

**UNIVERSIDAD MICHOACANA DE SAN  
NICOLAS DE HIDALGO**



**FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL**

**PROCEDIMIENTO DE CONSTRUCCION DE LA  
PAVIMENTACION A BASE DE SUELO-  
CEMENTO Y DOBLE RIEGO DE SELLO DEL  
CAMINO CUPUANCILLO-LA PEÑA, TRAMO  
DEL KM 0+000 AL 7+500, MUNICIPIO DE LA  
HUACANA, MICH.**

**TESIS**

**QUE PARA OBTENER EL TITULO DE:**

**INGENIERO CIVIL**

**PRESENTA:**

**EDUARDO ORTIZ GONZALEZ**

**ASESOR:**

**JOSE ANTONIO ESPINOZA MANDUJANO**

**MORELIA, MICHOACAN, Agosto 2011**



**UNIVERSIDAD MICHOACANA DE SAN NICOLAS DE HIDALGO**

Morelia, Mich a 03 de Agosto de 2011

C. EDUARDO ORTIZ GONZALEZ  
P R E S E N T E

Asunto: Carta de Aceptación  
de Inicio de Trabajo.

Por medio de la presente y en atención a su solicitud para iniciar el desarrollo de su trabajo relativo a la Licenciatura en Ingeniería Civil, una vez analizado el tema propuesto, se le comunica la aceptación a fin de que lleve a cabo el desarrollo del trabajo denominado "PROCEDIMIENTO DE CONSTRUCCIÓN DE LA PAVIMENTACIÓN A BASE DE SUELO-CEMENTO Y DOBLE RIEGO DE SELLO DEL CAMINO CUPUANCILLO-LA PEÑA, TRAMO DEL KM 0 + 000 AL 7 + 500, MUNICIPIO DE LA HUACANA, MICH.", mismo que será asesorado por el profesor Jose Antonio Espinoza Mandujano.

Sin más por el momento, me despido enviándole un cordial saludo.

A T E N T A M E N T E


JOAQUIN CONTRERAS LOPEZ  
DIRECTOR  
Facultad de Ingeniería Civil FACULTAD DE  
INGENIERÍA CIVIL  
U. M. S. N. H.

*h*

## AGRADECIMIENTOS:

“A LOS AMIGOS, QUE EN MI VIDA PROFESIONAL E ENCONTRADO A LO LARGO DEL CAMINO DE LA VIDA”

“A MIS CATEDRATICOS, DE LOS CUALES E RECIBIDO LOS CIMIENTOS DE MI EDIFICADA PROFESION.”

A LA UNIVERSIDAD MICHOACANA DE SAN NICOLAS DE HIDALGO, FORMADORA DE GRANDES HOMBRES Y MUJERES

“A MI GRAN AMIGO DEL ALMA, ING. AROLDO HERNANDEZ HERRERA +”

“A LOS INCONDICIONALES, DE LOS CUALES DAN TODO SU APOYO SIN ESPERAR NADA A CAMBIO:  
ING JAIME COLIN, ING JOEL GARCIA, ING OBED TORRES, ING JORGE LOPEZ, ING LUIS HERNANDEZ, ING RENE GUILLEN, ING JOSE MANUEL GARCIA, ING ANTONIO ESPINOZA Y MUCHOS MAS.”

A LA DRA. CINTHIA VICTORIA LOPEZ, A LA LIC. TANYA C. CAMPOS LOPEZ, AL LIC. JOAQUIN CAMPOS LOPEZ, A GRUPO CARLOM Y TODOS LOS COMPAÑEROS DE TRABAJO, POR SU GRAN IMPULSO

A MI ASESOR, EL ING ANTONIO ESPINOZA MANDUJANO, POR EL GRAN APOYO RECIBIDO PARA LA REALIZACION DEL PRESENTE TRABAJO

A MIS HERMANOS, MARTHA, JUAN MANUEL, JORGE Y MARIA TERESA, POR SU CARIÑO Y APOYO INCONDICIONAL

A MIS PADRES, RAUL ORTIZ ORTIZ (+) Y TERESA GONZALEZ GARCIA. ELLOS QUE SIEMPRE LUCHARON POR QUE SU HIJO LOGRARA SU IDEAL

A MIS TRES BENDICIONES QUE EL CIELO ME HA REGALADO, MIS HIJOS: EDUARDO ALAN, ANA CECILIA Y ANA GABRIELA.

PERO MUY ESPECIALMENTE PARA AQUELLA A QUIEN LAS TRASNOCHADAS, LAS PREOCUPACIONES, LAS CARENCIAS, LAS ESTANCIAS SOLA CON LOS NIÑOS, NO LA HAN DOBLEGADO, AL CONTRARIO, LA HAN FORTALECIDO Y HA SIDO GRAN COMPAÑERA Y UNA GRAN ESPOSA. PARA CECILIA IBARRA CASTRO

