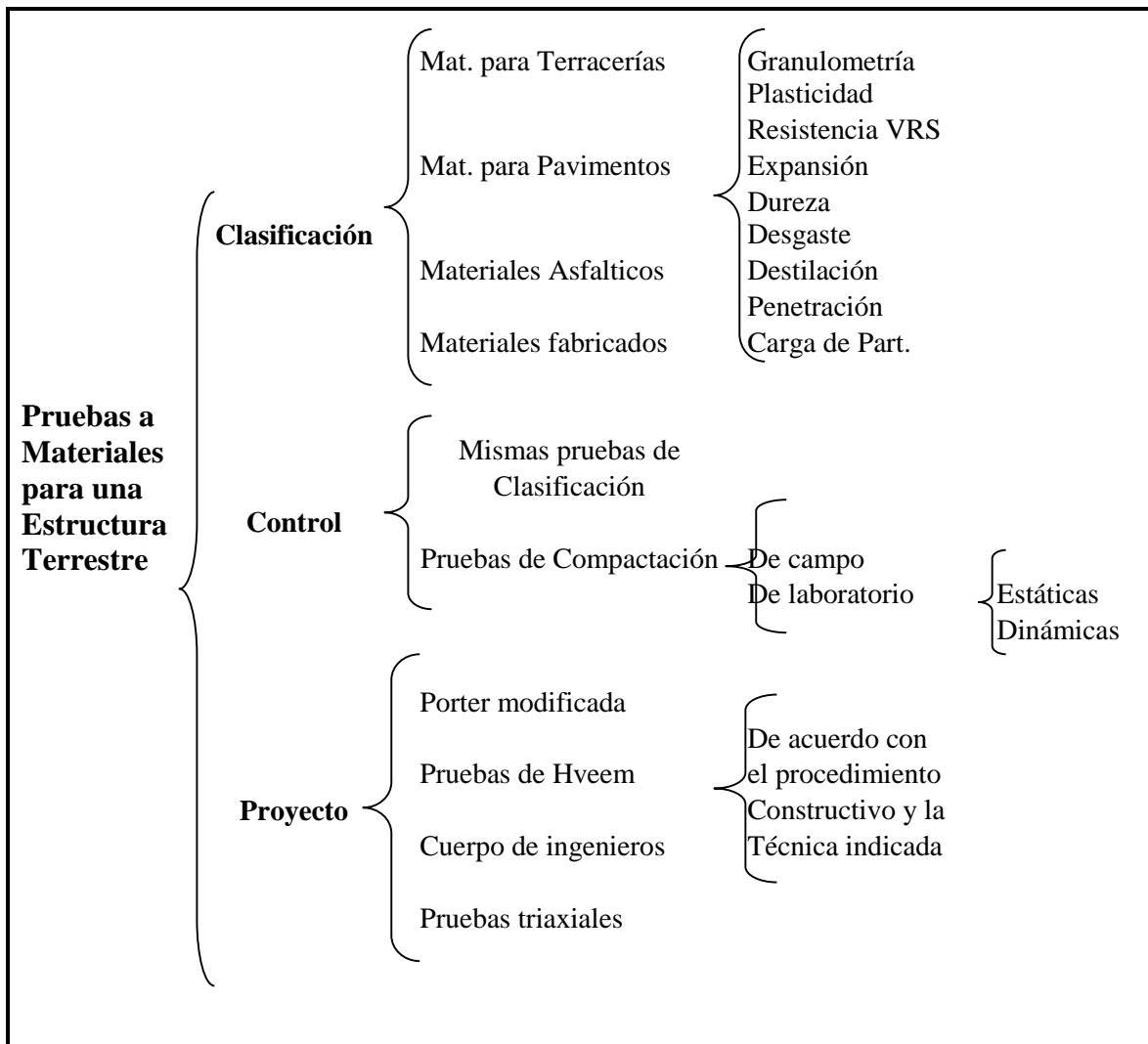
N° PARTIDA	CONCEPTO	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	IMPORTE	SUBTOTAL
	Incluye: excavación y relleno con material compactado en capas de 20 cm					
ASF – 001	Barrido manual de superficie previo al riego de impregnación.	M ²	4,900.00	\$5.23	\$25,627.00	\$25,627.00
ASF – 004	Riego de impregnación con emulsión cationica RL-2K, aplicada con petrolizadora a razón de 1.5 lts/m ² . Incluye: materiales, mano de obra, acarreos, equipo y herramienta.	M ²	4,900.00	\$19.11	\$93,639.00	\$93,639.00
ASF – 001	Barrido manual de superficie impregnada previo al riego de liga.	M ²	4,900.00	\$5.23	\$25,627.00	\$25,627.00
ASF – 005	Riego de liga con emulsión aniónica RR-2K a razón de 0.6 lts/m ² . Incluye: materiales, acarreos, mano de obra, equipo y herramienta.	M ²	4,900.00	\$11.55	\$56,595.00	\$56,595.00
ASF - 007	Carpeta de 5 cm de espesor de concreto asfáltico. Incluye: materiales, acarreos, tendido, compactado, mano de obra, equipo y herramienta.	M ²	4,900.00	\$186.58	\$914,242.00	\$914,242.00
IMPORTE					SIN IVA	\$2,262,725.80
					IVA	\$362,036.128
IMPORTE					TOTAL	\$2,624,761.93

CAPITULO IV

IV. PRUEBAS DE LABORATORIO.

Para poder realizar la construcción del camino al Ejido; nos basamos principalmente en las normas vigentes de la SCT, desde el muestreo en bancos, en las pruebas de campo, de laboratorio, el control de calidad y el proceso constructivo.

Para conocer las características de los materiales, se les hacen pruebas que consisten en realizar mediciones de diferentes tipos a especímenes elaborados siguiendo la normatividad antes mencionada. Estas pruebas las podemos dividir en pruebas de clasificación, de control y de proyecto.



Clasificación de pruebas para materiales usados en la estructuración para una vía terrestre.

IV. 1. Métodos de muestreo y prueba de materiales.

Se describe los procedimientos para realizar adecuadamente los muestreos de los diferentes materiales que van a conformar las capas de la estructura para llevar a cabo un análisis de sus características físicas y estos resultados puedan ser representativos y determinantes para su aceptación.

IV.2. Granulometría.

La prueba de granulometría de un material sirve para poder determinar el porcentaje en peso de las partículas de diferentes tamaños que conforman el suelo. Esta prueba consiste en cribar el material, se pesan las partículas retenidas en cada tamiz y determinando el porcentaje correspondiente en relación con el peso seco total. La forma de denominar las mallas es de la siguiente forma, la primera indica la separación interior que hay entre los alambres y se usa para las mallas de 7.5 cm o 3 pulgadas; la segunda consiste en asignar a las mallas un número que indica la cantidad de alambres o hilos que se tienen en una pulgada y se usa para las mallas de la número 4 a la número 200, estas son las más utilizadas en suelos.

Generalmente, el resultado de esta prueba se representa mediante graficas. Cuando la curva no tiene cambios bruscos de pendiente se dice que la granulometría es continua, cuando existen cambios importantes o bruscos, la granulometría es considerada discontinua y en la ausencia de algún tamaño de las partículas se consideran los suelos uniformes o no. En el caso de las arenas o gravas se requieren de granulometrías continuas y uniformes para; lograr un consumo menor en el cemento, se requiere de granulometrías discontinuas. Por último tenemos que las especificaciones para cada capa del pavimento son muy puntuales y nos determinan con gran precisión el rango en que debe de entrar para poder ser aceptada sin problemas.

IV.3. Límites de Atterberg.

Estos límites nos indican el porcentaje de agua contenida con respecto al peso de los sólidos en que los finos de los materiales pasan de una consistencia a otra:

El Limite Líquido (LL) es la humedad correspondiente al límite entre el estado semilíquido y el plástico. Bajo estas condiciones el suelo tiene una resistencia mínima al esfuerzo cortante de apenas 25 g/cm².

El Limite Plástico (LP) es la humedad correspondiente al límite entre el estado plástico y el semisólido.

Índice Plástico (IP) es la diferencia que hay entre el límite líquido y el límite plástico.

Para poder situar el suelo en el límite líquido se coloca una porción de este en la copa de Casagrande, la porción del suelo que pasa por la malla N° 40 con esa humedad debe cerrar claramente a lo largo de un centímetro, la abertura realizada con el ranurador y mediante 25 golpes dados desde la base.

Se elaboran rollitos de suelo para que este llegue al límite plástico. Inicialmente, en el límite líquido estos rollitos se rolan por medio de un vidrio pequeño y con diámetros de 3mm. Se dice que el material esta en el límite plástico cuando los rollitos empiezan a agrietarse, lo cual queda a juicio del laboratorista, por lo que puede tener un índice alto de variabilidad para la obtención del límite plástico.

IV.4. Plasticidad.

Un suelo se considera con plasticidad cuando se moldea con relativa facilidad, sin presentar un cambio en su volumen y la resistencia no es mayor a 25 g/cm^2 . Por lo que en la plasticidad puede intervenir la humedad, el peso volumétrico y la sensibilidad de las partículas del material, principalmente las finas, con respecto al agua y al porcentaje de ellas con respecto a la muestra total.

IV. 5. Contracción lineal.

Esta prueba también es una medida de la plasticidad, en este caso se obtiene una relación de longitudes. El material con la humedad correspondiente al límite líquido se coloca sobre un molde de $2 \times 2 \times 10 \text{ cm}$ y se mete al horno hasta que esté presente un peso constante, durante este lapso de tiempo presenta una disminución de longitud con respecto a sus características, el porcentaje de la disminución de su longitud, con respecto a la longitud inicial es la contracción lineal, expresada en porcentaje.

Al utilizar la contracción lineal en materiales de buena calidad estas se pueden rechazar o aceptar con una precisión mayor. También existe una correlación entre el índice plástico y la contracción lineal, en la que dicha corrección es del doble al triple que esta. Dicha ambigüedad hace que al utilizar solo los límites de Atterberg en materiales de baja plasticidad se puedan aceptar materiales de mala calidad o rechazar los de buena calidad.

IV. 6. Resistencia y expansión.

Para poder medir los parámetros de resistencia y expansión se suelen utilizar pruebas triaxiales y utilizando consolidómetros, pero una de las pruebas más utilizadas es la prueba Porter Estándar, de las cuales obtenemos cuatro parámetros importantes como lo es:

El peso volumétrico seco máximo o P.V.S.M.

Humedad óptima.

Expansión.

Valor Relativo de Soporte V.R.S. o también conocido como C.B.R.

IV. 7. Peso Volumétrico Seco Máximo y Humedad Óptima.

Para realizar la prueba Porter Estándar se utiliza un molde metálico de 15 cm de diámetro, se colocan 4 kg de material húmedo y se le da una presión estática de 140.6 kg/cm^2 . Si la base del molde se humedece con ligereza al término de darle la carga, el peso volumétrico obtenido será el máximo o PVSM y la humedad correspondiente será la óptima, si esta humedad aparente en el molde presentada excede o le falta, la prueba se repite.

IV.8. Expansión.

El espécimen confinado en el molde en las condiciones del PVSM y Humedad Óptima se introduce en un tanque de saturación y se coloca un extensómetro, en el que se hace una lectura inicial (Li). Por los efectos del agua, el suelo aumenta su volumen según el grado de plasticidad, se expande y se conserva así hasta que la expansión se vuelve imperceptible, en

un lapso de 72 horas. Cuando las lecturas del extensómetro son constantes se realiza la lectura final (Lf) y se calcula el porcentaje de expansión.

IV.9. Valor Relativo de Soporte.

Se saca el espécimen del tanque de saturación y se inicia la prueba del VRS o CBR (California Bearing Ratio), es una relación de las resistencias en porcentaje del material de estudio y un material estándar, al ser penetrados por un cilindro metálico de 19.35 cm² de sección. Para obtener este valor, se coloca el espécimen en un marco de carga y se realizan lecturas de las cargas en kg y estas lecturas corresponden a las penetraciones de 1.27, 2.54, 3.81, 5.08, 7.62, 10.16 y 12.70 mm. Con estos datos se dibuja una grafica, en donde las abscisas son las penetraciones y en las ordenadas las cargas correspondientes. Si la curva no presenta cambios bruscos, el VRS se calcula con la carga correspondiente a la penetración de 2.54 mm en la cual el valor de 1360 es la resistencia en kilogramos del material estándar (caliza triturada).

Cuando se llegan a obtener curvas no continuas o con algunos errores, se puede realizar correcciones en la curva mal trazada.

IV. 10. Terreno natural.

En esta capa se determina la profundidad a la cual se va a desplantar la estructura del pavimento, se suele buscar un estrato firme con la finalidad de que resiste las cargas transmitidas por las capas superiores.

IV. 11. Capa de sub-base y base.

Las sub-bases y las bases tienen finalidades y características semejantes; sin embargo, las primeras pueden ser de menor calidad. Cumpliendo con sus funciones primordiales que son las de recibir y resistir las cargas del tránsito a través de la superficie de rodamiento, impedir que la humedad de las terracerías ascienda por capilaridad. En el caso de que el agua penetre la superficie de rodamiento va a permitir la salida al exterior hasta la capa subrasante que es en donde se encuentran las obras hidráulicas.

N. CMT.1.03/02

LIBRO: CMT. CARACTERISTICAS DE LOS MATERIALES.

PARTE: 4. MATERIALES PARA PAVIMENTOS.

TITULO: 0.2. Materiales para Sub-bases y Bases.

CAPITULO: 002. Materiales para Bases Hidráulicas.

Contenido.

Esta norma contiene los requisitos de calidad de los materiales que cumplirán los materiales que se utilicen en la construcción de bases hidráulicas de pavimentos asfálticos y de pavimentos de concreto hidráulicos.

Definición y clasificación.

Son materiales granulares que se colocan normalmente sobre la sub-base o la subrasante, para formar una capa de apoyo para una carpeta asfáltica o para una carpeta de concreto hidráulico. Estos materiales, según su tratamiento que recibieron, pueden ser:

Materiales cribados.

Son las arenas, gravas y limos, así como las rocas alteradas y fragmentadas, que al extraerlos quedan sueltos o pueden disgregarse mediante el uso de maquinaria. Una vez extraídos y, Los materiales para la capa subyacente son suelos y fragmentos de roca, producto de los cortes o de la extracción en bancos, que se utilizan para formar dicha capa inmediatamente encima del cuerpo de un terraplén.

Materiales parcialmente triturados.

Son los poco cohesivos, como las mezclas de gravas, arenas y limos, que al extraerlos quedan sueltos o pueden ser disgregados, que contienen del 25 al 75 % de partículas mayores de 75 milímetros, que para ser utilizables, requieren de un tratamiento mecánico de trituración parcial y cribado, con el equipo adecuado, para satisfacer la composición granulométrica.

Materiales totalmente triturados.

Son los materiales extraídos de un banco o pepenados, que requieren un tratamiento mecánico de trituración total o cribado, con el equipo adecuado, para satisfacer la composición granulométrica.

Materiales mezclados.

Son los se obtienen mediante la mezcla de dos o más de los materiales a que se refieren las fracciones B.1 y B.3, en las proporciones necesarias para satisfacer los requisitos de calidad establecidos en esta norma.

Requisitos de calidad para bases de pavimentos asfálticos y de pavimentos de concreto hidráulico.

El material cribado parcialmente triturado, totalmente triturado o mezclado, que se emplee en la construcción de bases para pavimentos asfálticos o para pavimentos de concreto hidráulico, cumplirá con los requisitos de calidad que se indican a continuación.

El material para base hidráulica será 100% producto de trituración de roca sana, cuando el tránsito esperado durante la vida útil del pavimento ($\sum L$) sea mayor de 10,000,000 de ejes equivalentes acumulados de 8.2 toneladas; cuando ese tránsito sea de 1 a 10 millones, el material contendrá como mínimo 75 % de partículas producto de trituración de roca sana y si dicho tránsito es menor a 1 millón, el material contendrá como mínimo 50 % de esas partículas.

Cuando inmediatamente después de la construcción de la base se coloque una carpeta de concreto hidráulico, el material para la base tendrá las características granulométricas que se establecen en la tabla 1 y se muestra en la figura 1, con los requisitos de calidad que se indican en la tabla 2 de esta norma.

Requisitos de granulometría de los materiales para bases de pavimentos con carpetas de concreto hidráulico.

MALLA		% QUE PASA
Abertura en mm	Designación	
37.5	1 ^{1/2} "	100
25	1"	70-100
19	3/4"	60-100
9.5	3/8"	40-100
4.75	Nº 4	30-80
2	Nº 10	21-60
0.85	Nº 20	13-44
0.425	Nº 40	8-31
0.25	Nº 60	5-23
0.15	Nº 100	3-17
0.075	Nº 200	0-10

Requisitos de calidad de los materiales para bases de pavimentos con carpetas de concreto hidráulico.

Característica	Valor %
Limite líquido, máximo	25
Índice plástico, máximo	6
Equivalente de arena, mínimo	40
Valor Soporte de California (CBR), mínimo	80
Desgaste Los Ángeles, máximo	35
Partículas alargadas y lajeadas, máximo	40
Grado de compactación, mínimo	100

Requisitos de granulometría de los materiales para bases de pavimentos con carpetas de mezcla asfáltica de granulometría densa.

Malla		% que pasa	
Abertura en mm	Designación	$\sum L \leq 10^{6(1)}$	$\sum L \geq 10^{6(1)}$
37.5	1 ^{1/2} "	100	100
25	1"	70-100	70-100
19	3/4"	60-100	60-86
9.5	3/8"	40-100	40-65
4.75	Nº 4	30-80	30-50
2	Nº 10	21-60	21-36
0.85	Nº 20	13-44	13-25
0.425	Nº 40	8-31	8-17
0.25	Nº 60	5-23	5-12
0.15	Nº 100	3-17	3-9
0.075	Nº 200	0-10	0-5

Requisitos de calidad de los materiales para bases de pavimentos asfálticos.