# INDICE

<b>TEMA I .- ANTECEDENTES .....</b>	<b>6</b>
<b>I .a) Que es un suelo-cemento .....</b>	<b>6</b>
<b>I .b) Diferentes aplicaciones.....</b>	<b>7</b>
<b>I .c) Características generales del camino.....</b>	<b>10</b>
<b>TEMA II .- ESPECIFICACIONES PARA LOS MATERIALES</b>	
<b>                  COMPONENTES DEL SUELO-CEMENTO.....</b>	<b>12</b>
<b>II .a) Cemento.....</b>	<b>12</b>
<b>II .b) Agua.....</b>	<b>26</b>
<b>II .c) Suelo.....</b>	<b>32</b>
<b>II .d) Aditivos.....</b>	<b>51</b>
<b>TEMA III .- PROYECTO EJECUTIVO.....</b>	<b>60</b>
<b>III .1) Datos generales del proyecto.....</b>	<b>61</b>
<b>III .1.1) Nombre del proyecto.....</b>	<b>61</b>
<b>III .1.2) Datos generales del promovente.....</b>	<b>61</b>
<b>III .1.3) Ubicación del proyecto.....</b>	<b>61</b>
<b>III .2) Descripción general del proyecto.....</b>	<b>63</b>
<b>III .2.1) Naturaleza del proyecto.....</b>	<b>63</b>
<b>III .2.2) Objetivos y justificación.....</b>	<b>63</b>
<b>III .2.3) Metas.....</b>	<b>64</b>
<b>III .2.4) Inclusión de universo.....</b>	<b>64</b>
<b>III .3) Impacto regional.....</b>	<b>64</b>
<b>III .4) Mecanismo de coinversión.....</b>	<b>64</b>
<b>III .5) Consideraciones de diseño.....</b>	<b>65</b>
<b>III .5.1) Variables de diseño.....</b>	<b>65</b>
<b>III .5.1.1) Tipo de vialidad.....</b>	<b>65</b>
<b>III .5.1.2) Periodo de diseño y tasa de crecimiento.....</b>	<b>66</b>
<b>III .5.1.3) Aforos.....</b>	<b>66</b>
<b>III .5.1.4) Diseño del espesor.....</b>	<b>67</b>
<b>III .5.1.5) Determinación del contenido del cemento.....</b>	<b>69</b>
<b>III .5.2) Durabilidad.....</b>	<b>70</b>

<b>III .a) Proyecto geométrico.....</b>	<b>70</b>
<b>III .b) Volumetría y Presupuesto.....</b>	<b>73</b>
<b>III .b.1) Volumetría (finiquito).....</b>	<b>73</b>
<b>III b.2) Presupuesto (finiquito).....</b>	<b>83</b>
<b>TEMA IV .- PROCEDIMIENTO DE CONSTRUCCION</b>	
<b>                  DEL SUELO-CEMENTO.....</b>	<b>87</b>
<b>IV .1) Compactación del terreno natural.....</b>	<b>87</b>
<b>IV .2) Papeo.....</b>	<b>87</b>
<b>IV .3) Acamellonamiento.....</b>	<b>87</b>
<b>IV .4) Colocación del cemento.....</b>	<b>87</b>
<b>IV .5) Mezclado.....</b>	<b>88</b>
<b>IV .6) Tendido de la mezcla.....</b>	<b>88</b>
<b>IV .7) Compactación.....</b>	<b>89</b>
<b>IV .8) Acabados.....</b>	<b>89</b>
<b>IV .9) Curado.....</b>	<b>89</b>
<b>IV .10) Aplicación del primer riego de sello.....</b>	<b>90</b>
<b>IV .11) Aplicación del segundo riego de sello.....</b>	<b>90</b>
<b>IV .12) Equipo a utilizar.....</b>	<b>91</b>
<b>IV .a) Procedimiento de construcción fotográfico</b>	
<b>          Del camino en proyecto.....</b>	<b>92</b>
<b>TEMA V .- CONCLUSIONES.....</b>	<b>106</b>
<b>TEMA VI .- PLANOS Y ANEXOS</b>	
<b>VI .1) Planos.....</b>	<b>108</b>
<b>VI .2) Anexos.....</b>	<b>133</b>
<b>TEMA VII .- BIBLIOGRAFIA.....</b>	<b>153</b>

## TEMA I.- ANTECEDENTES.

La necesidad colectiva de los habitantes de las comunidades, de contar con una vialidad en mejores condiciones, que les garantizara el acceso y comunicación con su cabecera Municipal y servicios sociales a los que tienen derecho, provoco que se organizaran y le solicitaran al Gobierno del Estado de Michoacán, su apoyo para la construcción de la pavimentación de su camino de acceso, viéndose beneficiadas cuatro comunidades: Cupuancillo, Los Tepetates, El Zapote de Las Cachas y La Peña, del Municipio de La Huacana, del estado de Michoacán.

Una vez realizado los estudios preliminares, el Gobierno del Estado determino la autorización para la realización de “La Pavimentación a base de suelo-cemento y doble riego de sello del camino Cupuancillo-La Peña, tramo del km 0+000 al 7+500”

### I.a) Que es un Suelo-Cemento.

En cada país y región, se le ha definido al suelo-cemento, de la manera que cada investigador o constructor lo considera conveniente, algunos lo definen ampliamente y otros de forma restringida.

**La Portland Cement association** lo define de la manera siguiente: “El suelo-cemento es una mezcla íntima de suelo, convenientemente pulverizado, con determinadas porciones de agua y cemento que se compacta y cura para obtener mayor densidad. Cuando el cemento se hidrata la mezcla se transforma en un material duro, durable y rígido. Se le usa principalmente como base en los pavimentos de carreteras, calles y aeropuertos.”

**El Grupo Holandés de Trabajo** lo define así: “El suelo-cemento y también el suelo estabilizado con cemento son una mezcla homogénea de suelo con cemento y agua que se compacta adecuadamente. El suelo tratado endurece por la reacción del cemento y el agua, por lo que mejora sus propiedades ingenieriles, lo cual favorece su uso en la construcción de carreteras.”

**Para C. A. O’Flaherty (Londres Inglaterra):** “el suelo-cemento es un material endurecido formado por el curado de una íntima mezcla de suelo, cemento y agua que se compacta.”

**El American Concrete Institute dice:** “El suelo-cemento es el resultado de mezclar un suelo con cantidades medidas de cemento portland y agua, compactada a alta densidad, para formar un material endurecido con especificas propiedades ingenieriles.”