Característica	Valor %	
	$\sum L \leq 10^{6(1)}$	$\sum L \geq 10^{6(1)}$
Limite liquido, máximo	25	25
Índice plástico, máximo	6	6
Equivalente de arena, mínimo	40	50
Valor Soporte de California (CBR), mínimo	80	100
Desgaste Los Ángeles, máximo	35	30
Partículas alargadas y lajeadas, máximo	40	35
Grado de compactación, mínimo	100	100

IV. 12. Carpeta asfáltica.

La carpeta asfáltica es finalmente la capa superior de la estructura del pavimento que nos proporciona la superficie de rodamiento. Son los poco cohesivos, como las mezclas de gravas, arenas y limos, que al extraerlos quedan sueltos o pueden ser disgregados, que contienen del 25 al 75 % de partículas mayores de 75 milímetros, que para ser utilizables, requieren de un tratamiento mecánico de trituración parcial y cribado, con el equipo adecuado, para satisfacer la composición granulométrica.

IV. 13. Control de calidad.

N.CAL.1.01/00

LIBRO: CAL. CONTROL Y ASEGURAMIENTO DE LA CALIDAD

PARTE: 1. CONTROL DE CALIDAD.

TITULO: 01. Ejecución del Control de Calidad Durante la Construcción y/o Conservación.

Contenido.

Esta norma contiene los criterios para la ejecución del control de calidad que realice el Contratista de Obra durante la construcción o la conservación cuando los trabajos se ejecuten por contrato, o la Secretaria si se realizan por administración directa; también contiene los criterios para la verificación de calidad que, en primer caso, realice la Secretaria con recursos propios o a través de un contratista de supervisión y en segundo, directamente la Secretaria.

Definición.

El control de calidad durante la construcción o la conservación de las obras, es el conjunto de actividades que permiten evaluar las propiedades inherentes a un concepto de obra y a sus acabados, así como a los materiales y equipos de instalación permanente que se utilicen en su ejecución, comparándolas con las especificadas en el proyecto, para decidir la aceptación, rechazo o corrección del concepto y determinar oportunamente si el proceso de producción o el procedimiento de construcción se está realizando correctamente o debe de ser corregido. Dichas actividades comprenden principalmente el muestreo, las pruebas de campo y laboratorio, así como los análisis estadísticos de sus resultados, entre otras. Si la construcción o conservación se ejecuta por contrato, el control de calidad es responsabilidad exclusiva del Contratista de Obra, como se establece en el inciso D.4.5. De la Norma N. LEG.3, Ejecución de las Obras o, si se ejecuta por administración directa, del residente.

Referencias.

Son referencias de esta Norma los Manuales aplicables del libro MMP. Métodos de Muestreo y Pruebas de materiales, que forma parte de la normativa SCT.

Normas y manuales	Designación
Ejecución de Obras	N-LEG-3
Ejecución de Supervisión de Obras	N-LEG-4
Aprobación de Laboratorios	N-CAL-2-05
Criterios Estadísticos de Muestreo	M-CAL-1-02
Análisis Estadísticos de Control de Calidad	M-CAL-1-03

Requisitos.

El residente o, cuando la obra se ejecute por contrato, el contratista de Obra, no podrá iniciar los trabajos de construcción o conservación si no cuenta en el campo con:

El programa detallado de control de calidad, que sea técnicamente factible y aceptable desde el punto de vista de su realización física, así como comprobable en todas y cada una de las actividades programadas; que incluya la forma y los medios a utilizar para evaluar la calidad de los materiales correspondientes a todos los conceptos de obra terminada y de sus acabados, así como de los equipos de instalación permanente que vaya a formar parte integral de la obra. Este programa ha de ser congruente con el programa de ejecución de los trabajos a que se refiere la norma N-LEG-3, Ejecución de Obras, detallado por concepto y ubicación de la obra.

El personal profesional, técnico y de apoyo; las instalaciones, equipo y materiales de laboratorio, así como el equipo de transporte, que sean adecuados y suficientes de acuerdo con el programa detallado de control de calidad a que se refiere la Fracción anterior y que cumplan con lo indicado en las fracciones E.1 a E.3. de esta norma.

Ejecución.

Para la ejecución del control de calidad o de verificación de calidad, se tomara en cuenta lo siguiente:

Personal.

Que el personal que ejecute el control de calidad o la verificación de calidad, tenga la capacitación y experiencia suficientes, así como que esté integrado como mínimo por:

Jefe de control de calidad.

Laboratoristas.

Ayudante de laboratorio.

Laboratorios.

Los laboratorios para el control o verificación de calidad, tendrán en sus instalaciones: áreas para el almacenamiento, preparación y prueba de las muestras, así como para la calibración del equipo; fuentes de energía y de iluminación; y cuando sea necesario, sistemas de comunicación, de control de temperatura y de ventilación, que permitan la correcta ejecución de las pruebas y de las calibraciones.

Equipo y materiales.

El equipo que se utilice para el control o verificación de calidad, estará en condiciones óptimas para su uso, calibrado, limpio, completo en todas sus partes y que no tenga un desgaste excesivo que pueda alterar significativamente los resultados de las pruebas.

Los vehículos de transporte deben de ser adecuados para trasladar, en forma eficiente y segura, al personal, al equipo y los materiales para el control de calidad, así como las muestras que se obtengan. Su número ha de ser suficiente para atender todos los frentes de la obra, ser utilizados exclusivamente en las funciones mencionadas, así como de estar y ser mantenidos en óptimas condiciones de operación durante el tiempo que dure la obra.

Muestreo.

Salvo que el proyecto indique lo contrario, las muestras serán del tipo que se establece en los Manuales del libro MMP. Métodos de Muestreo y Pruebas de Materiales, y se obtendrán con la frecuencia ahí indicada cuando sean para el control de calidad. En todos los casos las muestras se seleccionaran al azar, mediante un procedimiento objetivo basado en tablas de números aleatorios, conforme lo indicado en el manual M-CAL-1-02, Criterios Estadísticos de Muestreo. Las muestras se transportaran del sitio de su obtención al laboratorio y se almacenaran de tal modo que no se alteren, se golpeen o dañen. Al recibirlas en el laboratorio, se registrarán asentando el nombre de la obra, el número de identificación, el sitio donde se obtuvo, la fecha del muestreo y las observaciones pertinentes.

Pruebas de Campo y de Laboratorio.

Salvo que el proyecto indique lo contrario, las pruebas de campo y laboratorio, que se realicen a los materiales y/o a los conceptos de obra, se ejecutaran conforme a lo establecido en los Manuales del libro MMP. Métodos de Muestreo y Pruebas de Materiales. Sin embargo, si se requiere del uso de un método de muestreo o prueba que no esté contemplado en dicho libro o indicado en el proyecto, su aprobación debe de solicitarse por escrito a la Secretaria.

Análisis estadístico.

El jefe de Control de Calidad analizara estadísticamente, como se indica en el Manual M-CAL-1-03, Análisis Estadístico de Control de Calidad, los resultados de las mediciones, así como de las pruebas de campo y laboratorio que se ejecutan, mediante cartas de control para cada material, frente y concepto de obra, de tal manera que se puedan compara los valores obtenidos con los límites de aceptación que se establezcan en las especificaciones del proyecto y con los límites estadísticos que determinan si el proceso de producción o el procedimiento de construcción se desarrolla normalmente o presenta desviaciones que requieran ser corregidas inmediatamente, asociando claramente dichos valores en el concepto de trabajo, su ubicación en la obra y su volumen. Las cartas de control deben actualizarse diariamente con el propósito de corregir oportunamente las desviaciones que pudieran presentarse, tanto en los procesos de producción o los procedimientos de construcción, como en la calidad de los materiales de todos los conceptos de obra.

Informes de Control de Calidad.

El jefe de control de calidad elaborara los informes que se indican a continuación, en los que presenten mediante tablas, graficas, croquis y fotografías, los resultados de las mediciones y pruebas ejecutadas, incluyendo la información necesaria para interpretación;

las cartas de control y los análisis estadísticos realizados; en su caso, las acciones y los tratamientos de los elementos rechazados de cada concepto de trabajo analizado; y el dictamen de calidad. Estos informes pueden ser:

- Informes diarios.
- Informes semanales
- Informes mensuales.
- Informe final.

Esto va a depender de cómo lo pretenda manejar la supervisión por parte de la dependencia correspondiente.

CAPITULO V

V. PROCEDIMIENTO CONSTRUCTIVO.

Las terracerías se definen como los volúmenes de materiales que se extraen o que sirven de relleno en la construcción de un camino. La extracción puede hacerse a lo largo de la línea de la obra y si este volumen de material se usa para la construcción de los terraplenes o los rellenos, las terracerías son compensadas y el volumen de corte que no se le da un uso se le llama desperdicio. Si el volumen que se extrae en la línea no es suficiente para la construcción del terraplén o los rellenos, se necesita extraer material fuera de la línea, se le llama zona de préstamo si se ubican cerca de la obra a menos de 100 metros. Cuando se encuentran fuera de este rango de 100 metros se le llama bancos de préstamo que viene siendo este el caso de la presente obra.

V.1. Finalidad de la estructura.

A continuación se describen las funciones y características que deben de cumplir en cada capa que constituye la estructura del camino.

V.2. Terreno natural.

La finalidad de esta parte de la estructura de una vía terrestre es principalmente de recibir 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 a la resistencia que este tenga.

Existen tipos de suelo compactables y no compactables, aunque este apelativo no es correcto ya que cualquier tipo de suelo es susceptible de compactarse. Sin embargo se clasifican con base a la facilidad que tienen para compactarse con los métodos convencionales y a su vez poder medir el grado de compactación obtenido. Se dice que un material es compactable cuando, después de disgregarse, se retiene menos del 20 % en la malla de 7.5 cm o de 3" y menos del 5 % en la malla 15 cm o de 6". Los materiales no compactables carecen de estas características. El terreno natural se define como la franja de terreno incluida en el derecho de vía y que recibe las cargas de tránsito distribuidas a través de la estructura.

Se inicia con los trabajos de apertura de caja a partir del cadenamiento 0+000 y hasta el 0+700, en estos tramos es necesario dicho trabajo ya que presenta relleno con material de revestimiento contaminado con todo tipo de material de desperdicio de la construcción y es importante señalar que en este tramo es la zona, que se encuentra habitada. El procedimiento constructivo indicado en proyecto es confinar el terreno natural con las pendientes longitudinales y transversales indicadas. Logrando compactar el terreno natural al 90% de su PVSM.

La ubicación de las muestras para determinar el PVSM del terreno natural para poder determinar el grado de compactación requerido se ubican en la siguiente cadenamiento.

Kilometro	Ubicación	N° muestra
0+040	Centro	01
0+320	Izquierdo	02
0+660	Derecho	03

Esta ubicación se determino en base a que las características físicas del terreno son muy similares y no presentan una diferencia significativa, posteriormente se determinaran sus características físicas necesarias para poder valorar el porcentaje de compactación requerido para dicha capa de la estructura obteniendo los siguientes resultados.

NUMERO DE MUESTRA	HUMEDAD OPTIMA %	P.V.S.M. KG/M ³
01	40.5	1255
02	39	1244
03	40.2	1250

V.3. Bases y sub-bases.

Cuando se construyen caminos de tipo flexible, regularmente están constituidos por sub-base, base y carpeta, aunque en ocasiones la sub-base no se requiere y muchas veces la capa de subrasante es la misma del terreno natural y es aquí donde se desplante la estructura antes mencionada.

V.4. Funciones principales de las bases y sub-base.

Sus funciones principales de estas dos capas suelen ser muy similares y se realizan las mismas pruebas de calidad, solo que en las bases los parámetros que se piden son más altos, es decir de mayor calidad. Sus funciones se pueden concentrar de la siguiente forma:

- Recibir y resistir las cargas de tránsito a través de la capa que forma la superficie de rodamiento ya sea carpeta asfáltica o rígida
- Transmitir estas cargas, adecuadamente distribuidas a las terracerías.
- Impedir que la humedad de las terracerías ascienda por capilaridad.
- En caso de introducirse agua por la parte superior, permitir que el liquido descienda hasta la capa subrasante, donde se desaloja al exterior por el efecto del bombeo o la sobre elevación.

Características	Zonas en que se clasifica el material de acuerdo con su granulometría		
	1	2	3
Contracción lineal en porcentaje. (Máximo)	6.0	4.5	3.0
Valor cementante, para materiales angulosos en kg/cm ² . (Mínimo).	3.5	3.0	2.5
Valor cementante para materiales redondeados y lisos en kg/cm ² . (Mínimo).	5.5	4.5	3.5
Valor Relativo de Soporte estándar saturado en porcentaje.	50 Mínimo		
Equivalente de arena, en porcentaje.	20 Mínimo		

Materiales de sub-base

Características	Zonas en que se clasifica el material de acuerdo con su granulometría		
	1	2	3
Limite líquido en porcentaje (Máximo).	30	30	30
Contracción lineal, en porcentaje (Máxima).	4.5	3.5	2.0
Valor cementante para materiales angulosos en kg/cm ² . (Mínimo).	3.5	3.0	2.5
Valor cementante para materiales redondeados y lisos en kg/cm ² . (Mínimo).	5.5	4.5	3.5

Material de base

V.5. Procedimiento constructivo para bases y sub-bases.

El procedimiento constructivo para una base o sub-base incluye las etapas de muestreo y pruebas preliminares.

V.5.1. Exploración.

En esta etapa se requiere de efectuar un reconocimiento completo de la zona donde se va a construir el camino y poder determinar si existen bancos de materiales, el reconocimiento es de tipo terrestre. Los bancos existentes que se encuentran cerca de la obra es el banco “La concha” a 4.5 km de distancia y en él se extrae lo siguiente: tobas, arenas finas de tezontle y brecha volcánica con tamaño máximo de agregado de 3 “a finos en color rojo y negro.

V.5.2. Muestreo.

Una vez que se localizaron los posibles bancos, se realizan sondeos preliminares para tener una idea de la calidad de los materiales y, si los resultados son positivos se realizan más estudios para determinar la variabilidad de sus materiales y los volúmenes disponibles. Se llevo a cabo un muestreo del material que formara la capa de sub-base en el banco de materiales “**La Concha**” que se encuentra al norte de la obra y que está constituido principalmente por toba y brecha volcánica de una densidad alta con tamaños máximos de hasta 3”.

Se tomaron 6 muestras del material empleado para la formación de base y sub-base.

Nº de Muestra	Lugar	Muestra	Capa
1	Frente N	Brecha volcánica	Base y sub-base
2	Frente NE	Brecha volcánica	Base y sub-base
3	Frente NW	Brecha volcánica	Base y sub-base
4	Frente SE	Toba Café claro	Base y sub-base
5	Frente SW	Toba amarilla	Base y sub-base
6	Frente S	Toba amarilla	Base y sub-base

V.5.4. Resultados obtenidos.

Se tomaron muestras del banco “**La Concha**” de dos frentes una donde están los agregados gruesos (brecha volcánica) y el otro frente de toba volcánica (finos). Las muestras que se tomaron fueron llevadas al laboratorio, donde se analizaron para determinar sus características índices con resultados que se citan a continuación:

Nº DE MUESTRA	TAMAÑO MAXIMO mm	GRANULOMETRÍA			LIMITES				E.A %	VRS %	EXP %	P.V.S Kg/m ²	P.V.S.M Kg/m ²	H OPTIMA %	CLASIFICACION S.U.C.S
		Rte 4.7 mm	Pas 4.7 mm	Pas 0.07 mm	LL	LP	IP	C.L							
1	37.5	84	14	2	25	N.P	N.P	0.0	79.3	86.3	0.0	1100	1595	18.3	GW
2	19	29	69	2	30	N.P	N.P	0.0	73.6	73.6	0.0	1050	1450	18.0	SM
3	37.5	57	41	2	28	N.P	N.P	0.0	76.5	86.3	0.0	1095	1520	18.1	GM
4	4.75	0.0	54	46	50	21	21	7.3	21.6	25.7	1.3	950	1230	38.5	OL
5	4.75	0.0	55	45	50	27	21	7.0	18.9	18.8	1.7	1065	1150	38.5	OL
6	3.75	75	46	53	48	25	21	7.0	20.5	16.5	1.6	985	1210	39.0	OL

El material de los frentes 1,2 y 3 cribado a tamaño máximo de 1^{1/2}” a finos, presenta una composición granulométrica fuera de lo especificado con falta de partículas entre las mallas de 1^{1/2}” a 3/8” así como de material fino. El material cribado a 3/4” a finos, también carece de finos por lo que con ambos materiales se realizo una mezcla en volumen de 50% y 50%, causando una sucesión granulométrica con escasez de finos a partir de la malla N° 10 a 200,

por lo que se considero necesario diseñar una mezcla con material de los frentes 1,2 y 3 con los finos de los frentes 4,5 y 6 que son materiales limosos color amarillo y color café claro, con los siguientes resultados obtenidos:

PROPORCION EN VOLUMEN			GRANULOMETRIA			LIMITES				E.A	VRS	EXP	FINOS	CLASIFICACION
Grava	Arena	Finos	Retiene 4.75 mm	Pasa 4.75 mm	Pasa 0.075	LL	LP	IP	CL	%	%	%	muestras	
40% 1 1/2 a finos	40% 3/4" a finos	20 %	48	38	14	39	19	20	5.7	20.6	106.6	0.26	Café claro (4)	GC-SC
40% 1 1/2 a finos	50% 3/4" a finos	10 %	49	39	12	38	18	20	5.3	39.8	106.6	00	Café claro (4)	GC-SC
40% 1 1/2 a finos	40% 3/4" a finos	20 %	47	41	12	50	29	21	7.0	20.4	119.1	0.0	Amarillo (5)	GC-SC
40% 1 1/2 a finos	50% 3/4" a finos	10 %	47	44	9	40	20	20	5.9	38.3	119.1	0.0	Amarillo (6)	GC-SC

Los materiales analizados para ser empleados en las capas de base y sub-base, que proceden de los frentes del banco cumplen con las especificaciones, pero es necesario mezclarlos en proporciones adecuadas para producir un material dentro de las especificaciones. Las mezclas generadas tienen buenos resultados para su uso en la construcción de dicho tramo carretero.