En el intento de dar una definición satisfactoria se han formulado las más variadas definiciones. La más común y más convincente es la de Portland Cement Association. En este sentido se pronuncian la mayoría de las instituciones al tomarla como base.

Muchos otros investigadores entendieron que una mejor formulación sería decir “Suelo tratado con cemento”.

Sin embargo todas las definiciones coinciden en afirmar que un suelo-cemento es un material que presenta características propias, que no corresponden a las de un concreto, ni a las de un suelo sin mezclar.

## **I.b) Diferentes aplicaciones.**

Puede asegurarse que su aplicación se inicio con el uso del cemento, cuando el constructor común encontró en la mezcla del cemento con el suelo un excelente material de construcción.

En diversas notas históricas que tratan sobre el suelo-cemento, se ha manifestado que un primer acontecimiento importante fue su pronta aplicación como material para la construcción de pisos y muros, si bien en aquel entonces se trabajaba de forma empírica. Mas adelante otro acontecimiento que mereció especial atención fue la utilidad de su uso en la construcción de caminos, sobre todo cuando había problemas serios de escasez de bancos de materiales apropiados.



Ejemplos claros de sus diferentes aplicaciones a lo largo de los años se mencionan a continuación:

- En Inglaterra en el año de 1917, el Ing. H. E. Brooke-Bradley aplico exitosamente una mezcla de cemento con suelo arcilloso en la construcción de unas carreteras cerca de la población de Salisbury en el condado de Wiltshire.
- En el año de 1921 en el estado de California, E.U.A., se usa el suelo-cemento para estabilizar suelos arcillosos, posteriormente en el año de 1932 el departamento de caminos estatales de Carolina del Sur, creo laboratorios para su investigación e impulsó científicamente su estudio.
- En 1935 se hizo la primera construcción supervisada de suelo-cemento con técnicas modernas, cerca de Jhonson-ville, South Caroline, a partir de entonces se tuvo la certeza de la factibilidad técnica y económica de su construcción masiva con éxito. Desde esa fecha el Departamento de caminos estatales de Carolina del Sur, junto con otros departamentos estatales de los E. U. A., la Portland Cement Association, la Highway Research Board y la Transport Research Board, se han distinguido como sus activos divulgadores y promotores de investigación, tanto en los E.U.A. como en otros países.
- Resulta interesante conocer el hecho de que fue en la segunda guerra mundial donde se le dio gran impulso en la construcción de 130 aeropuertos en Europa por las fuerzas militares alemanas. Parece ser que la principal razón por la que se recurrió al uso del cemento fue por la escases de asfaltos que siempre a existido en Europa central.
- Por haber probado su bondad y resistencia en condiciones tan adversas después de pasada la segunda guerra mundial, se le utilizo en forma masiva para la construcción de modernas aeropistas y carreteras en Alemania y en las Naciones mas desarrolladas.
- El primer uso del suelo-cemento en E.U.A. como material de protección de taludes para presas de tierra y enrocamiento fue en una sección de prueba de la presa Bonny cerca de New Hale, Colorado en 1951. Después de que los estudios e investigaciones realizados permitieron concluir que el comportamiento fue bueno, se autorizo su uso para las presas Merrit y Cheney
- En la construcción de cortinas de presas se utilizo por primera vez en los E.U.A., en 1980, para la construcción de la presa Willow Creek de 50 mts. de altura
- En 1985 se construyo la presa Upper Stillwater Duchesne, en Utah, de E.U.A.

- En México se utilizo por primera vez en 1985 para la construcción de la presa La Manzanilla, Gto. Y en 1987 para la construcción de la presa Trigomil, Jalisco de 100 de altura.

Conviene aclarar que inicialmente se le dio el nombre de suelo-cemento al material utilizado y después indistintamente el de rolacreto y también el de concreto rodillado, sin que exista una definición aclaratoria que los distinga.

Actualmente se han encontrado toda una serie de nuevos usos en las obras hidráulicas, como son las protecciones de costas marítimas y márgenes de ríos, así como en las cimentaciones de ciertas estructuras y la construcción de silos enterrados, gaviones, muros de contención, muros pantalla, etc.

**En resumen el suelo-cemento se usa principalmente en la construcción de:**

TIPO DE CONSTRUCCION	REFERENCIA DE USO (anexo 1)
Bases de carreteras, calles, aeropuertos y estacionamientos	6, 7, 21, 22, 23
Ampliaciones, acotamientos y taludes de carreteras	24, 25, 26
Construcción de pisos en área de almacenamiento	31
Reconstrucción de bases falladas	29, 30
Construcción de balastos y subbalastos para ferrocarriles	59
Protección contra la intrusión de material de la subrasante dentro de los balastos, en vías de los ferrocarriles.	59
Protección de taludes en presas y almacenamientos	35, 36, 37, 38, 39
Protección de terraplenes contra la lluvia	32
Protección contra la erosión de márgenes producida por corrientes fluviales	41
Protección contra la erosión de playas por corrientes y oleajes del mar	41
Estabilización de taludes	32
Revestimiento de canales	34
Construcción de canaletas para riego	42
Impermeabilización de almacenamientos para agua	36

Construcción de accesos para puentes	48, 49
Estabilización de muros de tierra armada	58
Construcción de muros pantalla	43
Construcción de silos enterrados	44
Construcción de cimentaciones	45
Cimentación para torres de conducción eléctrica	47
Construcción de gaviones	46
Sub-bases para pavimentos rígidos	27
Sub-bases para pavimentos flexibles	27
Pisos	6
Carpetas para carreteras de poco trafico	28
Construcción de trincheras semiflexibles para la cimentación de presas	42, 45
Construcción de presas de almacenamiento	42, 45
Construcción de cortinas de presas	267, 268, 271, 272, 273

### **I.c) Características generales del camino.**

El proyecto de pavimentación se encuentra ubicado en la parte suroeste de la capital del estado de Michoacán, con una longitud de 7.5 kilómetros de longitud, que comunica al poblado de Cupuancillo con el poblado de La peña, para que este ultimo pueda tener un acceso rápido con la cabecera municipal de La Huacana, Mich.

Inicia este proyecto en la comunidad de Cupuancillo, la cual esta ubicada en el km 132, sobre la carretera federal no. 37 con dirección Uruapan-Lázaro Cárdenas.

El día 22 de Julio de 2005, se realizo una visita al lugar, observándose lo siguiente:

- Características generales: el camino se ubica en una zona inundable, por la presencia de una ladera de un brazo de un afluente. Existen zonas planas y altas, debidas a cortes de cerros, por lo que los escurrimientos son importantes.
- Tipo de suelo: boleos de canto rodado, arenas y arcillas predominantes. En zonas de corte se observaron rocas basálticas intemperizadas de tamaño superior a las 3”.

- Ancho de la brecha: se observo que en su mayoría se tiene un ancho promedio de 3.50 mts., con sus respectivas áreas de espera para dar cabida a los vehículos que se encuentran de frente y poderle dar paso, además del km 5+000 en adelante, el camino actual pasa por el lecho del rio, motivo por el cual se propone la modificación de trazo para que pueda ser transitado todo el año.
- Trafico vehicular: local que comprende vehículos automotores de uso privado, que se puede clasificar como ligero.
- Instalaciones: se encontró en el km 1+000, una señalización de ductos de gas PEMEX. En cuanto a instalaciones de líneas de conducción de agua potable, pluvial, cableado telefónico, no se encontraron.
- Clima: enclavado en la Sierra Madre Occidental. En periodos largos del año prevalecen climas secos con altas temperaturas, con veranos de alta precipitación pluvial, en invierno clima cálido, es decir condiciones ambientales severas.
- Se pretende minimizar las deformaciones que generan encharcamientos y degradación gradual del camino por ser únicamente revestido con material granular del lecho del río Cupuan y por carecer de las obras hidráulicas necesarias para su conveniente conservación.

## **TEMA II.-ESPECIFICACIONES PARA LOS MATERIALES COMPONENTES DEL SUELO-CEMENTO.**

### **II.a) Cemento.**

**Que es un cemento:** Se denomina cemento a un conglomerante formado a partir de una mezcla de caliza y arcilla calcinadas y posteriormente molidas, que tiene la propiedad de endurecer al contacto con el agua.



SUMINISTRO DEL CEMENTO EN EL CAMELLON DE SUELO

Especificaciones del cemento de la S.C.T.:

**N-CMT-2-02-001/02**

**LIBRO: CMT. CARACTERÍSTICAS DE LOS MATERIALES**

**PARTE: 2. MATERIALES PARA ESTRUCTURAS**

**TÍTULO: 02. Materiales para Concreto Hidráulico**

**CAPÍTULO: 001. Calidad del Cemento Pórtland**

**A. CONTENIDO**

Esta Norma contiene los requisitos de calidad de los cementos Pórtland que se utilicen en la elaboración de concreto hidráulico.

**B. DEFINICIÓN Y CLASIFICACIÓN**

**B.1. DEFINICIÓN**

El cemento Pórtland es un conglomerante hidráulico que al ser hidratado se solidifica y endurece. Se obtiene mediante un proceso industrial, pulverizando a un grado de finura determinado una mezcla fría de arcilla y materiales calcáreos, previamente sometida a cocción, que se denomina *clinker Pórtland*, al cual se le adiciona sulfato de calcio como anhidrita ( $\text{CaSO}_4$ ), yeso ( $\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ ) o hemihidrato ( $\text{CaSO}_4 \cdot \frac{1}{2}\text{H}_2\text{O}$ ), para regular el tiempo de fraguado. Según las propiedades que se requieran o para auxiliar la molienda, además se le pueden incorporar otros materiales como:

- Puzolanas que son materiales naturales, artificiales o subproductos industriales silíceos o silicoaluminosos, o una combinación de ambos, los cuales no endurecen por sí mismos, pero finamente molidos, reaccionan en presencia de agua a la temperatura ambiente con el hidróxido de calcio y forman compuestos con propiedades cementantes. Proceden de algunas de las tierras diatomáceas, horstenos opalinos, pizarras, tobas y pómez, así como de diferentes productos de calcinación y de algunas de las arcillas más comunes como la

## **CMT. CARACTERÍSTICAS DE LOS MATERIALES**

N-CMT-2-02-001/02

montmorilonita y la caolinita. Dentro de estos materiales se consideran las cenizas volantes que se obtienen de los quemadores de centrales termoeléctricas alimentadas con carbones pulverizados, mediante la precipitación electrostática o por captación mecánica de los polvos que acompañan a los gases de combustión.

- Escoria granulada de alto horno, es decir, el residuo no metálico que se obtiene en el alto horno por la fusión de minerales de hierro, enfriado bruscamente con agua o vapor y aire, compuesto principalmente por silicatos y aluminosilicatos cálcicos.
- Humo de sílice, que es una puzolana muy fina constituida esencialmente por sílice amorfa, obtenida como un subproducto de la fabricación de silicio o aleaciones con arco eléctrico de ferro-silicio.
- Caliza, que es un material de naturaleza inorgánica de origen mineral carbonatado, compuesto principalmente por carbonatos de calcio en forma de calcita.