V.5.4. Extracción.

Para la extracción de los materiales es preciso que aquellos materiales que se encuentren en forma masiva se obtengan con tamaños accesibles, que en obra viales son de 75 mm como máximo. Afortunadamente se encuentran dos frentes con tamaño máximo del agregado de 1 1/2" a finos en forma natural, por lo que se dispone solamente de una retroexcavadora para aflojar el material y almacenarlo para posteriormente cargarlo en camiones de 16 m³ para transportarlo al lugar de la obra.

V.5.5. Tratamientos previos.

Los tratamientos previos se realizan antes de llegar a la obra y estos son básicamente el "papeo" de fragmentos grandes de roca (6") en forma manual.

V.5.6. Acarreos a la obra.

Los materiales se cargan directamente de los almacenes del banco en camiones de 16 y 8 m³ hacia la obra, en donde se acamellonan, en los tramos ya liberados y listos para colocar la capa subsecuente. Se coloca en forma de terraplén acordonado, esto con el fin de poder cubicar el volumen y en caso de haber un faltante poderlo recargar antes de empezar con los trabajos de homogeneizarlos para su posterior tendido.

V.5.7. Tratamientos en la obra.

En el tramo se le aplican tratamientos de carácter mecánico estabilizados de tipo químico, pero en nuestro caso se llevaran a cabo mezclas de tobas con brecha volcánica para lograr una buena mezcla es importante la adición de agua para la homogeneización y con esto alcanzar el porcentaje de compactación requerida por el proyecto. Finalmente se realizaran “papeos” por medios manuales con fragmentos de tamaño mayor a 3” los cuales van aflorando al momento de estar bandeando el material a la hora de estar afinando la capa de base o sub-base.

V.5.8. Compactación.

El material se compacta una vez que este tendido y con la humedad cercana a la optima ya que en campo esta humedad puede ser ligeramente mayor o menor de acuerdo a las variables que se presenten físicamente en la obra. El agua no se riega en una sola vez, si no que se distribuye en varias pasadas de la pipa. El material acamellonado se abre parcialmente hacia la corona y se hace el primer riego, inmediatamente pasa la motoconformadora abriendo con la cuchilla el material y se hace un cordón que se sobrepone en el material húmedo, vuelve a pasar la pipa y el proceso se repite hasta alcanzar la humedad necesaria. A continuación se homogeneiza la humedad en todo el material por medio de la motoconformadora, realizando cambios sucesivos del material hacia un lado y otro sobre la corona del camino. Cuando se consigue uniformar la humedad en todo el material se tiende en todo el ancho de corona para formar la capa con el espesor deseado y es importante tener cuidado de que el material no se clasifique, es decir que no se separen los finos de los gruesos a la hora de repartirlo del centro hacia los lados.

Una vez extendida la capa del material se compacta hasta alcanzar el grado que se pide en proyecto, que en este caso es del 95 % de su PVSM para el caso de la sub-base y del 100 % en la base. El material se compacta con maquinaria de rodillos lisos que varían desde las 15 a las 25 toneladas y se le incrementa una fuerza vibratoria para alcanzar la compactación deseada. Es importante destacar que con el diseño de la mezcla antes presentada se le incorporo un cementante con la toba adicionada para darle sustentación adecuada para el espesor de carpeta que es de 5 cm. El índice plástico debe de ser menor de 18 % o una contracción lineal máxima de 6.5 %. La importancia de cementar las bases o sub-bases es con la finalidad de que no aparezcan deformaciones cíclicas en la superficie de rodamiento y así disminuyen los costos de conservación. Se debe de considerar no excederse en el cementante por lo que se debe tomar en cuenta las pruebas de VRS, plasticidad y valor cementante.

V.5.9. Riego de impregnación.

Cuando se alcanzo el grado de compactación deseado y estipulado por el proyecto se procede a barrer la superficie retirando los finos y basuras que pueda haber. Y se aplica el riego de impregnación con emulsión RL2K a razón de 1.5 lts/m². Este riego de impregnación sirve para tener una zona de transición entre la base de los materiales naturales y la carpeta asfáltica, el asfalto debe de penetrar en la capa de base cuando menos unos 3 mm. Si la capa

de la base es de textura muy cerrada es importante disminuir la cantidad por metro cuadrado, si sucede lo contrario, es decir con textura muy abierta se debe de aumentar hasta 1.2 lts/m². Se deja reposar el riego de impregnación al menos 24 horas antes de iniciar con el tendido de la carpeta.

V.5.10. Riego de liga.

El riego de liga con emulsión RR2K se colocara a razón de 0.5 lts/m² para revivir el asfalto y producir la adherencia adecuado entre la base y la carpeta, se debe de barrer la superficie para eliminar polvo o basuras que puedan quedar sobre la superficie impregnada.

V.6. tendido de carpeta.

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

El tendido de carpeta se realizara sobre un riego de liga y se realizara un manto con concreto asfáltico para cubrir la zona del tendido a la hora de que circule la finisher y los camiones que transportan el asfalto. La temperatura de salida del asfalto de la planta deberá de ser a 160 °C y llegar a vaciar a la finisher a 140°C para que al compactar se encuentre al menos a 120°C. El espesor compacto será de 5 cm, por lo que en el escantillón de la extendedora deberá estar a 6.2 cm para garantizar el espesor compacto deseado en proyecto.

V.7. Control de calidad de las vías terrestres.

El control de calidad en las vías terrestres abarca varios rubros es decir se requiere de controlar tanto en tiempo y forma la obra, tanto geoméricamente hablando como con los materiales a emplear que es el tema que ahora nos ocupa. Al contratarse una obra, se convienen los precios de sus diferentes elementos cuyo cálculo se basa en la calidad requerida para las especificaciones y el proyecto, por esto al supervisar una construcción en forma efectiva se debe de exigir el cumplimiento de las condiciones aceptadas en el contrato.

El control de calidad de las vías terrestres debe de intervenir en todas las etapas de la obra, es decir desde el proyecto y construcción como en la operación y el mantenimiento de la misma.

En la etapa del proyecto se deben de hacer estudios necesarios para verificar que los bancos de los materiales cumplen con las especificaciones requeridas y si no cumple recomendar los tratamientos a los que se deberán someter para cada capa de la estructura. Cuando la obra se está construyendo se deberá verificar que los materiales suministrados sean de los frentes indicados y de que tengan el tratamiento especificado en caso de necesitarlo. Y también es necesario supervisar que los procedimientos constructivos indicados en el proyecto se cumplan cabalmente y se reflejen en la geometría horizontal, transversal y vertical de la obra, así como de los espesores marcados en cada capa que constituyen la estructura del pavimento.

Cuando se llegara a presentar alguna desviación de lo programado es importante informar inmediatamente al residente de obra para corregir y continuar con el proceso de construcción.

Por tal motivo es necesario contar con un buen programa de control de calidad y no solo valorarla como buena o mala si no especificar los parámetros en los que puede oscilar y de forma muy clara y específica determinar estos índices de fluctuación. Y no ver estas acciones como un factor que entorpezca el avance de la obra sino todo lo contrario, son acciones que finalmente nos van a determinar una obra de calidad en tiempo y forma y con las características adecuadas indicadas en el proyecto.

V.7.1. Terreno natural.

El terreno natural se define como la franja de terreno incluida en el derecho de vía y que recibe las cargas de tránsito distribuidas a través de la estructura.

La ubicación de las muestras para determinar el PVSM del terreno natural para poder determinar el grado de compactación requerido se ubican en la siguiente cadenamamiento.

Kilometro	Ubicación	N° muestra
0+040	Centro	01
0+320	Izquierdo	02
0+660	Derecho	03

Tabla de resultados

A continuación se determina la ubicación de los sondeos donde se llevara a cabo la prueba de compactación. Mediante el uso de la tabla de números aleatorios compuesta, como lo establece la fracción H.3 de la norma N.CTR.CAR.104.002, terreno natural. El tramo se dividió en dos dadas las circunstancias del equipo disponible en la obra el primero inicia en el km 0+000 y finaliza en el 0+400 con una longitud de 400 m, y un ancho total promedio de 8.0 m.

La norma antes mencionada establece que se debe de llevar a cabo una por cada 50 metros de longitud del tramo, por lo que se determina con la siguiente expresión:

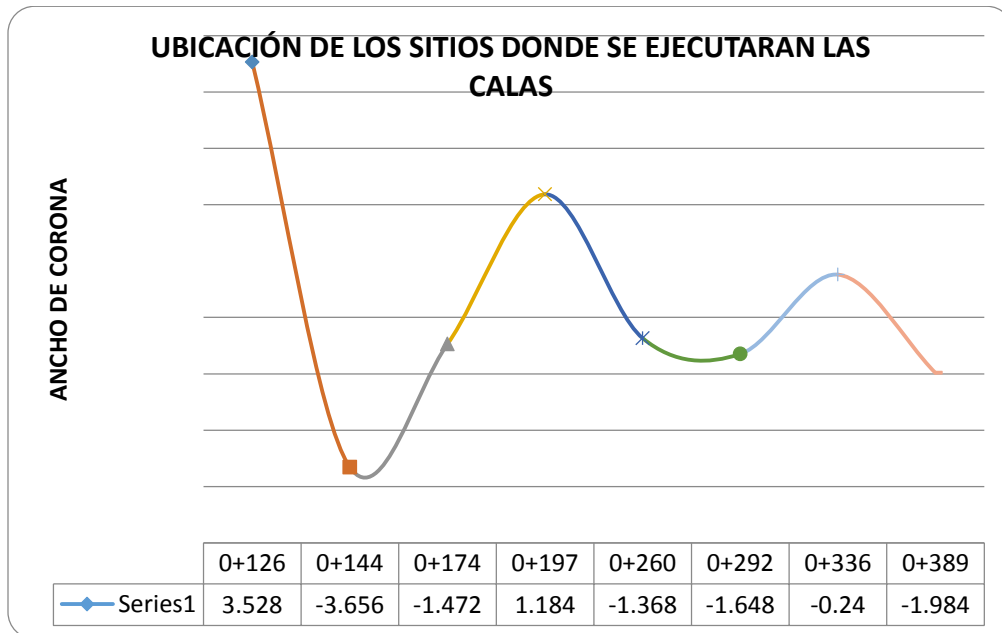
$$n = 400 / 50 = 8$$

Selección del lugar para determinar el porcentaje de compactación

Columna seleccionada de la Tabla de Números Aleatorios Compuesta			3
			Enero del 2013
Cadenamiento al origen del tramo	Cadenamiento al final del tramo	Longitud total del tramo (metros)	Ancho del tramo (metros)

0+000	0+400	400	8.00
--------------	--------------	------------	-------------

N°	A	B	Distancia Longitudinal (m)	Distancia Transversal (m)	Cadenamiento Del sitio Seleccionado (km)	Distancia Transversal Al Eje (m)	Lado
01	0.316	0.941	126.4	7.528	0+126	3.528	Izquierdo
06	0.361	0.043	144.4	0.344	0+144	-3.656	Derecho
07	0.436	0.316	174.4	2.528	0+174	-1.472	Derecho
03	0.494	0.648	197.6	5.184	0+197	1.184	Izquierdo
08	0.652	0.329	260.8	2.632	0+260	-1.368	Derecho
02	0.731	0.294	292.4	2.352	0+292	-1.648	Derecho
04	0.841	0.470	336.4	3.760	0+336	-0.24	Derecho
05	0.973	0.252	389.2	2.016	0+389	-1.984	Derecho



Grafica 1

OBSERVACIONES Y RECOMENDACIONES								
El porcentaje de compactación cumple con especificaciones SCT vigentes para la capa del terreno natural.								
EL LABORATORISTA			JEFE DEL LABORATORIO			Vo.Bo.		

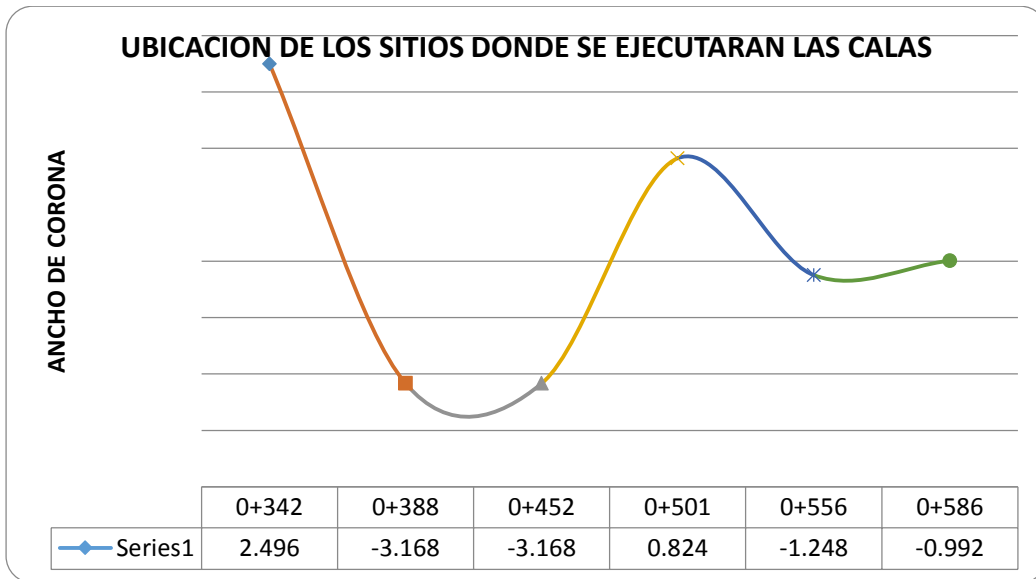
El siguiente tramo en que se realizaran los trabajos correspondientes para determinar el grado de compactación en el terreno natural comprende del km 0+400 al 0+700 con una longitud total de 300 metros lineales y un ancho promedio de 8.00 metros.
El lugar de los sondeos se determina por medio de las tablas de números aleatorios como se indica a continuación:

$$n = 300 / 50 = 6$$

Selección del lugar para determinar el porcentaje de compactación

Columna seleccionada de la Tabla de Números Aleatorios Compuesta			7
			Enero del 2013
Cadenamiento al origen del tramo	Cadenamiento al final del tramo	Longitud total del tramo (metros)	Ancho del tramo (metros)
0+400	0+700	300	8.00

N°	A	B	Distancia	Distancia	Cadenamiento	Distancia	Lado
			Longitudinal	Transversal	Del sitio	Transversal	
			(m)	(m)	Seleccionado	Al Eje	
					(km)	(m)	
03	0.143	0.812	42.90	6.496	0+342	2.496	Izquierdo
02	0.296	0.104	88.80	0.832	0+388	-3.168	Derecho
06	0.507	0.104	152.10	0.832	0+452	-3.168	Derecho
04	0.672	0.603	201.60	4.824	0+501	0.824	Izquierdo
05	0.855	0.344	256.50	2.752	0+556	-1.248	Derecho
01	0.954	0.376	286.20	3.008	0+586	-0.992	Derecho



Grafica 2



Determinación del grado de compactación en el km 0+342 lado izquierdo



Determinación de la compactación en la estación 0+556 lado derecho

V.7.2. Sub-base.