### **B.2. CLASIFICACIÓN**

#### **B.2.1. Según su composición**

Según los materiales que los componen, los cementos Pórtland se clasifican como:

##### **B.2.1.1. Tipo CPO (cemento Pórtland ordinario)**

El producido mediante la molienda del clinker Pórtland y sulfato de calcio. Cuando el proyecto no establezca el tipo de cemento Pórtland por usar en cada caso, se entenderá que se trata de cemento Tipo CPO.

##### **B.2.1.2. Tipo CPP (cemento Pórtland puzolánico)**

El que resulta de la molienda conjunta del clinker Pórtland, puzolanas y sulfato de calcio.

##### **B.2.1.3. Tipo CPEG (cemento Pórtland con escoria granulada de alto horno)**

El producido mediante la molienda conjunta del clinker Pórtland, escoria granulada de alto horno y sulfato de calcio.

## NORMAS

N-CMT-2-02-001/02

### B.2.1.4. Tipo CPC (cemento Pórtland compuesto)

El que se obtiene de la molienda conjunta del clinker Pórtland, puzolanas, escoria de alto horno, caliza y sulfato de calcio. En este tipo de cemento la caliza puede ser el único componente adicional al clinker Pórtland con el sulfato de calcio.

### B.2.1.5. Tipo CPS (cemento Pórtland con humo de sílice)

El que resulta de la molienda conjunta del clinker Pórtland, humo de sílice y sulfato de calcio.

### B.2.1.6. Tipo CEG (cemento con escoria granulada de alto horno)

El producido mediante la molienda conjunta del clinker Pórtland, sulfato de calcio y mayoritariamente escoria granulada de alto horno.

### B.2.2. Según su resistencia a la compresión

Según su resistencia mecánica a la compresión, determinada de acuerdo con el procedimiento descrito en el Manual M-MMP-2-02-004, *Resistencia a la Compresión del Cemento*, los cementos Pórtland se clasifican en las clases resistentes que se indican en la Tabla 1 de esta Norma.

**TABLA 1.- Clases resistentes de los cementos Pórtland**

Unidades en MPa (kg/cm<sup>2</sup>)

Clase resistente	Resistencia a la compresión		
	A 3 días <sup>[1]</sup>	A 28 días <sup>[2]</sup>	
	mínimo	mínimo	máximo
20	-	20 (204)	40 (408)
30	-	30 (306)	50 (510)
30R	20 (204)	30 (306)	50 (510)
40	-	40 (408)	-
40R	30 (306)	40 (408)	-

[1] Corresponde a la resistencia inicial del cemento

[2] Corresponde a la resistencia normal del cemento



## **CMT. CARACTERÍSTICAS DE LOS MATERIALES**

N-CMT-2-02-001/02

Para identificar un cemento Pórtland, la clase resistente se anotará inmediatamente después de la designación del tipo de cemento que se indica en el Inciso B.2.1. de esta Norma, por ejemplo:

- CPO 30, cuando se trate de un cemento Pórtland ordinario con una resistencia normal mínima de treinta (30) megapascales ( $306 \text{ kg/cm}^2$ ).
- CPEG 40R, si se requiere un cemento Pórtland con escoria granulada de alto horno, que tenga una resistencia normal mínima de cuarenta (40) megapascales ( $408 \text{ kg/cm}^2$ ) y deba cumplir con una resistencia inicial mínima de treinta (30) megapascales ( $306 \text{ kg/cm}^2$ ).

### **B.2.3. Según sus características especiales**

Los cementos Pórtland pueden presentar una o más de las características especiales que se indican en la Tabla 2 de esta Norma.

**TABLA 2.- Características especiales de los cementos Pórtland**

<b>Característica especial</b>	<b>Nomenclatura</b>
Resistente a los sulfatos	RS
Baja reactividad álcali-agregado	BRA
Bajo calor de hidratación	BCH
Blanco	B

Para identificar un cemento Pórtland con una característica especial, la nomenclatura de ésta será anotada inmediatamente después de la designación del tipo de cemento que se indica en el Inciso B.2.1. y de la clase resistente que se señala en el Inciso B.2.2. De tener dos o más características especiales, sus nomenclaturas se anotan siguiendo el orden descendente de la Tabla 2 de esta Norma, separándolas con una diagonal, por ejemplo:

- CPO 30 RS, cuando se trate de un cemento Pórtland ordinario con una resistencia normal mínima de treinta (30) megapascales ( $306 \text{ kg/cm}^2$ ) y que sea resistente a los sulfatos.
- CPEG 40R BRA/BCH, si se requiere un cemento Pórtland con escoria granulada de alto horno, que tenga una resistencia normal mínima de cuarenta (40) megapascales

## NORMAS

---

N-CMT-2-02-001/02

(408 kg/cm<sup>2</sup>), una resistencia inicial mínima de treinta (30) megapascuales (306 kg/cm<sup>2</sup>), baja reactividad álcali-agregado y bajo calor de hidratación.

### C. REFERENCIAS

Son referencias de esta Norma, las normas oficiales mexicanas NOM-002-SCFI-1993, *Productos preenvasados-Contenido neto, tolerancias y métodos de verificación* y NOM-030-SCFI-1993, *Información comercial-Declaración de cantidad en la etiqueta*, publicadas por la Secretaría de Economía.

Además, esta Norma se complementa con los siguientes:

MANUALES	DESIGNACIÓN
Muestreo de Cemento Pórtland .....	M-MMP-2-02-001
Resistencia a la Compresión del Cemento .....	M-MMP-2-02-004
Tiempo de Fraguado del Cemento por el Método de Vicat .....	M-MMP-2-02-006
Fraguado Falso del Cemento por el Método de Pasta .....	M-MMP-2-02-008
Sanidad del Cemento .....	M-MMP-2-02-009
Actividad Puzolánica del Cemento .....	M-MMP-2-02-010
Expansión Potencial por la Acción de los Sulfatos ....	M-MMP-2-02-011
Expansión por Ataque de Sulfatos .....	M-MMP-2-02-012
Calor de Hidratación del Cemento .....	M-MMP-2-02-013
Blancura del Cemento .....	M-MMP-2-02-014
Reactividad Potencial de los Agregados Mediante Barras de Mortero .....	M-MMP-2-02-034

### D. REQUISITOS DE CALIDAD PARA LOS CEMENTOS PÓRTLAND

Los cementos Pórtland a que se refiere la Fracción B.2. de esta Norma, cumplirán con los requisitos de calidad que se indican a continuación:

#### D.1. COMPOSICIÓN DEL CEMENTO

D.1.1. La composición de los diferentes tipos de cemento Pórtland estará comprendida dentro de los límites que se establecen en la Tabla 3 de esta Norma:

SCT

5 de 12  
11/11/02

**CMT. CARACTERÍSTICAS DE LOS MATERIALES**

N-CMT-2-02-001/02

**TABLA 3.- Composición de los cementos Pórtland**

Unidades en % en masa

Cemento Pórtland		Clinker Pórtland + sulfato de calcio	Componentes principales				Componentes minoritarios
Tipo	Denominación		Puzolanas [1]	Escoria granulada de alto horno	Humo de sílice	Caliza	
CPO	Cemento Pórtland ordinario	95 - 100	--	--	--	--	0 - 5
CPP	Cemento Pórtland puzolánico	50 - 94	6 - 50	--	--	--	0 - 5
CPEG	Cemento Pórtland con escoria granulada de alto horno	40 - 94	--	6 - 80	--	--	0 - 5
CPC [3]	Cemento Pórtland compuesto	50 - 94	6 - 35	6 - 35	1 - 10	6 - 35	0 - 5
CPS	Cemento Pórtland con humo de sílice	90 - 99	--	--	1 - 10	--	0 - 5
CEG	Cemento con escoria granulada de alto horno	20 - 39	--	61 - 80	--	--	0 - 5

[1] Las puzolanas pueden ser naturales, artificiales y cenizas volantes.

[2] Los componentes minoritarios pueden ser uno o más de los componentes principales, salvo que estén incluidos ya como tales en el cemento.

[3] El cemento Pórtland compuesto contendrá dos componentes principales como mínimo, excepto cuando se trate de caliza, la que puede ser el único componente principal.

**D.1.2.** El contenido de carbonato de calcio ( $\text{CaCO}_3$ ) en la caliza que se utilice como componente principal del cemento Pórtland compuesto (CPC), determinado mediante cualquier método de análisis convencional, será como mínimo de setenta y cinco (75) por ciento en masa.

**D.1.3.** En cualquier tipo de cemento Pórtland el contenido máximo de trióxido de azufre ( $\text{SO}_3$ ) será tal que no cauce una expansión mayor de cero coma cero dos (0,02) por ciento a los catorce (14) días de inmersión en agua, determinada de acuerdo con el procedimiento descrito en el Manual M-MMP-2-02-011, *Expansión Potencial por la Acción de los Sulfatos*.

## NORMAS

N-CMT-2-02-001/02

### D.2. REQUISITOS FÍSICOS

#### D.2.1. Resistencia a la compresión

Las resistencias mecánicas a la compresión, inicial y normal, determinadas de acuerdo con el procedimiento descrito en el Manual M-MMP-2-02-004, *Resistencia a la Compresión del Cemento*, de cualquier tipo de cemento Pórtland, serán las indicadas en la Tabla 1 de esta Norma, según su clase resistente.

#### D.2.2. Tiempo de fraguado

Para cualquier tipo de cemento Pórtland y todas las clases resistentes, los tiempos de fraguado inicial y final serán como mínimo de cuarenta y cinco (45) y seiscientos (600) minutos, respectivamente, determinados de acuerdo con el procedimiento descrito en el Manual M-MMP-2-02-006, *Tiempo de Fraguado del Cemento por el Método de Vicat*.

#### D.2.3. Estabilidad de volumen

Para cualquier tipo de cemento Pórtland y todas las clases resistentes, la expansión y la contracción serán como máximo de cero coma ocho (0,8) por ciento y cero coma dos (0,2) por ciento, respectivamente, determinadas de acuerdo con el procedimiento descrito en el Manual M-MMP-2-02-009, *Sanidad del Cemento*.

#### D.2.4. Actividad puzolánica

Para los componentes principales, el índice de actividad determinado de acuerdo con el procedimiento descrito en el Manual M-MMP-2-02-010, *Actividad Puzolánica del Cemento*, con cemento Pórtland ordinario CPO 30, a veintiocho (28) días, será como mínimo de setenta y cinco (75) por ciento con las adiciones de puzolanas o de escoria granulada de alto horno y de cien (100) por ciento con las adiciones de humo de sílice.

#### D.2.5. Expansión por ataque de sulfatos

La expansión por ataque de sulfatos en los cementos Pórtland de cualquier tipo y clase resistente, con la característica especial RS (resistentes a los sulfatos) será

## **CMT. CARACTERÍSTICAS DE LOS MATERIALES**

N-CMT-2-02-001/02

como máximo de cero coma cero cinco (0,05) por ciento a seis (6) meses y de cero coma uno (0,1) por ciento a un (1) año, determinada de acuerdo con el procedimiento descrito en el Manual M·MMP·2·02·012, *Expansión por Ataque de Sulfatos*.