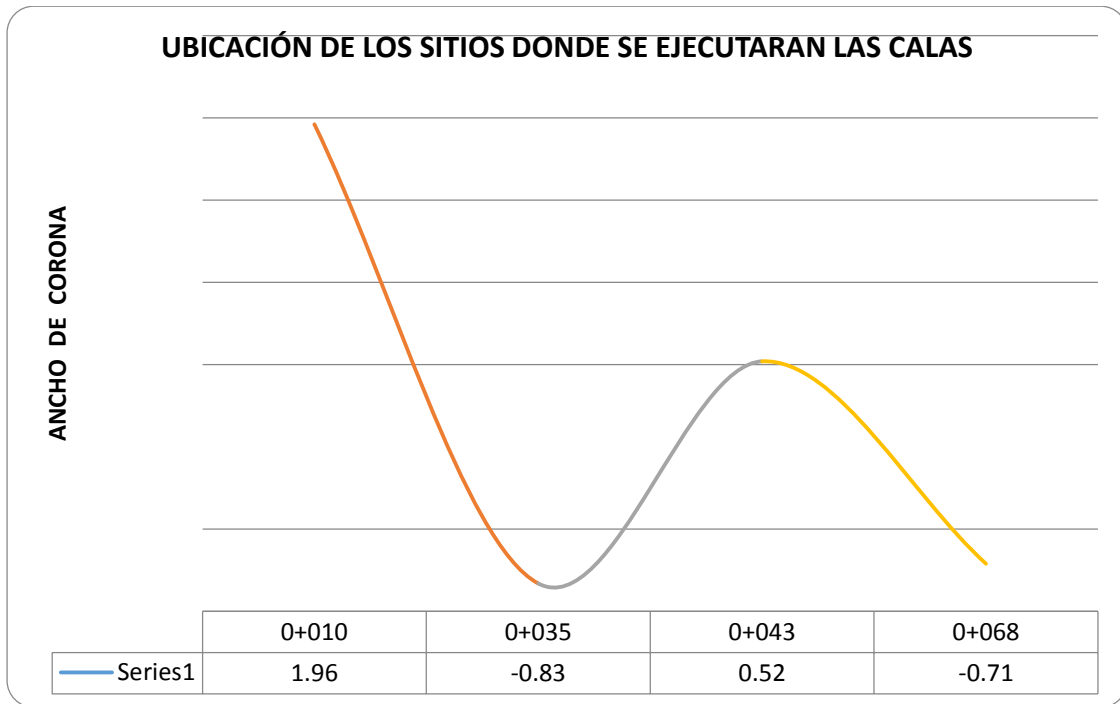
Con los resultados obtenidos de los agregados pétreos destinados a formar la capa de sub-base se autoriza el suministro del material para continuar con la formación de la estructura del pavimento y toda vez que se tiene tendido el primer tramo que comprende una longitud total de 200 metros lineales y 8.0 metros de ancho de corona. Del Km 0+000 al 0+200. Se determinan los lugares de los sondeos donde se revisara el porcentaje de compactación, que debe ser al 95 % de su PVSM y de acuerdo con la norma SCT vigentes se requiere tomar una muestra cada 50 metros quedando de la siguiente forma:

$$n = 200 / 50 = 4$$

Selección del lugar para determinar el porcentaje de compactación

Columna seleccionada de la Tabla de Números Aleatorios Compuesta			15
			Enero del 2013
Cadenamiento al origen del tramo	Cadenamiento al final del tramo	Longitud total del tramo (metros)	Ancho del tramo (metros)
0+000	0+200	200	8.00

N°	A	B	Distancia Longitudinal (m)	Distancia Transversal (m)	Cadenamiento Del sitio Seleccionado (km)	Distancia Transversal Al Eje (m)	Lado
02	0.052	0.746	10.40	5.96	0+010	1.96	Izquierdo
03	0.177	0.397	35.40	3.17	0+035	-0.83	Derecho
01	0.216	0.565	43.20	4.52	0+043	0.52	Izquierdo
04	0.338	0.412	67.60	3.29	0+068	-0.71	Derecho



Grafica 3

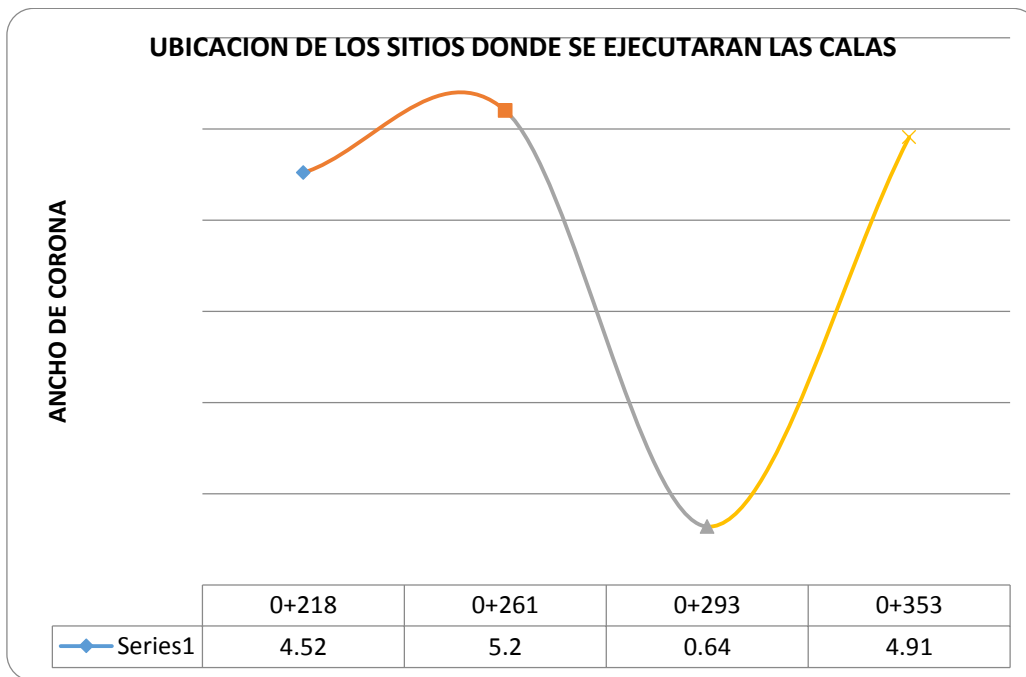
metros. Se determina que se requiere una cala cada 50 metros por lo que con la siguiente expresión queda así:

$$n = 200 / 50 = 4$$

Selección del lugar para determinar el porcentaje de compactación

Columna seleccionada de la Tabla de Números Aleatorios Compuesta			22
			Enero del 2013
Cadenamiento al origen del tramo	Cadenamiento al final del tramo	Longitud total del tramo (metros)	Ancho del tramo (metros)
0+200	0+400	200	8.00

Nº	A	B	Distancia Longitudinal (m)	Distancia Transversal (m)	Cadenamiento Del sitio Seleccionado (km)	Distancia Transversal Al Eje (m)	Lado
01	0.091	0.565	18.20	4.52	0+218	0.52	Izquierdo
02	0.305	0.651	61.00	5.20	0+261	1.20	Izquierdo
03	0.467	0.080	93.40	0.64	0+293	-3.36	Derecho
04	0.763	0.614	152.60	4.91	0+353	0.91	Izquierdo



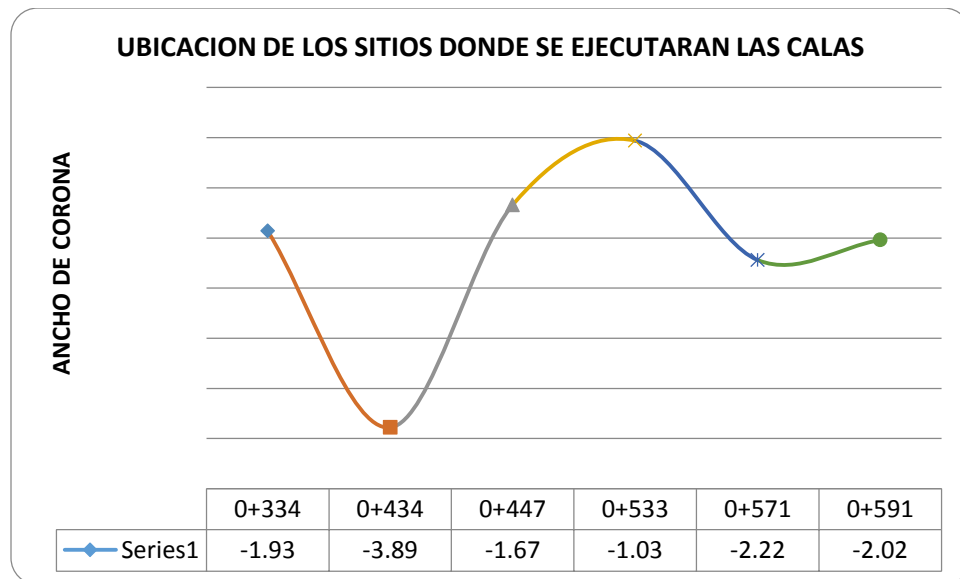
Grafica N° 4

INFORME DE COMPACTACION DE TERRACERIAS

OBRA: Pavimentación del camino vecinal	CAPA ENSAYADA: SUB-BASE
---	--------------------------------

Columna seleccionada de la Tabla de Números Aleatorios Compuesta			12
			Enero del 2013
Cadenamiento al origen del tramo	Cadenamiento al final del tramo	Longitud total del tramo (metros)	Ancho del tramo (metros)
0+400	0+700	300	8.00

N°	A	B	Distancia Longitudinal (m)	Distancia Transversal (m)	Cadenamiento Del sitio Seleccionado (km)	Distancia Transversal Al Eje (m)	Lado
02	0.114	0.741	34.20	5.93	0+334	-1.93	Derecho
04	0.447	0.014	134.10	0.11	0+434	-3.89	Derecho
01	0.489	0.291	146.70	2.33	0+447	-1.67	Derecho
06	0.778	0.371	233.40	2.97	0+533	-1.03	Derecho
03	0.903	0.223	270.90	1.78	0+571	-2.22	Derecho
05	0.969	0.135	290.70	1.08	0+591	-2.02	Derecho



Grafica N° 5



Suministro del material de sub-base km 0+420



Tendido y compactado en capa de sub-base km 0+260



Determinación del grado de compactación en la capa de sub-base en el 0+334 lado derecho.



Compactación de la capa de sub-base

V.7.3. Base.

De acuerdo con los resultados de los ensayos realizados al material procedente del banco “La Concha” y de los frentes antes mencionados se determino que el material cumple con especificaciones SCT vigentes y se autoriza el suministro de dicho material y en el orden en que se preciso anteriormente.

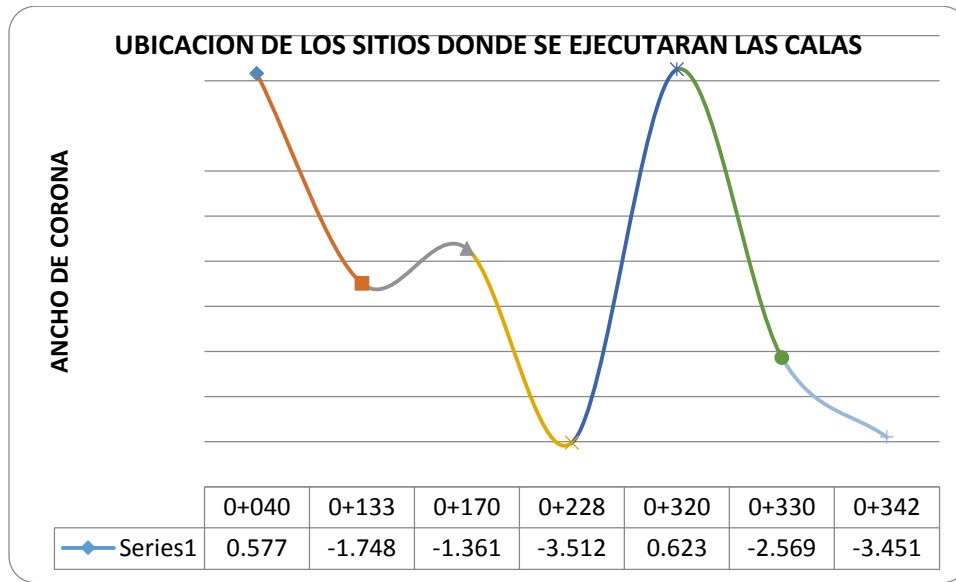
El porcentaje de compactación requerido según proyecto es del 97 % de su PVSM y con un ancho promedio de 7.60 metros de ancho y un espesor de 20 cm. Por lo que es necesario determinar el lugar donde se verificara el grado de compactación, si se tiene una longitud de 350 metros listos para verificarlo. Por norma se sabe que es necesario realizar un sondeo a cada 50 metros por lo que se realiza con la siguiente expresión:

$$n = 350 / 50 = 7$$

Selección del lugar para determinar el porcentaje de compactación

Columna seleccionada de la Tabla de Números Aleatorios Compuesta			10
			Enero del 2013
Cadenamiento al origen del tramo	Cadenamiento al final del tramo	Longitud total del tramo (metros)	Ancho del tramo (metros)
0+000	0+350	350	7.60

N°	A	B	Distancia	Distancia	Cadenamiento	Distancia	Lado
			Longitudinal	Transversal	Del sitio	Transversal	
			(m)	(m)	Seleccionado	Al Eje	
					(km)	(m)	
05	0.114	0.576	39.90	4.377	0+040	0.577	Izquierdo
01	0.380	0.270	133.00	2.052	0+133	-1.748	Derecho
04	0.485	0.321	169.75	2.439	0+170	-1.361	Derecho
06	0.650	0.038	227.50	0.288	0+228	-3.512	Derecho
02	0.912	0.582	319.20	4.423	0+320	0.623	Izquierdo
03	0.939	0.162	328.65	1.231	0+330	-2.569	Derecho
07	0.976	0.046	341.60	0.349	0+342	-3.451	Derecho

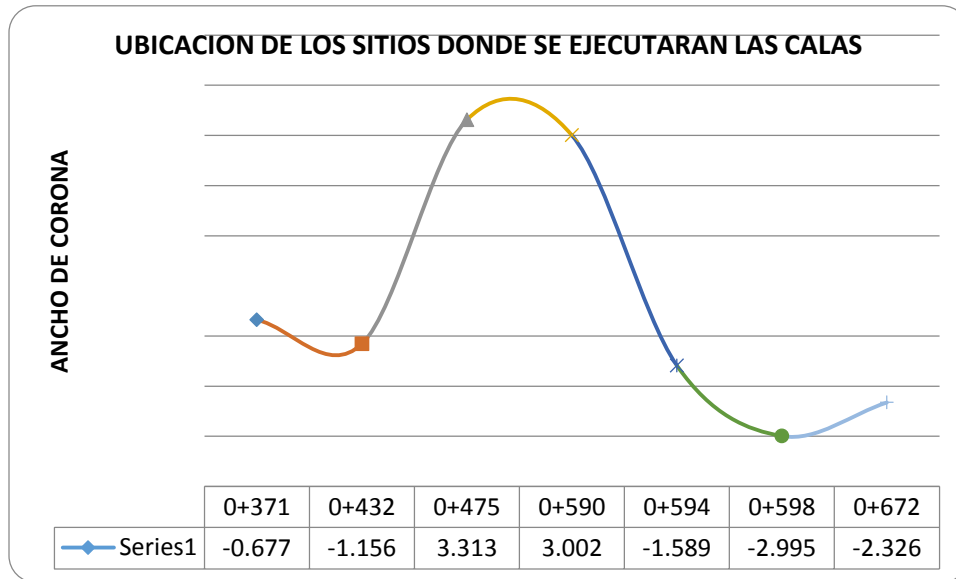


Grafica N° 6

Selección del lugar para determinar el porcentaje de compactación

Columna seleccionada de la Tabla de Números Aleatorios Compuesta			23
			Enero del 2013
Cadenamiento al origen del tramo	Cadenamiento al final del tramo	Longitud total del tramo (metros)	Ancho del tramo (metros)
0+350	0+700	350	7.60

N°	A	B	Distancia	Distancia	Cadenamiento	Distancia	Lado
			Longitudinal	Transversal	Del sitio	Transversal	
			(m)	(m)	Seleccionado	Al Eje	
			(km)	(m)			
03	0.060	0.411	21.00	3.123	0+371	-0.677	Izquierdo
06	0.233	0.348	81.55	2.644	0+432	-1.156	Derecho
07	0.356	0.936	124.60	7.113	0+475	3.313	Izquierdo
04	0.687	0.895	240.45	6.802	0+590	3.002	Izquierdo
02	0.696	0.291	243.60	2.211	0+594	-1.589	Derecho
05	0.709	0.106	248.15	0.805	0+598	-2.995	Derecho
01	0.918	0.194	321.30	1.474	0+672	-2.326	Derecho



Grafica N° 7



Construcción de la capa de base km 0+100



Construcción de la capa de base en km 0+400



Determinación de la compactación en la capa de Base en el km 0+320



Determinación del grado de compactación km 0+320

V.7.4. Carpeta asfáltica.

La carpeta asfáltica es la capa superior del pavimento que nos proporciona la superficie de rodamiento que es elaborada con agregados pétreos y productos asfálticos.

Previo al tendido de carpeta se deberá de realizar el riego de impregnación con emulsión cationica de rompimiento lento RL-2K a razón de 1.5 lts/m² dejando reposar durante al menos 24 horas para que después se aplique el riego de liga con emulsión cationica de rompimiento rápido RR-2K a razón de 0.5 lts/m² para poder mantear e inmediatamente proceder al tendido de carpeta.

Debido a las características del cemento asfáltico este tipo de carpetas tiene propiedades elásticas, con ruptura de tipo frágil y de poca resistencia, principalmente en lugares de temperaturas bajas. En general el material pétreo utilizado es de roca triturada principalmente de basalto, andesita o riolita, incluso algunas calizas y se hace muy importante la granulometría por lo que las normas son muy exigentes y se realizan pastillas en el lugar del tendido para verificar el contenido óptimo del asfalto así como otras propiedades físicas mediante la prueba Marshall.



Banco de agregados pétreos para la carpeta asfáltico (diseño Marshall).



Tramo impregnado km 0+500



Impregnación de la Base en el km 0+700

Se llevo a cabo un muestreo en la planta de asfaltos que va a suministrar la mezcla para determinar sus características físicas requeridas según proyecto mediante el diseño Marshall y así verificar la calidad.



Muestreo de los agregados petreos en la planta para la elaboracion del concreto asfaltico.

Una vez aprobado el suministro del concreto asfaltico se lleva a cabo el suministro, tendido y compactado de la carpeta existente en todo el tramo por lo que es necesario realizar unos muestreos donde se realizaran pastillas Marshall en el lugar con la temperatura de tendido así como muestras para verificar, el contenido optimo de asfalto, mediante lavados, la granulometría y pesos volumétricos para comparar estos resultados con los de diseño. Para elegir los sitios de muestreo se realiza mediante la tabla de números aleatorios quedando de la siguiente forma:

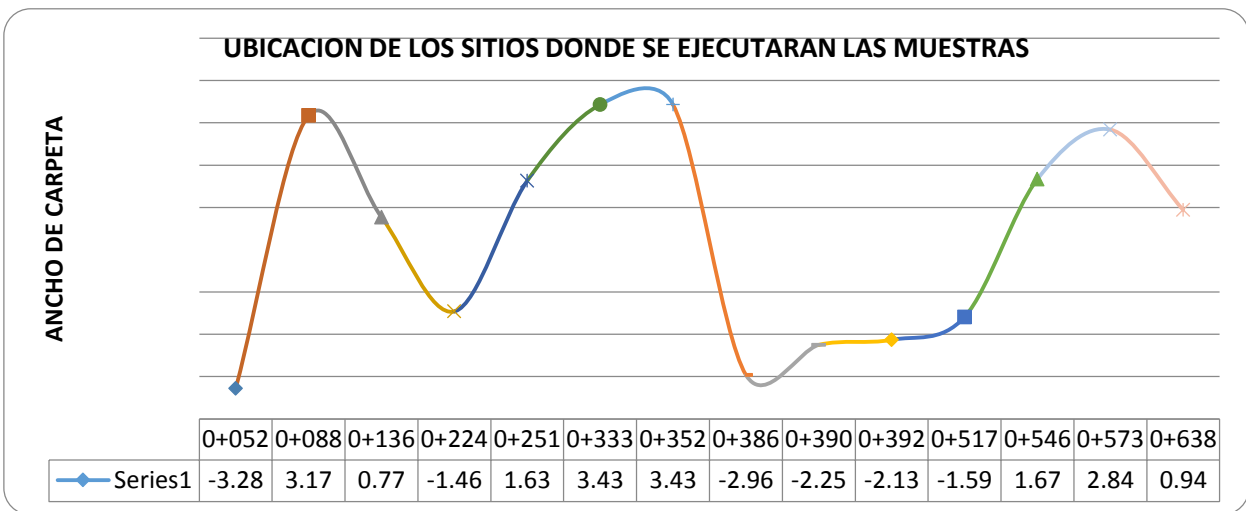
$$n = 700 / 50 = 14$$

Selección del lugar para determinar el muestreo

Columna seleccionada de la Tabla de Números Aleatorios Compuesta			11
			Enero del 2013
Cadenamiento al origen del tramo	Cadenamiento al final del tramo	Longitud total del tramo (metros)	Ancho del tramo (metros)
0+000	0+700	700	7.00

N°	A	B	Distancia	Distancia	Cadenamiento	Distancia	Lado
			Longitudinal (m)	Transversal (m)	Del sitio Seleccionado (km)	Transversal Al Eje (m)	
06	0.074	0.032	51.80	0.22	0+052	-3.28	Derecho
07	0.126	0.954	88.20	6.67	0+088	3.17	Izquierdo
08	0.194	0.610	135.80	4.27	0+136	0.77	Izquierdo
14	0.320	0.292	224.00	2.04	0+224	-1.46	Derecho
04	0.359	0.734	251.30	5.13	0+251	1.63	Izquierdo
09	0.476	0.991	333.20	6.93	0+333	3.43	Izquierdo
11	0.503	0.990	352.10	6.93	0+352	3.43	Izquierdo
01	0.552	0.077	386.40	0.54	0+386	-2.96	Derecho
12	0.556	0.179	389.20	1.25	0+390	-2.25	Derecho
10	0.559	0.197	391.30	1.37	0+392	-2.13	Derecho
02	0.739	0.273	517.30	1.91	0+517	-1.59	Derecho
13	0.780	0.739	546.00	5.17	0+546	1.67	Izquierdo
05	0.818	0.906	572.60	6.34	0+573	2.84	Izquierdo
03	0.912	0.635	638.40	4.44	0+638	0.94	izquierdo

En estos lugares seleccionados se realizaron muestreos de concreto asfáltico, verificación de la temperatura de tendido, contenido de asfalto y granulometría.





Tendido de carpeta asfáltica km 0+480.



Determinación del ancho para aplicar el riego de liga 0+080



Elaboracion de pastillas Marshall in si tu.



Temperatura de compactado de la carpeta asfaltica.

CAPITULO VI

VI.1. Analisis de resultados.

Cuando construimos un obra y en este caso un camino siempre nos enfrentamos a condiciones muy diferentes, es decir cada obra tiene sus particularidades que bien pueden ser tecnicas, presupuestales e incluso sociales y la forma de resolver estos problemas son basicamente nuestra experiencia. En esta obra en particular se tenian varios aspectos a considerar. En primer lugar se nos presenta una obra que forma parte de la red carretera del municipio de Chiautla la cual tiene las caracteristicas de estar en suelos basicamente de cultivo en suelos con arcillas muy saturadas y que tienen capacidad de carga relativamente bajas, ahora el camino ya contaba con un cierto mantenimiento, es decir, se le agregaba año con año material para revestirlo y basicamente eran brechas volcanicas de la mina la Concha ubicada al norte del camino en la comunidad vecina, este revestimiento colocado en capas y con el paso del tiempo le dio una cierta estructura al camino por lo que la recomendación fue no realizar trabajos de apertura de caja para deshalojar el material sino solamente escarificar hasta una profundidad de 20 cm y volver a confinar el material pero ahora con los niveles longitudinales y transversales de acuerdo al proyecto geometrico.



Escarificado del terreno natural constituido basicamente por brecha volcanica.

Una vez que se le dieron los niveles pertinentes tanto longitudinalmente como transversal en el km 0+380 nos encontramos con una atarjea que se encuentra en uso y la cual por obvias razones no podíamos tocarla, es decir realizar alguna obra de desvío por lo que se llego a la conclusión de modificar la pendiente en este punto formando un parteaguas del 0+000 al 0+380 la pendiente se haría en contra y del 0+380 al 0+700 se haría la pendiente a favor del cadenamamiento, que es así como finalmente se estaba trabajando en forma natural.

Los estudios de los materiales a usar para formar la estructura del camino fueron básicamente en el banco que se ubica a 3 kilómetros de esta localidad y que pertenece al mismo municipio, dicho banco de materiales fue abierto por la misma SCT en los años 70 al construir la carretera transmitropolitana por lo que con plena confianza se enfatizo el extraer los agregados ya que esto nos impactaría en forma positiva la construcción de la obra. Se estudiaron cuatro frentes es decir dos de agregados fino y dos de agregados gruesos, tobas y brechas volcánicas respectivamente y se tuvo que diseñar la granulometría adecuada para que lográramos cumplir con los valores de compactación establecidos en proyecto así como garantizar la calidad y durabilidad esperada es importante resaltar que no se les tuvo que realizar ningún tratamiento previo, incluso de tamizado solo adicionarle porcentaje de cementante o de gruesos, pero esto directamente en los bancos de almacenamiento y verificando siempre la granulometría esperada, por lo que tanto el material de sub-base, como el de base cumplen ampliamente con especificaciones SCT vigentes y con los parámetros indicados en el proyecto.

Se considero necesario diseñar una mezcla con material de los frentes 1,2 y 3 con los finos de los frentes 4,5 y 6 que son materiales limosos color amarillo y color café claro, con los siguientes resultados obtenidos:

PROPORCION EN VOLUMEN			GRANULOMETRIA			LIMITES				E.A	VRS	EXP	FINOS	CLASIFI
Grava	Arena	Finos	Retiene 4.75 mm	Pasa 4.75 mm	Pasa 0.075	LL	LP	IP	CL	%	%	%	muestras	CACION
40% 1 ^{1/2} a finos	40% 3/4" a finos	20 %	48	38	14	39	19	20	5.7	20.6	106.6	0.26	Café claro (4)	GC-SC
40% 1 ^{1/2} a finos	50% 3/4" a finos	10 %	49	39	12	38	18	20	5.3	39.8	106.6	00	Café claro (4)	GC-SC
40% 1 ^{1/2} a finos	40% 3/4" a finos	20 %	47	41	12	50	29	21	7.0	20.4	119.1	0.0	Amarillo (5)	GC-SC
40% 1 ^{1/2} a finos	50% 3/4" a finos	10 %	47	44	9	40	20	20	5.9	38.3	119.1	0.0	Amarillo (6)	GC-SC

En el caso del control de calidad durante el proceso constructivo se estuvieron llevando a cabo todos los muestreos necesarios para llevar a cabo dicho proceso y verificar que realmente estuvieran resultando los parámetros esperados, en el caso de la estadística nos pudimos dar cuenta que para el caso de la localización de los sondeos se llevo a cabo mediante las tablas de los números aleatorios, pero nos percatamos que en ocasiones los sondeos se llegaron a concentrar en ciertos puntos del cuerpo del terraplén, dejando sin analizar el resto provocando un poco de incertidumbre con los resultados, en ningún momento se procedió a realizar los sondeos como se realizaba antiguamente, que se hacía a tres bolillo, es decir izquierdo, centro, derecho; izquierdo, centro, derecho y a cada 50 metros; por lo que podemos determinar que si es necesario tener en cuenta estos puntos y aplicar en forma adecuada el criterio de evaluación de los lugares de los sondeos para evitar tener la duda de los lugares que pudieran quedar sin evaluar. Durante el proceso del tendido de superficie de rodamiento se muestreo antes en la planta donde se elabora la mezcla asfáltica para verificar las características importantes y durante el tendido nuevamente se llevo a cabo un muestreo para hacer la comparación y se obtuvieron valores muy semejantes por lo que no se tuvo algún problema con respecto al contenido optimo de asfalto, granulometría entre otras.

La colocación de las bocas de tormenta en los lugares indicados, es importante mencionar que en esta etapa no serán utilizados ya que el tramo no cuenta con ningún tipo de guarniciones o bordillo que nos ayude a encauzar el agua por lo que solamente se logra desalojar el agua de la superficie de rodamiento con la pendiente transversal indicada del 2 % de bombeo y esta a su vez escurrirá por los lados solamente absorbiéndose esta en los terrenos que la circundan.

VI.1.1 Números Generadores.

Los números generadores se refieren a los volúmenes ejecutados en obra y están concepto por concepto como aparecen en el presupuesto base y los valores obtenidos son muy similares, ya que se tomaron en cuenta desde un principio todas las variables posibles, cuando se tiene un volumen mucho mayor a lo programado o algún concepto fuera de catalogo es necesario analizarlo y pedir la autorización para su pago de otra manera, el trabajo realizado fuera de catalogo de conceptos no se pagara bajo ninguna circunstancia.

A continuación se presentan los Números generadores con la cronología del presupuesto y la descripción correspondiente.

Pavimentación del Camino al Ejido, Chimalpa Chiautla Estado de México.

OBRA: Pavimentación del Camino al Ejido, Chimalpa Chiautla Estado de México.

GENERADOR DE OBRA		
CLAVE	CONCEPTO	FECHA
TZ-001	Trazo y nivelación con equipo topográfico, estableciendo ejes de referencia y bancos de nivel. Incluye: materiales, mano de obra, equipo y herramienta.	AGOSTO

ESTACION	ANCHO (M)	ANCHO PROMEDIO (M)	DISTANCIA ENTRE ESTACIONES	AREA (M²)	AREA ACUMULADO (M²)	CROQUIS
0+000	7.40	7.40	-	-	-	SE ANEXA CROQUIS
0+020	7.40	7.40	20.00	148.00	148.00	
0+040	7.40	7.40	20.00	148.00	296.00	
0+060	7.40	7.40	20.00	148.00	444.00	
0+080	7.40	7.40	20.00	148.00	592.00	
0+100	7.40	7.40	20.00	148.00	740.00	
0+120	7.40	7.40	20.00	148.00	888.00	
0+140	7.40	7.40	20.00	148.00	1036.00	
0+160	7.40	7.40	20.00	148.00	1184.00	
0+180	7.40	7.40	20.00	148.00	1332.00	
0+200	7.40	7.40	20.00	148.00	1480.00	
0+220	7.40	7.40	20.00	148.00	1628.00	
0+240	7.40	7.40	20.00	148.00	1776.00	
0+260	7.40	7.40	20.00	148.00	1924.00	
0+280	7.40	7.40	20.00	148.00	2072.00	
0+300	7.40	7.40	20.00	148.00	2220.00	
0+320	7.40	7.40	20.00	148.00	2368.00	
0+340	7.40	7.40	20.00	148.00	2516.00	
0+360	7.40	7.40	20.00	148.00	2664.00	
0+380	7.40	7.40	20.00	148.00	2812.00	
0+400	7.40	7.40	20.00	148.00	2960.00	
0+420	7.40	7.40	20.00	148.00	3108.00	
0+440	7.40	7.40	20.00	148.00	3256.00	
0+460	7.40	7.40	20.00	148.00	3404.00	
0+480	7.40	7.40	20.00	148.00	3552.00	
0+500	7.40	7.40	20.00	148.00	3700.00	
0+520	7.40	7.40	20.00	148.00	3848.00	
0+540	7.40	7.40	20.00	148.00	3996.00	
0+560	7.40	7.40	20.00	148.00	4144.00	
0+580	7.40	7.40	20.00	148.00	4292.00	
0+600	7.40	7.40	20.00	148.00	4440.00	
0+620	7.40	7.40	20.00	148.00	4588.00	
0+640	7.40	7.40	20.00	148.00	4736.00	
0+660	7.40	7.40	20.00	148.00	4884.00	
0+680	7.40	7.40	20.00	148.00	5032.00	
0+700	7.40	7.40	20.00	148.00	5180.00	
				TOTAL	5180.00 M²	

Pavimentación del Camino al Ejido, Chimalpa Chiautla Estado de México.

OBRA: Pavimentación del Camino al Ejido, Chimalpa Chiautla Estado de México.

GENERADOR DE OBRA		
CLAVE	CONCEPTO	FECHA
TER-003	Apertura de caja en terreno natural con medios mecánicos a una profundidad promedio de 20 cm, conforme proyecto medido en banco.	AGOSTO

ESTACIO N	AREA SECCION (M²)	AREA PROMEDIO (M²)	DISTANCIA ENTRE ESTACIONES	VOLUMEN (M³)	VOLUMEN ACUMULADO (M³)	CROQUIS
0+000	4.187	-	-	-	-	SE ANEXA CROQUIS
0+020	3.741	3.964	20.00	79.28	79.28	
0+040	2.897	3.319	20.00	66.38	145.66	
0+060	1.873	2.385	20.00	47.70	193.36	
0+080	1.386	1.629	20.00	32.58	225.94	
0+100	1.160	1.273	20.00	25.46	251.40	
0+120	-	-	-	-	-	
0+140	-	-	-	-	-	
0+160	-	-	-	-	-	
0+180	-	-	-	-	-	
0+200	-	-	-	-	-	
0+220	-	-	-	-	-	
0+240	-	-	-	-	-	
0+260	-	-	-	-	-	
0+280	-	-	-	-	-	
0+300	-	-	-	-	-	
0+320	-	-	-	-	-	
0+340	-	-	-	-	-	
0+360	0.385	-	-	-	-	
0+380	3.255	1.820	20.00	36.40	287.80	
0+400	1.207	2.231	20.00	44.62	332.42	
0+420	1.386	1.296	20.00	25.92	358.34	
0+440	1.349	1.367	20.00	27.34	385.68	
0+460	0.857	2.206	20.00	44.12	429.80	
0+480	0.644	0.750	20.00	15.00	444.80	
0+500	0.420	0.532	20.00	10.64	455.44	
0+520	0.771	0.595	20.00	11.84	467.28	
0+540	1.032	0.901	20.00	18.02	485.30	
0+560	0.689	0.860	20.00	17.20	502.25	
0+580	1.379	1.034	20.00	20.68	523.18	
0+600	0.353	0.866	20.00	17.32	540.50	
0+620	0.126	0.239	20.00	4.78	545.28	
0+640	-	-	-	-	-	
0+660	-	-	-	-	-	
0+680	-	-	-	-	-	
0+700	-	-	-	-	-	
				TOTAL	545.28 M³	

Pavimentación del Camino al Ejido, Chimalpa Chiautla Estado de México.

OBRA: Pavimentación del Camino al Ejido, Chimalpa Chiautla Estado de México.

GENERADOR DE OBRA		
CLAVE	CONCEPTO	FECHA
TER-001	Formación de terraplenes con material producto de excavación con el fin de obtener el nivel de subrasante de proyecto compactado al 90 % de su PVSM. Incluye mano de obra y equipo.	AGOSTO

ESTACIO N	AREA SECCION (M²)	AREA PROMEDIO (M²)	DISTANCIA ENTRE ESTACIONES	VOLUMEN (M³)	VOLUMEN ACUMULADO (M³)	CROQUIS
0+000	-	-	-	-	-	SE ANEXA CROQUIS
0+020	-	-	-	-	-	
0+040	-	-	-	-	-	
0+060	-	-	-	-	-	
0+080	-	-	-	-	-	
0+100	-	-	-	-	-	
0+120	0.596	-	-	-	-	
0+140	1.047	0.821	20.00	16.42	16.42	
0+160	2.124	1.585	20.00	31.70	48.12	
0+180	2.149	2.136	20.00	42.72	90.84	
0+200	2.043	2.096	20.00	41.92	132.76	
0+220	1.447	1.745	20.00	34.90	167.66	
0+240	2.372	1.909	20.00	38.18	205.84	
0+260	2.572	2.472	20.00	49.44	255.28	
0+280	2.572	2.572	20.00	51.44	306.72	
0+300	2.807	2.689	20.00	53.78	360.50	
0+320	2.105	2.456	20.00	49.12	409.62	
0+340	1.332	1.718	20.00	34.36	443.98	
0+360	-	-	-	-	-	
0+380	-	-	-	-	-	
0+400	-	-	-	-	-	
0+420	-	-	-	-	-	
0+440	-	-	-	-	-	
0+460	-	-	-	-	-	
0+480	-	-	-	-	-	
0+500	-	-	-	-	-	
0+520	-	-	-	-	-	
0+540	-	-	-	-	-	
0+560	-	-	-	-	-	
0+580	-	-	-	-	-	
0+600	-	-	-	-	-	
0+620	-	-	-	-	-	
0+640	1.981	-	-	-	-	
0+660	1.939	1.960	20.00	39.20	483.18	
0+680	1.897	1.918	20.00	38.36	521.54	
0+700	2.170	2.033	20.00	40.66	562.20	
				TOTAL	562.20 M³	

Pavimentación del Camino al Ejido, Chimalpa Chiautla Estado de México.

OBRA: Pavimentación del Camino al Ejido, Chimalpa Chiautla Estado de México.