### **D.2.6. Expansión por reacción álcali-agregado**

La expansión por reacción álcali-agregado en los cementos Pórtland de cualquier tipo y clase resistente, con la característica especial BRA (baja reactividad álcali-agregado) será como máximo de cero coma cero dos (0,02) por ciento a catorce (14) días y de cero coma cero seis (0,06) por ciento a veintiocho (28) días, determinada de acuerdo con el procedimiento descrito en el Manual M·MMP·2·02·034, *Reactividad Potencial de los Agregados Mediante Barras de Mortero*.

### **D.2.7. Calor de hidratación**

El calor de hidratación de los cementos Pórtland de cualquier tipo y clase resistente, con la característica especial BCH (bajo calor de hidratación) será como máximo de doscientos cincuenta (250) y de doscientos noventa (290) kilojoules por kilogramo, a siete (7) y veintiocho (28) días, respectivamente, determinado de acuerdo con el procedimiento descrito en el Manual M·MMP·2·02·013, *Calor de Hidratación del Cemento*.

### **D.2.8. Blancura**

La blancura de los cementos Pórtland de cualquier tipo y clase resistente, con la característica especial B (blanco) será como mínimo de setenta (70) por ciento, determinada de acuerdo con el procedimiento descrito en el Manual M·MMP·2·02·014, *Blancura del Cemento*.

## **E. ENVASE Y ETIQUETADO**

**E.1.** Si el cemento Pórtland se provee en sacos, estos mostrarán, clara e indeleblemente:

- el nombre o denominación genérica del producto,
- la marca registrada,
- la razón social y el domicilio fiscal del fabricante,

## **NORMAS**

N-CMT-2-02-001/02

- el nombre y la ubicación de la planta productora,
- la designación normalizada,
- el contenido en kilogramos de acuerdo con la norma oficial mexicana NOM-030-SCFI,
- la tolerancia del contenido neto de acuerdo con la norma oficial mexicana NOM-002-SCFI,
- y la leyenda "HECHO EN MÉXICO"

**E.2.** Si el cemento Pórtland se provee a granel o en envases de cualquier naturaleza cuyos contenidos pueden variar, en la factura o remisión correspondiente se asentará la información contenida en la Fracción E.1. de esta Norma, indicando la cantidad suministrada en kilogramos o toneladas, según convenga.

**E.3.** En su caso y cuando así lo especifique la Secretaría, el Contratista de Obra o el proveedor cuando se trate de obras por administración directa, informará por escrito el tipo, composición, origen y cantidad de los componentes principales y minoritarios empleados en el cemento Pórtland suministrado.

### **F. TRANSPORTE Y ALMACENAMIENTO DE CEMENTOS PÓRTLAND**

Con el propósito de evitar la alteración de las propiedades de los cementos Pórtland antes de su utilización en la obra, ha de tenerse cuidado en su transporte y almacenamiento, atendiendo los siguientes aspectos:

#### **F.1. TRANSPORTE**

**F.1.1.** Los cementos Pórtland envasados en sacos se transportarán, desde el lugar de adquisición hasta el de almacenamiento, por lotes separados, en vehículos con cajas cerradas o protegidos con lonas u otras cubiertas impermeables que los protejan de la humedad ambiente o la lluvia. Los sacos se estibarán de manera que no se muevan o dañen durante su transporte.

**F.1.2.** Cuando el cemento Pórtland se suministre a granel, se transportará en camiones-tolvas, carros-tolvas de ferrocarril o buques-tolvas, que sean herméticos y tengan tapas adecuadas para evitar fugas y contaminaciones. La carga del cemento de un mismo lote, en cada vehículo, se hará en un solo día y en forma continua.

SCT

9 de 12  
11/11/02

## **CMT. CARACTERÍSTICAS DE LOS MATERIALES**

N-CMT-2-02-001/02

- F.1.3.** Antes de cargar el cemento Pórtland suministrado a granel, los vehículos han de ser limpiados cuidadosamente, eliminando residuos de productos transportados anteriormente, grasas, polvo o cualquier otra sustancia que lo pueda contaminar. Una vez cargado el cemento, las tapas y válvulas de la tolva se sellarán de forma inviolable. Los sellos se retirarán en el momento de la descarga del cemento en el almacenamiento. No se aceptará el material en el caso de que los sellos hayan sido violados.
- F.1.4.** En cualquier caso, el transporte se hará observando las normas oficiales mexicanas aplicables, sujetándose en lo que corresponda, a las leyes y reglamentos de protección ecológica vigentes.

### **F.2. ALMACENAMIENTO**

- F.2.1.** Los cementos Pórtland de cualquier tipo, que sean de la clase resistente 20, no permanecerán almacenados por más de tres (3) meses.
- F.2.2.** Los cementos Pórtland de cualquier tipo, que sean de las clases resistentes 30, 30R, 40 y 40R, no permanecerán almacenados por más de dos (2) meses, salvo que se trate de cemento tipo CPO (cemento Pórtland ordinario) de las clases resistentes 40 y 40R, que no permanecerá almacenado por más de un (1) mes.
- F.2.3.** Cuando un cemento Pórtland, de cualquier tipo y clase resistente, permanezca almacenado por más tiempo que el señalado en los Incisos F.2.1. y F.2.2. de esta Norma, se comprobará dentro de los treinta (30) días anteriores a su empleo, que sus características continúen siendo adecuadas, realizando sobre una muestra representativa del cemento almacenado, sin excluir los terrones que hayan podido formarse, las pruebas que permitan verificar que sus resistencias mecánicas a la compresión, inicial y normal, así como su tiempo de fraguado, cumplan con lo indicado en los Incisos D.2.1. y D.2.2. de esta Norma.
- F.2.4.** Ningún tipo de cemento llegará excesivamente caliente a la obra. Si su manipulación se realiza por medios mecánicos, su temperatura no debe ser mayor de setenta (70) grados

## **NORMAS**

N-CMT-2-02-001/02

Celsius, y si se realiza a mano, no debe exceder del mayor de los dos límites siguientes:

- cuarenta (40) grados Celsius.
- temperatura ambiente más cinco (5) grados Celsius.