GENERADOR DE OBRA		
CLAVE	CONCEPTO	FECHA
TER-005	Carga y acarreo de materiales producto de la excavación a tiro libre. Incluye mano de obra, equipo y herramienta.	AGOSTO

ESTACIO N	AREA SECCION (M²)	AREA PROMEDIO (M²)	DISTANCIA ENTRE ESTACIONES	VOLUMEN (M³)	VOLUMEN ACUMULADO (M³)	CROQUIS
0+000	-	-	-	-	-	SE ANEXA CROQUIS
0+020	-	-	-	-	-	
0+040	-	-	-	-	-	
0+060	-	-	-	-	-	
0+080	-	-	-	-	-	
0+100	-	-	-	-	-	
0+120	0.596	-	-	-	-	
0+140	1.047	0.821	20.00	16.42	16.42	
0+160	2.124	1.585	20.00	31.70	48.12	
0+180	2.149	2.136	20.00	42.72	90.84	
0+200	2.043	2.096	20.00	41.92	132.76	
0+220	1.447	1.745	20.00	34.90	167.66	
0+240	2.372	1.909	20.00	38.18	205.84	
0+260	2.572	2.472	20.00	49.44	255.28	
0+280	2.572	2.572	20.00	51.44	306.72	
0+300	2.807	2.689	20.00	53.78	360.50	
0+320	2.105	2.456	20.00	49.12	409.62	
0+340	1.332	1.718	20.00	34.36	443.98	
0+360	-	-	-	-	-	
0+380	-	-	-	-	-	
0+400	-	-	-	-	-	
0+420	-	-	-	-	-	
0+440	-	-	-	-	-	
0+460	-	-	-	-	-	
0+480	-	-	-	-	-	
0+500	-	-	-	-	-	
0+520	-	-	-	-	-	
0+540	-	-	-	-	-	
0+560	-	-	-	-	-	
0+580	-	-	-	-	-	
0+600	-	-	-	-	-	
0+620	-	-	-	-	-	
0+640	1.981	-	-	-	-	
0+660	1.939	1.960	20.00	39.20	483.18	
0+680	1.897	1.918	20.00	38.36	521.54	
0+700	2.170	2.033	20.00	40.66	562.20	
				TOTAL	562.20 M³	

Pavimentación del Camino al Ejido, Chimalpa Chiautla Estado de México.

OBRA: Pavimentación del Camino al Ejido, Chimalpa Chiautla Estado de México.

GENERADOR DE OBRA		
CLAVE	CONCEPTO	FECHA
TER-007	Afine y compactación de terreno natural por medios mecánicos para formación de subrasante compactada con la humedad necesaria y al 90 % proctor. Incluye: mano de obra, equipo y herramienta.	AGOSTO

ESTACION	ANCHO (M)	ANCHO PROMEDIO (M)	DISTANCIA ENTRE ESTACIONES	AREA (M²)	AREA ACUMULADO (M²)	CROQUIS
0+000	7.40	7.40	-	-	-	SE ANEXA CROQUIS
0+020	7.40	7.40	20.00	148.00	148.00	
0+040	7.40	7.40	20.00	148.00	296.00	
0+060	7.40	7.40	20.00	148.00	444.00	
0+080	7.40	7.40	20.00	148.00	592.00	
0+100	7.40	7.40	20.00	148.00	740.00	
0+120	7.40	7.40	20.00	148.00	888.00	
0+140	7.40	7.40	20.00	148.00	1036.00	
0+160	7.40	7.40	20.00	148.00	1184.00	
0+180	7.40	7.40	20.00	148.00	1332.00	
0+200	7.40	7.40	20.00	148.00	1480.00	
0+220	7.40	7.40	20.00	148.00	1628.00	
0+240	7.40	7.40	20.00	148.00	1776.00	
0+260	7.40	7.40	20.00	148.00	1924.00	
0+280	7.40	7.40	20.00	148.00	2072.00	
0+300	7.40	7.40	20.00	148.00	2220.00	
0+320	7.40	7.40	20.00	148.00	2368.00	
0+340	7.40	7.40	20.00	148.00	2516.00	
0+360	7.40	7.40	20.00	148.00	2664.00	
0+380	7.40	7.40	20.00	148.00	2812.00	
0+400	7.40	7.40	20.00	148.00	2960.00	
0+420	7.40	7.40	20.00	148.00	3108.00	
0+440	7.40	7.40	20.00	148.00	3256.00	
0+460	7.40	7.40	20.00	148.00	3404.00	
0+480	7.40	7.40	20.00	148.00	3552.00	
0+500	7.40	7.40	20.00	148.00	3700.00	
0+520	7.40	7.40	20.00	148.00	3848.00	
0+540	7.40	7.40	20.00	148.00	3996.00	
0+560	7.40	7.40	20.00	148.00	4144.00	
0+580	7.40	7.40	20.00	148.00	4292.00	
0+600	7.40	7.40	20.00	148.00	4440.00	
0+620	7.40	7.40	20.00	148.00	4588.00	
0+640	7.40	7.40	20.00	148.00	4736.00	
0+660	7.40	7.40	20.00	148.00	4884.00	
0+680	7.40	7.40	20.00	148.00	5032.00	
0+700	7.40	7.40	20.00	148.00	5180.00	
				TOTAL	5180.00 M²	

Pavimentación del Camino al Ejido, Chimalpa Chiautla Estado de México.

OBRA: Pavimentación del Camino al Ejido, Chimalpa Chiautla Estado de México.

GENERADOR DE OBRA		
CLAVE	CONCEPTO	FECHA
TER-001	Sub-base de 30 cm de espesor con material controlado de banco proporción 60-40 de tezontle y tepetate, con la humedad necesaria y al 95 % proctor. Incluye: material, maquinaria y acarreo.	AGOSTO

ESTACION N	AREA SECCION (M²)	AREA PROMEDIO (M²)	DISTANCIA ENTRE ESTACIONES	VOLUMEN (M³)	VOLUMEN ACUMULADO (M³)	CROQUIS
0+000	2.100	-	-	-	-	SE ANEXA CROQUIS
0+020	2.100	2.100	20.00	42.00	42.00	
0+040	2.100	2.100	20.00	42.00	84.00	
0+060	2.100	2.100	20.00	42.00	126.00	
0+080	2.100	2.100	20.00	42.00	168.00	
0+100	2.100	2.100	20.00	42.00	210.00	
0+120	2.100	2.100	20.00	42.00	252.00	
0+140	2.100	2.100	20.00	42.00	294.00	
0+160	2.100	2.100	20.00	42.00	336.00	
0+180	2.100	2.100	20.00	42.00	378.00	
0+200	2.100	2.100	20.00	42.00	420.00	
0+220	2.100	2.100	20.00	42.00	462.00	
0+240	2.100	2.100	20.00	42.00	504.00	
0+260	2.100	2.100	20.00	42.00	546.00	
0+280	2.100	2.100	20.00	42.00	588.00	
0+300	2.100	2.100	20.00	42.00	630.00	
0+320	2.100	2.100	20.00	42.00	672.00	
0+340	2.100	2.100	20.00	42.00	714.00	
0+360	2.100	2.100	20.00	42.00	756.00	
0+380	2.100	2.100	20.00	42.00	798.00	
0+400	2.100	2.100	20.00	42.00	840.00	
0+420	2.100	2.100	20.00	42.00	882.00	
0+440	2.100	2.100	20.00	42.00	924.00	
0+460	2.100	2.100	20.00	42.00	966.00	
0+480	2.100	2.100	20.00	42.00	1008.00	
0+500	2.100	2.100	20.00	42.00	1050.00	
0+520	2.100	2.100	20.00	42.00	1092.00	
0+540	2.100	2.100	20.00	42.00	1134.00	
0+560	2.100	2.100	20.00	42.00	1176.00	
0+580	2.100	2.100	20.00	42.00	1218.00	
0+600	2.100	2.100	20.00	42.00	1260.00	
0+620	2.100	2.100	20.00	42.00	1302.00	
0+640	2.100	2.100	20.00	42.00	1344.00	
0+660	2.100	2.100	20.00	42.00	1386.00	
0+680	2.100	2.100	20.00	42.00	1428.00	
0+700	2.100	2.100	20.00	42.00	1470.00	
				TOTAL	1470.00 M³	

Pavimentación del Camino al Ejido, Chimalpa Chiautla Estado de México.

OBRA: Pavimentación del Camino al Ejido, Chimalpa Chiautla Estado de México.

GENERADOR DE OBRA		
CLAVE	CONCEPTO	FECHA
TER-002	Base hidráulica de 20 cm de espesor con material controlado de banco con proporción 70-30 de tezontle y tepetate con la humedad optima y compactado al 100 % proctor. Incluye: material, maquinaria y acarreos.	AGOSTO

ESTACION N	AREA SECCION (M²)	AREA PROMEDIO (M²)	DISTANCIA ENTRE ESTACIONES	VOLUMEN (M³)	VOLUMEN ACUMULADO (M³)	CROQUIS
0+000	1.400	-	-	-	-	SE ANEXA CROQUIS
0+020	1.400	1.400	20.00	28.00	28.00	
0+040	1.400	1.400	20.00	28.00	56.00	
0+060	1.400	1.400	20.00	28.00	84.00	
0+080	1.400	1.400	20.00	28.00	112.00	
0+100	1.400	1.400	20.00	28.00	140.00	
0+120	1.400	1.400	20.00	28.00	168.00	
0+140	1.400	1.400	20.00	28.00	196.00	
0+160	1.400	1.400	20.00	28.00	224.00	
0+180	1.400	1.400	20.00	28.00	252.00	
0+200	1.400	1.400	20.00	28.00	280.00	
0+220	1.400	1.400	20.00	28.00	308.00	
0+240	1.400	1.400	20.00	28.00	336.00	
0+260	1.400	1.400	20.00	28.00	364.00	
0+280	1.400	1.400	20.00	28.00	392.00	
0+300	1.400	1.400	20.00	28.00	420.00	
0+320	1.400	1.400	20.00	28.00	448.00	
0+340	1.400	1.400	20.00	28.00	476.00	
0+360	1.400	1.400	20.00	28.00	504.00	
0+380	1.400	1.400	20.00	28.00	532.00	
0+400	1.400	1.400	20.00	28.00	560.00	
0+420	1.400	1.400	20.00	28.00	588.00	
0+440	1.400	1.400	20.00	28.00	616.00	
0+460	1.400	1.400	20.00	28.00	644.00	
0+480	1.400	1.400	20.00	28.00	672.00	
0+500	1.400	1.400	20.00	28.00	700.00	
0+520	1.400	1.400	20.00	28.00	728.00	
0+540	1.400	1.400	20.00	28.00	756.00	
0+560	1.400	1.400	20.00	28.00	784.00	
0+580	1.400	1.400	20.00	28.00	812.00	
0+600	1.400	1.400	20.00	28.00	840.00	
0+620	1.400	1.400	20.00	28.00	868.00	
0+640	1.400	1.400	20.00	28.00	896.00	
0+660	1.400	1.400	20.00	28.00	924.00	
0+680	1.400	1.400	20.00	28.00	952.00	
0+700	1.400	1.400	20.00	28.00	980.00	
				TOTAL	980.00 M³	

OBRA: Pavimentación del Camino al Ejido, Chimalpa Chiautla Estado de México.

GENERADOR DE OBRA		
CLAVE	CONCEPTO	FECHA
ALB-011	Renivelación de pozos de visita a nivel de base, con tabique rojo recocido de 5.50x12x24 cm. Asentados con mortero de cemento-arena, con proporción 1:3. Incluye: brocal con tapa de concreto prefabricado, materiales, herramienta y mano de obra.	AGOSTO

ESTACION	AREA SECCION (M²)	AREA PROMEDIO (M²)	DISTANCIA ENTRE ESTACIONES	PIEZAS	PIEZAS ACUMULADAS	CROQUIS
0+100				1.00	1.00	
0+200				1.00	2.00	
0+300				1.00	3.00	
0+400				1.00	4.00	
0+500				1.00	5.00	
				TOTAL	5.00 PZA	

GENERADOR DE OBRA		
CLAVE	CONCEPTO	FECHA
ALB-015	Construcción de bocas de tormenta utilizando tubería de concreto simple de 20 cm de diámetro con juntas de mortero de cemento-arena con proporción de 1-3 con arenoso y coladera de concreto prefabricado. Incluye: excavación y relleno con material compactado en capas de 20 cm	AGOSTO

ESTACION	AREA SECCION (M²)	AREA PROMEDIO (M²)	DISTANCIA ENTRE ESTACIONES	PIEZAS	PIEZAS ACUMULADAS	CROQUIS
0+150				1.00	1.00	SE ANEXA CROQUIS
0+300				1.00	2.00	
0+450				1.00	3.00	
0+600				1.00	4.00	
				TOTAL	4.00 PZA	

Pavimentación del Camino al Ejido, Chimalpa Chiautla Estado de México.

OBRA: Pavimentación del Camino al Ejido, Chimalpa Chiautla Estado de México.

GENERADOR DE OBRA		
CLAVE	CONCEPTO	FECHA
ASF-001	Barrido manual de superficie previo al riego de impregnación.	AGOSTO

ESTACION	ANCHO (M)	ANCHO PROMEDIO (M)	DISTANCIA ENTRE ESTACIONES	AREA (M²)	AREA ACUMULADO (M²)	CROQUIS
0+000	7.20	7.40	-	-	-	SE ANEXA CROQUIS
0+020	7.20	7.20	20.00	144.00	144.00	
0+040	7.20	7.20	20.00	144.00	288.00	
0+060	7.20	7.20	20.00	144.00	432.00	
0+080	7.20	7.20	20.00	144.00	576.00	
0+100	7.20	7.20	20.00	144.00	720.00	
0+120	7.20	7.20	20.00	144.00	864.00	
0+140	7.20	7.20	20.00	144.00	1008.00	
0+160	7.20	7.20	20.00	144.00	1152.00	
0+180	7.20	7.20	20.00	144.00	1296.00	
0+200	7.20	7.20	20.00	144.00	1440.00	
0+220	7.20	7.20	20.00	144.00	1584.00	
0+240	7.20	7.20	20.00	144.00	1728.00	
0+260	7.20	7.20	20.00	144.00	1872.00	
0+280	7.20	7.20	20.00	144.00	2016.00	
0+300	7.20	7.20	20.00	144.00	2160.00	
0+320	7.20	7.20	20.00	144.00	2304.00	
0+340	7.20	7.20	20.00	144.00	2448.00	
0+360	7.20	7.20	20.00	144.00	2592.00	
0+380	7.20	7.20	20.00	144.00	2736.00	
0+400	7.20	7.20	20.00	144.00	2880.00	
0+420	7.20	7.20	20.00	144.00	3024.00	
0+440	7.20	7.20	20.00	144.00	3168.00	
0+460	7.20	7.20	20.00	144.00	3312.00	
0+480	7.20	7.20	20.00	144.00	3456.00	
0+500	7.20	7.20	20.00	144.00	3600.00	
0+520	7.20	7.20	20.00	144.00	3744.00	
0+540	7.20	7.20	20.00	144.00	3888.00	
0+560	7.20	7.20	20.00	144.00	4032.00	
0+580	7.20	7.20	20.00	144.00	4176.00	
0+600	7.20	7.20	20.00	144.00	4320.00	
0+620	7.20	7.20	20.00	144.00	4464.00	
0+640	7.20	7.20	20.00	144.00	4608.00	
0+660	7.20	7.20	20.00	144.00	4752.00	
0+680	7.20	7.20	20.00	144.00	4896.00	
0+700	7.20	7.20	20.00	144.00	5040.00	
				TOTAL	5040.00 M²	

Pavimentación del Camino al Ejido, Chimalpa Chiautla Estado de México.

OBRA: Pavimentación del Camino al Ejido, Chimalpa Chiautla Estado de México.

GENERADOR DE OBRA		
CLAVE	CONCEPTO	FECHA
ASF-004	Riego de impregnación con emulsión cationica RL-2K, aplicada con petrolizadora a razón de 1.5 lts/m ² . Incluye: materiales, mano de obra, acarreos, equipo y herramienta.	AGOSTO

ESTACION	ANCHO (M)	ANCHO PROMEDIO (M)	DISTANCIA ENTRE ESTACIONES	AREA (M²)	AREA ACUMULADO (M²)	CROQUIS
0+000	7.20	7.40	-	-	-	SE ANEXA CROQUIS
0+020	7.20	7.20	20.00	144.00	144.00	
0+040	7.20	7.20	20.00	144.00	288.00	
0+060	7.20	7.20	20.00	144.00	432.00	
0+080	7.20	7.20	20.00	144.00	576.00	
0+100	7.20	7.20	20.00	144.00	720.00	
0+120	7.20	7.20	20.00	144.00	864.00	
0+140	7.20	7.20	20.00	144.00	1008.00	
0+160	7.20	7.20	20.00	144.00	1152.00	
0+180	7.20	7.20	20.00	144.00	1296.00	
0+200	7.20	7.20	20.00	144.00	1440.00	
0+220	7.20	7.20	20.00	144.00	1584.00	
0+240	7.20	7.20	20.00	144.00	1728.00	
0+260	7.20	7.20	20.00	144.00	1872.00	
0+280	7.20	7.20	20.00	144.00	2016.00	
0+300	7.20	7.20	20.00	144.00	2160.00	
0+320	7.20	7.20	20.00	144.00	2304.00	
0+340	7.20	7.20	20.00	144.00	2448.00	
0+360	7.20	7.20	20.00	144.00	2592.00	
0+380	7.20	7.20	20.00	144.00	2736.00	
0+400	7.20	7.20	20.00	144.00	2880.00	
0+420	7.20	7.20	20.00	144.00	3024.00	
0+440	7.20	7.20	20.00	144.00	3168.00	
0+460	7.20	7.20	20.00	144.00	3312.00	
0+480	7.20	7.20	20.00	144.00	3456.00	
0+500	7.20	7.20	20.00	144.00	3600.00	
0+520	7.20	7.20	20.00	144.00	3744.00	
0+540	7.20	7.20	20.00	144.00	3888.00	
0+560	7.20	7.20	20.00	144.00	4032.00	
0+580	7.20	7.20	20.00	144.00	4176.00	
0+600	7.20	7.20	20.00	144.00	4320.00	
0+620	7.20	7.20	20.00	144.00	4464.00	
0+640	7.20	7.20	20.00	144.00	4608.00	
0+660	7.20	7.20	20.00	144.00	4752.00	
0+680	7.20	7.20	20.00	144.00	4896.00	
0+700	7.20	7.20	20.00	144.00	5040.00	
				TOTAL	5040.00 M²	

Pavimentación del Camino al Ejido, Chimalpa Chiautla Estado de México.

OBRA: Pavimentación del Camino al Ejido, Chimalpa Chiautla Estado de México.

GENERADOR DE OBRA		
CLAVE	CONCEPTO	FECHA
ASF-001	Barrido manual de superficie impregnada previo al riego de liga.	AGOSTO

ESTACION	ANCHO (M)	ANCHO PROMEDIO (M)	DISTANCIA ENTRE ESTACIONES	AREA (M²)	AREA ACUMULADO (M²)	CROQUIS
0+000	7.20	7.40	-	-	-	SE ANEXA CROQUIS
0+020	7.20	7.20	20.00	144.00	144.00	
0+040	7.20	7.20	20.00	144.00	288.00	
0+060	7.20	7.20	20.00	144.00	432.00	
0+080	7.20	7.20	20.00	144.00	576.00	
0+100	7.20	7.20	20.00	144.00	720.00	
0+120	7.20	7.20	20.00	144.00	864.00	
0+140	7.20	7.20	20.00	144.00	1008.00	
0+160	7.20	7.20	20.00	144.00	1152.00	
0+180	7.20	7.20	20.00	144.00	1296.00	
0+200	7.20	7.20	20.00	144.00	1440.00	
0+220	7.20	7.20	20.00	144.00	1584.00	
0+240	7.20	7.20	20.00	144.00	1728.00	
0+260	7.20	7.20	20.00	144.00	1872.00	
0+280	7.20	7.20	20.00	144.00	2016.00	
0+300	7.20	7.20	20.00	144.00	2160.00	
0+320	7.20	7.20	20.00	144.00	2304.00	
0+340	7.20	7.20	20.00	144.00	2448.00	
0+360	7.20	7.20	20.00	144.00	2592.00	
0+380	7.20	7.20	20.00	144.00	2736.00	
0+400	7.20	7.20	20.00	144.00	2880.00	
0+420	7.20	7.20	20.00	144.00	3024.00	
0+440	7.20	7.20	20.00	144.00	3168.00	
0+460	7.20	7.20	20.00	144.00	3312.00	
0+480	7.20	7.20	20.00	144.00	3456.00	
0+500	7.20	7.20	20.00	144.00	3600.00	
0+520	7.20	7.20	20.00	144.00	3744.00	
0+540	7.20	7.20	20.00	144.00	3888.00	
0+560	7.20	7.20	20.00	144.00	4032.00	
0+580	7.20	7.20	20.00	144.00	4176.00	
0+600	7.20	7.20	20.00	144.00	4320.00	
0+620	7.20	7.20	20.00	144.00	4464.00	
0+640	7.20	7.20	20.00	144.00	4608.00	
0+660	7.20	7.20	20.00	144.00	4752.00	
0+680	7.20	7.20	20.00	144.00	4896.00	
0+700	7.20	7.20	20.00	144.00	5040.00	
				TOTAL	5040.00 M²	

Pavimentación del Camino al Ejido, Chimalpa Chiautla Estado de México.

OBRA: Pavimentación del Camino al Ejido, Chimalpa Chiautla Estado de México.

GENERADOR DE OBRA		
CLAVE	CONCEPTO	FECHA
ASF-005	Riego de liga con emulsión aniónica RR-2K a razón de 0.6 lts/m ² . Incluye: materiales, acarreo, mano de obra, equipo y herramienta.	AGOSTO

ESTACION	ANCHO (M)	ANCHO PROMEDIO (M)	DISTANCIA ENTRE ESTACIONES	AREA (M²)	AREA ACUMULADO (M²)	CROQUIS
0+000	7.20	7.40	-	-	-	SE ANEXA CROQUIS
0+020	7.20	7.20	20.00	144.00	144.00	
0+040	7.20	7.20	20.00	144.00	288.00	
0+060	7.20	7.20	20.00	144.00	432.00	
0+080	7.20	7.20	20.00	144.00	576.00	
0+100	7.20	7.20	20.00	144.00	720.00	
0+120	7.20	7.20	20.00	144.00	864.00	
0+140	7.20	7.20	20.00	144.00	1008.00	
0+160	7.20	7.20	20.00	144.00	1152.00	
0+180	7.20	7.20	20.00	144.00	1296.00	
0+200	7.20	7.20	20.00	144.00	1440.00	
0+220	7.20	7.20	20.00	144.00	1584.00	
0+240	7.20	7.20	20.00	144.00	1728.00	
0+260	7.20	7.20	20.00	144.00	1872.00	
0+280	7.20	7.20	20.00	144.00	2016.00	
0+300	7.20	7.20	20.00	144.00	2160.00	
0+320	7.20	7.20	20.00	144.00	2304.00	
0+340	7.20	7.20	20.00	144.00	2448.00	
0+360	7.20	7.20	20.00	144.00	2592.00	
0+380	7.20	7.20	20.00	144.00	2736.00	
0+400	7.20	7.20	20.00	144.00	2880.00	
0+420	7.20	7.20	20.00	144.00	3024.00	
0+440	7.20	7.20	20.00	144.00	3168.00	
0+460	7.20	7.20	20.00	144.00	3312.00	
0+480	7.20	7.20	20.00	144.00	3456.00	
0+500	7.20	7.20	20.00	144.00	3600.00	
0+520	7.20	7.20	20.00	144.00	3744.00	
0+540	7.20	7.20	20.00	144.00	3888.00	
0+560	7.20	7.20	20.00	144.00	4032.00	
0+580	7.20	7.20	20.00	144.00	4176.00	
0+600	7.20	7.20	20.00	144.00	4320.00	
0+620	7.20	7.20	20.00	144.00	4464.00	
0+640	7.20	7.20	20.00	144.00	4608.00	
0+660	7.20	7.20	20.00	144.00	4752.00	
0+680	7.20	7.20	20.00	144.00	4896.00	
0+700	7.20	7.20	20.00	144.00	5040.00	
				TOTAL	5040.00 M²	

Pavimentación del Camino al Ejido, Chimalpa Chiautla Estado de México.

OBRA: Pavimentación del Camino al Ejido, Chimalpa Chiautla Estado de México.

GENERADOR DE OBRA		
CLAVE	CONCEPTO	FECHA
ASF-007	Carpeta de 5 cm de espesor de concreto asfáltico. Incluye: materiales, acarreos, tendido, compactado, mano de obra, equipo y herramienta.	AGOSTO

ESTACION	ANCHO (M)	ANCHO PROMEDIO (M)	DISTANCIA ENTRE ESTACIONES	AREA (M²)	AREA ACUMULADO (M²)	CROQUIS
0+000	7.00	7.00	-	-	-	SE ANEXA CROQUIS
0+020	7.00	7.00	20.00	140.00	140.00	
0+040	7.00	7.00	20.00	140.00	280.00	
0+060	7.00	7.00	20.00	140.00	420.00	
0+080	7.00	7.00	20.00	140.00	560.00	
0+100	7.00	7.00	20.00	140.00	700.00	
0+120	7.00	7.00	20.00	140.00	840.00	
0+140	7.00	7.00	20.00	140.00	980.00	
0+160	7.00	7.00	20.00	140.00	1120.00	
0+180	7.00	7.00	20.00	140.00	1260.00	
0+200	7.00	7.00	20.00	140.00	1400.00	
0+220	7.00	7.00	20.00	140.00	1540.00	
0+240	7.00	7.00	20.00	140.00	1680.00	
0+260	7.00	7.00	20.00	140.00	1820.00	
0+280	7.00	7.00	20.00	140.00	1960.00	
0+300	7.00	7.00	20.00	140.00	2100.00	
0+320	7.00	7.00	20.00	140.00	2240.00	
0+340	7.00	7.00	20.00	140.00	2380.00	
0+360	7.00	7.00	20.00	140.00	2520.00	
0+380	7.00	7.00	20.00	140.00	2660.00	
0+400	7.00	7.00	20.00	140.00	2800.00	
0+420	7.00	7.00	20.00	140.00	2940.00	
0+440	7.00	7.00	20.00	140.00	3080.00	
0+460	7.00	7.00	20.00	140.00	3220.00	
0+480	7.00	7.00	20.00	140.00	3360.00	
0+500	7.00	7.00	20.00	140.00	3500.00	
0+520	7.00	7.00	20.00	140.00	3640.00	
0+540	7.00	7.00	20.00	140.00	3780.00	
0+560	7.00	7.00	20.00	140.00	3920.00	
0+580	7.00	7.00	20.00	140.00	4060.00	
0+600	7.00	7.00	20.00	140.00	4200.00	
0+620	7.00	7.00	20.00	140.00	4340.00	
0+640	7.00	7.00	20.00	140.00	4480.00	
0+660	7.00	7.00	20.00	140.00	4620.00	
0+680	7.00	7.00	20.00	140.00	4760.00	
0+700	7.00	7.00	20.00	140.00	4900.00	
				TOTAL	4900.00 M²	

VI.2. Recomendaciones.

En este apartado es importante mencionar los trabajos posteriores para darle un adecuado uso y mantenimiento al camino. En el caso del trazo es muy importante tomar en cuenta a los vecinos de la localidad ya que finalmente ellos van a ser los dueños de la obra así como los usuarios y ellos mejor que nadie nos pueden orientar en cómo se comporta su entorno, es decir en cuanto a los fenómenos meteorológicos, lugares de suelos problemáticos, necesidades de los lugareños, entre muchas otras cosas más; en el aspecto social es muy importante tener en cuenta los usos y costumbres ya que por el tramo nos toco que tenía que pasar la procesión de sus festividades religiosas y no existe otro camino para esto, así se ha realizado desde épocas antiguas y así se realiza ahora por lo que no hubo ninguna justificación para que ahora no fuera de esta forma. Y se tuvo que apresurar con los trabajos para poder tener listo el tramo y en buenas condiciones para que pasara la gente caminando por ahí.

Los agregados además de cumplir con las especificaciones requeridas se encuentran en condiciones muy adecuadas es decir podemos localizar con facilidad los agregados gruesos desde partículas máximas de 6" hasta finos, solo es muy importante estar en la mina para poder determinar los frentes a usar y tener un laboratorista en el lugar para estar al pendiente de lo que se carga y se envía al tramo, ya que de lo contrario los problemas se van a presentar sin duda.

En el tramos del 0+380 en donde se localiza un atarjea se pudo identificar una fuga de la misma lo que ocasionó durante años un bache enorme el cual se tuvo que sacar y reemplazar el material con material sano, así como reparar la línea de conducción, es importante tener monitoreado este canal ya que informes de los habitantes nos indican que con el paso del tiempo los sismos han provocado estas rupturas y las autoridades competentes hicieron caso omiso para su reparación, en el caso de ser un camino de terracería no existía mucho riesgo pero ahora con el pavimento el problema sería mayor y se afectaría a la población.

Durante el tendido de la carpeta no se presentaron problemas de temperatura inadecuada, tanto como para el tendido como para la compactación, ya que la planta estaba muy cercana a la obra y si se ve muy reflejado el acabado final de la textura así como de la permeabilidad de la carpeta por lo que se enfatiza el buscar una planta asfáltica lo más cercana a la obra para eliminar cualquier problema posterior.

Los volúmenes de obra que se manejaron en el presupuesto son muy similares a los ejecutados físicamente en obra solo se tuvo que conciliar con la supervisión para autorizar los excedentes, que fue lo que más se presento, es decir no hubieron volúmenes sobrantes si no faltantes.

Finalmente en el caso de el escurrimiento superficial y aunque por el momento no se va a utilizar el drenaje propuesto es importante llevar a cabo trabajos de cuneteo en todo el trayecto longitudinal de la obra para asegurar que el agua será desalojada lo antes posible de la estructura y no nos afecte en forma importante el camino.

VI.3. Reporte fotográfico.

A continuación se presenta una secuencia de fotos en las que se puede apreciar claramente el procedimiento constructivo:



Escarificado del terreno natural





Compactado del terreno natural.



Suministro de material de sub-base.



Material homogeneizado para la formación de la capa de sub-base.



Sub-base tendida y lista para recibir material de base.



Determinación del grado de compactación en capa de sub-base.



Profundidad del sondeo.



Suministro de material de base.



Tendido, afine y compactación en capa de base.



Excavación para bocas de tormenta.



Excavación para bocas de tormenta.



Renivelación de pozos de vista.





Riego de impregnación.



Riego de impregnación.



Tramo impregnado



Tramo impregnado



Tendido de carpeta



ANEXOS.

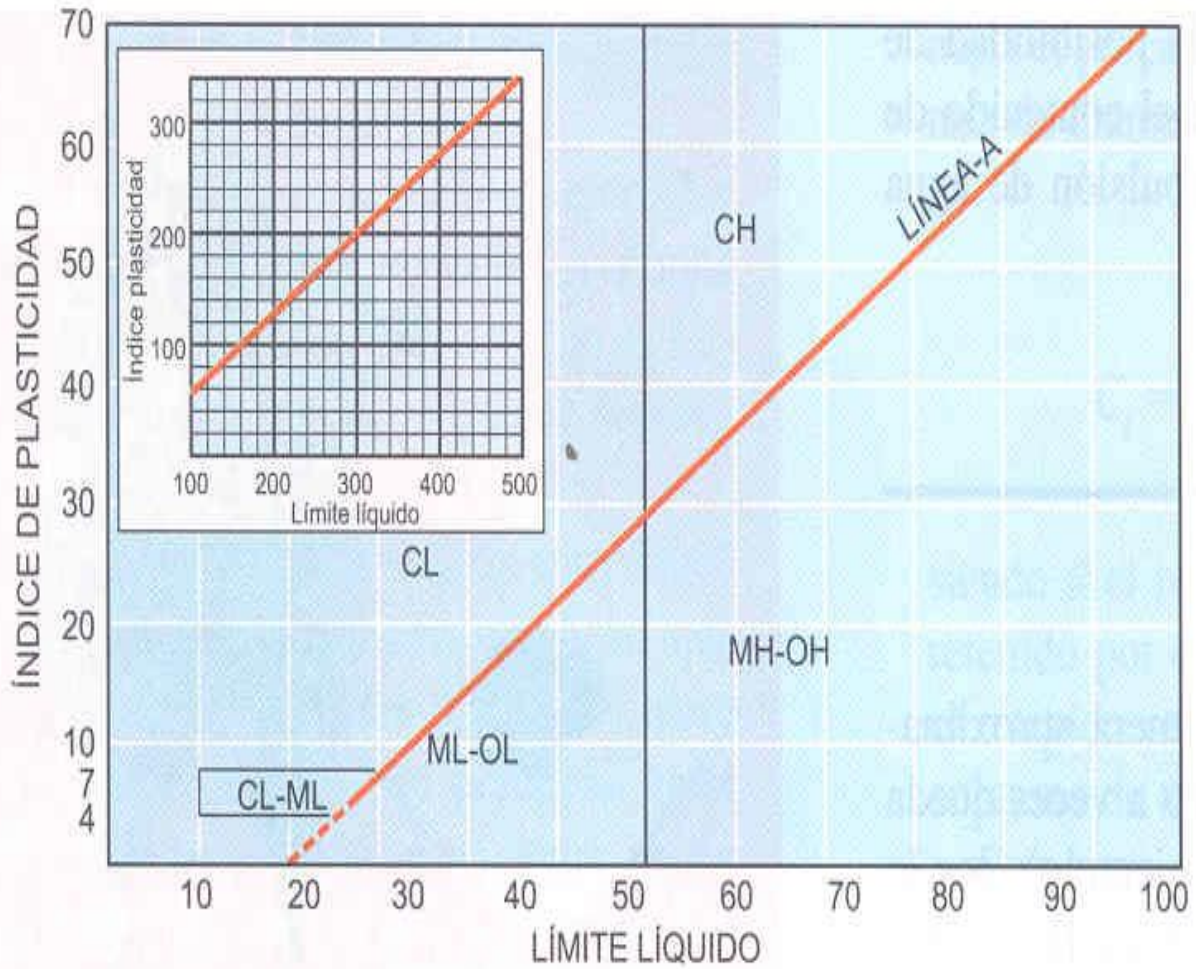


Figura 2.6 Carta de plasticidad de Casagrande.

Identificación en el campo (excluyendo las partículas mayores de 7,6 cm y basando las fracciones en pesos estimados)				Símbolo del grupo	Nombres típicos			
Suelos de grano grueso-Más de la mitad del material es retenido por el tamiz N.º 200	Gravas-más de la mitad de la fracción gruesa es retenida por el tamiz N.º 4	Gravas limpias (con pocos finos o sin ellos)	Amplia gama de tamaños y cantidades apreciables de todos los tamaños intermedios	GW	Gravas bien graduadas, mezclas de grava y arena con pocos finos o sin ellos			
			Predominio de un tamaño o un tipo de tamaños, con ausencia de algunos tamaños intermedios	GP	Gravas mal graduadas, mezclas de arena y grava con pocos finos o sin ellos			
		Gravas con finos (cantidad apreciable de finos)	Fracción fina no plástica (para la identificación ver el grupo <i>ML</i> más abajo)	GM	Gravas limosas, mezclas mal graduadas de grava, arena y limo			
			Finos plásticos (para identificación ver el grupo <i>CL</i> más abajo)	GC	Gravas arcillosas, mezclas mal graduadas de grava, arena y arcilla			
	Arenas-más de la mitad de la fracción gruesa pasa por el tamiz N.º 4	Arenas limpias (con pocos finos o sin ellos)	Amplia gama de tamaños y cantidades apreciables de todos los tamaños intermedios	SW	Arenas bien graduadas, arenas con grava con pocos finos o sin ellos			
			Predominio de un tamaño o un tipo de tamaños, con ausencia de algunos tamaños intermedios	SP	Arenas mal graduadas, arenas con grava con pocos finos o sin ellos			
		Arenas con finos (cantidad apreciable de finos)	Finos no plásticos (para identificación ver el grupo <i>ML</i> más abajo)	SM	Arenas limosas, mezclas de arena y limo mal graduadas			
			Finos plásticos (para identificación ver el grupo <i>CL</i> más abajo)	SC	Arenas arcillosas, mezclas mal graduadas y arenas y arcillas			
	Métodos de identificación para la fracción que pasa por el tamiz N.º 40							
	Suelos de grano fino-Más de la mitad del material pasa por el tamiz N.º 200 (La abertura del tamiz N.º 200 corresponde aproximadamente al tamaño de la menor partícula apreciable a simple vista)	Limos y arcillas con límite líquido menor de 50	Resistencia en estado seco (a la disgregación)	Distancia (reacción a la agitación)	Tenacidad (consistencia)			
				Nula a ligera	Rápida a lenta	Nula	ML	Limos inorgánicos y arenas muy finas, polvo de roca, arenas finas limosas o arcillosas con ligera plasticidad
				Media a alta	Nula a muy lenta	Media	CL	Arcillas inorgánicas de plasticidad baja a media, arcillas con grava, arcillas arenosas, arcillas limosas
Ligera a media			Lenta	Ligera	OL	Limos orgánicos y arcillas limosas orgánicas de baja plasticidad		
Limos y arcillas con límite líquido mayor de 50		Resistencia en estado seco (a la disgregación)	Ligera a media	Lenta a nula	Ligera a media	MH	Limos inorgánicos, suelos limosos o arenosos finos micáceos o con diatomeas, suelos limosos	
			Alta a muy alta	Nula	Alta	CH	Arcillas inorgánicas de plasticidad elevada, arcillas grasas	
			Media a alta	Nula a muy lenta	Ligera a media	OH	Arcillas orgánicas de plasticidad media a alta	
			Fácilmente identificables por su color, olor, sensación esponjosa y frecuentemente por su textura fibrosa		Pt	Turba y otros suelos altamente orgánicos		

Figura 2.7 Sistema unificado de clasificación de suelos (USCS). (En Lambe y Whitman, 1981).

MANUAL

M-MMP-1-02/03

TABLA 6.- Clasificación aproximada de suelos en el campo

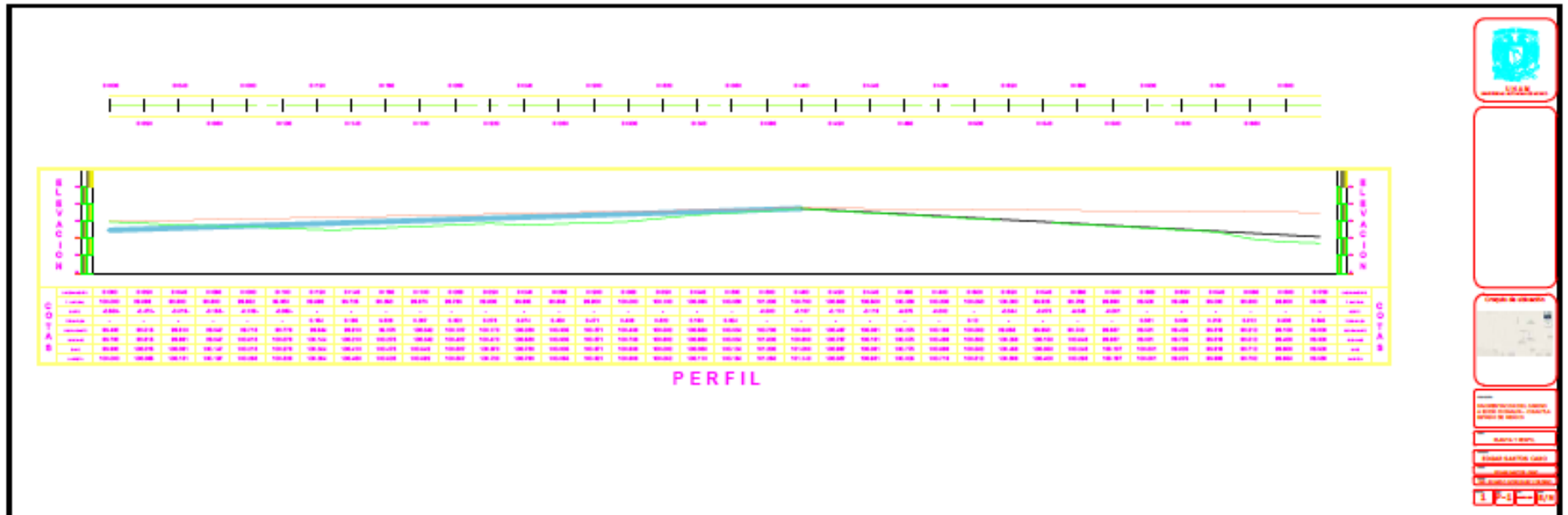
Tipo de suelo			Símbolo de grupo ⁽¹⁾	Denominación común		
SUELOS DE PARTICULAS GRUESAS⁽²⁾ Más de la mitad del material es de tamaño mayor que el mínimo que se puede observar a simple vista	G R A V A Más de la mitad de la fracción gruesa es mayor de 5 mm (malla N°4) ⁽³⁾	Menos del 5% respecto al total son partículas del tamaño mínimo que se puede observar a simple vista	Amplio rango en los tamaños de las partículas y cantidades apreciables de todos los tamaños intermedios.	GW	Grava bien graduada, mezclas de grava y arena, con poco o nada de finos.	
			Predominio de un tamaño o un rango de tamaños con ausencia de algunos tamaños intermedios.	GP	Grava mal graduada, mezclas de grava y arena, con poco o nada de finos.	
		Más del 12% respecto al total son partículas del tamaño mínimo que se puede observar a simple vista	Fracción fina no plástica (para identificación véase grupo ML, abajo)	GM	Grava limosa, mezclas de grava, arena y limo, mal graduadas.	
			Fracción fina plástica (para identificación véase grupo CL, abajo)	GC	Grava arcillosa, mezclas de grava, arena y arcilla, mal graduadas.	
	A R E N A Más de la mitad de la fracción gruesa es menor de 5 mm (malla N°4) ⁽³⁾	Menos del 5% respecto al total son partículas del tamaño mínimo que se puede observar a simple vista	Amplio rango de los tamaños de partículas y cantidades apreciables de todos los tamaños intermedios.	SW	Arena bien graduada, arena con grava y poco o nada de finos.	
			Predominio de un tamaño o un rango de tamaños con ausencia de algunos tamaños intermedios.	SP	Arena mal graduada, arena con grava y poco o nada de finos.	
		Más del 12% respecto al total son partículas del tamaño mínimo que se puede observar a simple vista	Fracción fina no plástica (para identificación véase grupo ML, abajo)	SM	Arena limosa, mezclas de arena, grava y limo.	
			Fracción fina plástica (para identificación véase grupo CL, abajo)	SC	Arena arcillosa, mezclas de arena, grava y arcilla.	
SUELOS DE PARTICULAS FINAS Más de la mitad del material son partículas menores que el tamaño mínimo que se puede observar a simple vista ⁽⁴⁾	Identificación de la fracción que pasa la malla N°40 (0,425 mm)					
	L I M O Y A R C I L L A	Dilatancia	Tenacidad	Resistencia en estado seco		
		Rápida	Nula	Nula	ML	Limo y arena muy fina, polvo de roca, arena fina limosa.
		Lenta	media	nula	MH	Limo de alta compresibilidad, limo micáceo o diatomáceo.
		Lenta a nula	Media	Media	CL	Arcilla de baja o mediana compresibilidad, arcilla con grava, arcilla arenosa.
		Nula	Alta	Alta	CH	Arcilla de alta compresibilidad.
		Rápida	Media	Media	OL	Limo orgánico de baja compresibilidad.
		Rápida a lenta	Media	Media	OH	Limo orgánico de alta compresibilidad.
Suelos altamente orgánicos	Fácilmente identificables por su color, olor, sensación esponjosa y frecuentemente por su textura fibrosa.			Pt	Turba.	

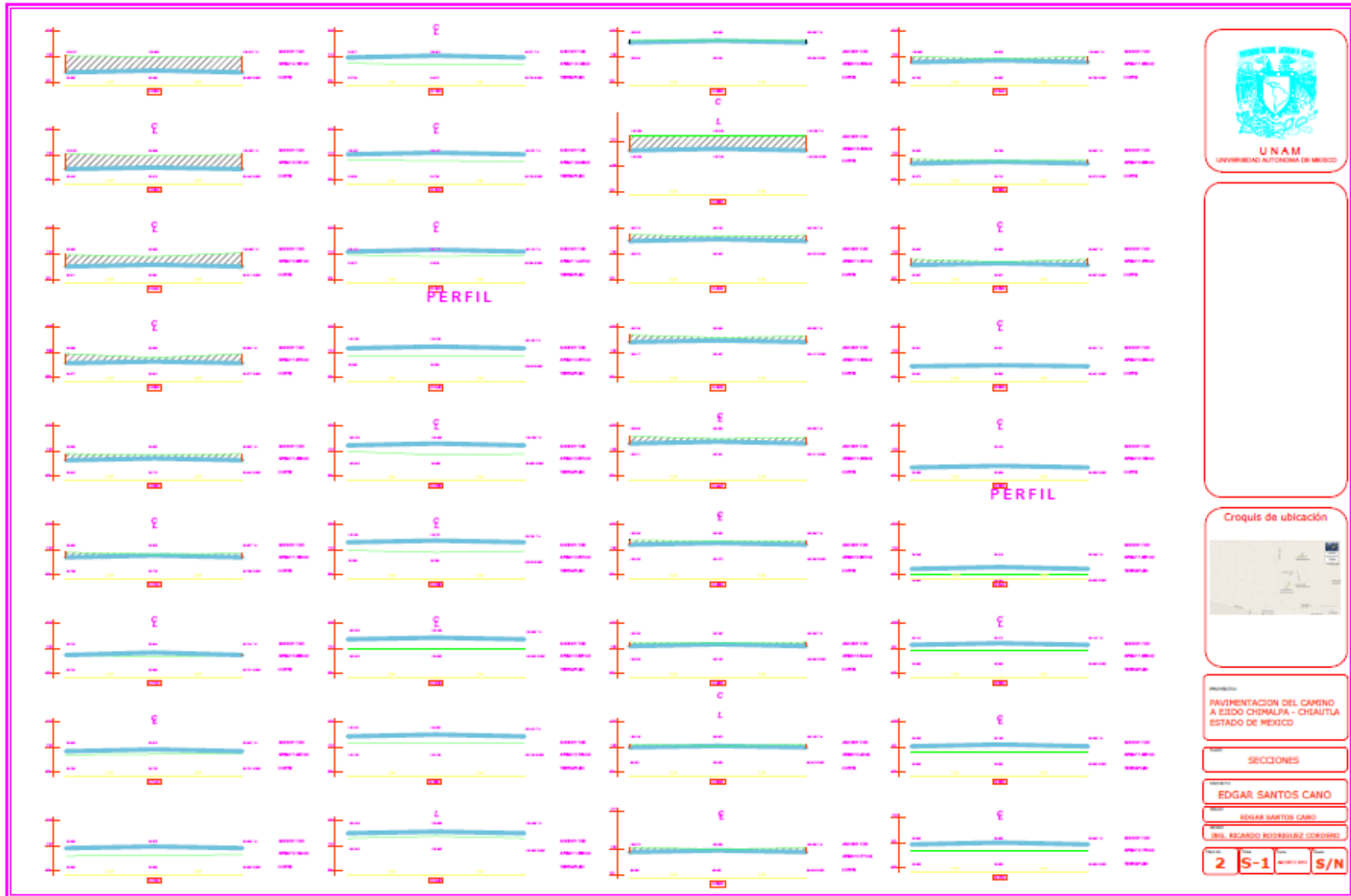
[1] Tratándose de suelos con partículas gruesas, en que el por ciento en masa que pasa la malla N°200 queda comprendido entre 5 y 12%, son casos de frontera que requieren el uso de símbolos dobles, como por ejemplo GW-GC que corresponde a una mezcla de grava y arena bien graduada con arcillosa, o SW-SM que corresponde a una arena bien graduada limosa.

[2] Las cantidades y porcentajes que se manejan son en volumen

[3] Puede considerarse 5 mm como equivalente a la abertura de la malla N°4

[4] Se estima que las partículas más pequeñas apreciables a simple vista corresponden al tamaño de 0,075 mm (malla N°200)





VI. 5. BIBLIOGRAFIA.

- ✚ René Etcharren Gutiérrez. Manual de Caminos Vecinales. Asociación Mexicana de Caminos A.C. Representaciones y servicios de ingeniería S.A. 1969.
- ✚ Fernando Olivera Bustamante. Estructuración de Vías Terrestres. Compañía Editorial, S.A de C.V. México 2004.
- ✚ Alfonso Montejo Fonseca. Ingeniería de Pavimentos. (Fundamentos, Estudios Básicos y Diseño) 3^{ra} Edición Tomo I. Ed. Universidad Católica de Colombia 2010.
- ✚ Roberto Landeros Ortiz/Manuel Zarate Aquino/Manuel Jara López/ Alfonso Rico Rodríguez/ Arturo A. Bello Maldonado/ B. Ladanyi. Tópicos de Geotécnica. Universidad Nacional Autónoma de México. 2000.
- ✚ Manual de Proyecto Geométrico de Carreteras. Secretaria de Obras Públicas. México 1971.
- ✚ Norma N-CMT-4-01-/02. Libro: CMT. Características de los Materiales. Parte: 4. Materiales para Pavimentos. Titulo: 01. Materiales para Revestimiento.
- ✚ Norma N- CMT-1-03/02. Libro: CMT. Características de los Materiales. Parte: 1. Materiales para Terracerías. Titulo: 03. Materiales para Subrasante.
- ✚ Norma N-CMT-1-01/02. Libro: CMT. Características de los Materiales. Parte: 1. Materiales para Terracerías. Titulo: 01 Materiales para Terraplén.
- ✚ Norma N-CMT-1-02/02. Libro: CMT. Características de los Materiales. Parte: 1. Materiales de Terracerías. Titulo: 02 Materiales para Subyacente.
- ✚ Norma N-CMT-4-02-003/04. Libro: CMT. Características de los Materiales. Parte: 4. Materiales para Pavimentos. Titulo: 02. Materiales para sub-bases y bases. Capitulo: 002. Materiales para bases hidráulicas 003. Materiales para bases tratadas.
- ✚ Norma N-CTR-CAR-1-04-006/09. Libro: CTR. Construcción. Tema: CAR. Carreteras. Parte: 1. Conceptos de Obra. Titulo: 04 Pavimentos. Capitulo: 006. Carpetas asfálticas con mezcla en caliente.

- ✚ Norma N-CTR-CAR-1-04-004/0o. Libro: CTR. Construcción. Tema: CAR. Carreteras. Parte: 1. Conceptos de Obra. Titulo: 04 Pavimentos. Capitulo: 004. Riegos de impregnación.

- ✚ Norma N-CTR-CAR-1-04-005/00. Libro: CTR. Construcción. Tema: CAR. Carreteras. Parte: 1. Conceptos de Obra. Titulo: 04 Pavimentos. Capitulo: 006. Riegos de liga.

- ✚ Norma M-MMP-1-09/03. Libro: MMP. Métodos de muestreo y prueba de materiales. Parte: 1. Suelos y materiales para terracerías. Titulo: 09. Compactación AASHTO.

- ✚ Norma N-CAL-1-01/00. Libro: CAL. Control y aseguramiento de calidad. Parte: 1. Control de calidad. Titulo: 01. Ejecución del control de calidad durante la construcción y/o conservación.

- ✚ Norma N-CAL-1-02/01. Libro: CAL. Control y aseguramiento de calidad. Parte: 1. Control de calidad. Titulo: 02. Criterios estadísticos de muestreo.

- ✚ Norma N-CAL-1-01/00. Libro: CAL. Control y aseguramiento de calidad. Parte: 1. Control de calidad. Titulo: 03. Análisis estadísticos de control de calidad.

- ✚ Edward J. Tarbuck y Frederick K. Lutgens. Ciencias de la tierra. Una introducción a la geología física. Volumen I. 8° Edición. Uned Pearson. Madrid 2010.

- ✚ Proyecto de Conservación Ecológica de la Zona Metropolitana del Valle de México. Cinco Parques Estatales del Estado de México. Sierra de Patlachique. Secretaria de Ecología 2008.

- ✚ Monografía del Municipio de Chiautla. Publicaciones Estado de México. México 2008.

- ✚ Francisco Viniegra Osorio. Geología Histórica de México. Facultad de Ingeniería, División de ingeniería en Ciencias de la Tierra. Universidad Nacional Autónoma de México. 1992.

- ✚ Alfonso Rico y Hermilo del Castillo. La Ingeniería de Suelos en las Vías Terrestres. Carreteras, Ferrocarriles y Aeropistas. Volumen 1 y 2. Editorial limusa, México 2006.

- ✚ Gordon Keller y James Sherar. Ingeniería de Caminos Rurales. Guía de Campo para las Mejores Prácticas de Gestión de Caminos Rurales. S.C.T. Instituto Mexicano del Transporte 2008.