**F.2.5.** Cuando la temperatura de cualquier tipo de cemento exceda de setenta (70) grados Celsius, antes de emplearse se comprobará que su penetración final determinada de acuerdo con lo indicado en el Manual M-MMP-2-02-008, *Fraguado Falso del Cemento por el Método de Pasta*, no sea menor que cincuenta (50) por ciento.

**F.2.6.** Cuando el suministro de cualquier tipo de cemento se realice en sacos, para su almacenamiento se considerará lo siguiente:

**F.2.6.1.** El cemento se entregará y almacenará hasta su utilización en la obra, en los mismos envases cerrados en que fue expedido de fábrica.

**F.2.6.2.** El lugar de almacenamiento será un sitio ventilado y bajo cubierta, que reúna las condiciones necesarias para evitar que se alteren las propiedades del cemento; el terreno natural donde se ubique estará bien drenado y la cubierta tendrá la pendiente e impermeabilidad necesarias para evitar filtraciones; será lo suficientemente amplio para que el cemento envasado pueda colocarse a una separación adecuada del techo, del suelo y de las paredes, protegiéndolo tanto de la intemperie, como de la humedad.

**F.2.6.3.** El almacenamiento se hará en lotes por separado, acomodados de forma que se permita el fácil acceso para la inspección, identificación y muestreo de cada uno. Los sacos se colocarán sobre tarimas, apilándolos hasta una altura no mayor de dos (2) metros, separados del suelo y de las paredes a no menos de diez (10) centímetros y rematados con respecto a la cubierta, una distancia tal que evite que los moje la lluvia, que en ningún caso sea menor de un (1) metro.



## **CMT. CARACTERISTICAS DE LOS MATERIALES**

N-CMT-2-02-001/01

**F.2.6.4.** Todo lote de cemento que haya sido rechazado se marcará, se sacará del almacenamiento y se llevará fuera del área de la obra, asegurándose de que en ninguna forma pueda ser usado.

**F.2.6.5.** Cuando las necesidades del trabajo lo exijan, pueden depositarse al aire libre y en terreno bien drenado, las cantidades necesarias de cemento envasado para el consumo de un (1) día. En este caso, los sacos de cemento se colocarán sobre tarimas, separados del suelo a no menos de diez (10) centímetros. Cuando amenace lluvia, los sacos se cubrirán con lonas amplias u otras cubiertas impermeables.

**F.2.7.** Si el suministro del cemento se realiza a granel, el almacenamiento se llevará a cabo en tolvas, silos o recipientes que lo aislen de la humedad.

### **G. REQUISITOS PARA ACEPTACIÓN O RECHAZO**

Para que un cemento Portland sea aceptado por la Secretaría, antes de su utilización, el Contratista de Obra o el proveedor cuando se trate de obras por administración directa, entregará a la Secretaría un certificado de calidad por cada lote o suministro, que garantice el cumplimiento de todos los requisitos establecidos Cláusula D. de esta Norma, según el tipo de cemento indicado en el proyecto, expedido por su propio laboratorio o por cualquier otro debidamente aprobado por la Secretaría. En cualquier momento la Secretaría puede verificar la calidad del cemento suministrado, en muestras obtenidas como se establece en el Manual M-MMP-2-02-001, *Muestreo de Cemento Portland* y mediante los procedimientos de prueba contenidos en los Manuales que se señalan en la Cláusula C. de esta Norma. Será motivo de rechazo por parte de la Secretaría, el incumplimiento de cualquiera de los requisitos establecidos en esta Norma.

### **H. BIBLIOGRAFÍA**

Organismo Nacional de Normalización y Certificación de la Construcción y Edificación, *Norma Mexicana NMX-C-414-ONNCCE-1999 Industria de la Construcción - Cementos hidráulicos - Especificaciones y Métodos de Prueba*, México, D.F. (1999)

Por los estudios y experiencia obtenida a través del tiempo y de las diferentes obras, La Portland Cement Association, recomienda el cemento Portland normal tipo I, como el mas apto para la elaboración de la mezcla suelo-cemento, lo anterior debido a que se ha observado que con este tipo de cemento se obtiene una mezcla de mayor resistencia, pues contiene mayor cantidad de aluminato tricalcico y sulfato de calcio.

El cemento tipo II se recomienda para reducir el excesivo agrietamiento en la capa de suelo cemento, debido a que los cementos expansivos han demostrado ser más efectivos en suelos granulares gruesos para minimizar el agrietamiento.

El cemento tipo II y IV, son los mas recomendados cuando el suelo-cemento se ve expuesto a los sulfatos, por ser mas resistente a ellos que el tipo I.

El cemento tipo V se utiliza cuando el agua con que se va elaborar la mezcla suelo-cemento, contiene sulfatos solubles con más de 0.20% o donde el agua exterior contenga más de 1500 ppm de sulfatos, además de que el contenido de aluminatos tricalcicos no sea mayor del 5%. Con este tipo de cemento se logra una buena mezcla cuando el contenido de sulfato varia entre el 0.5% y el 1% por su alta resistencia a los sulfatos.

La cantidad de cemento en la mezcla puede variar entre el 2 y el 25% del peso seco de la mezcla, el promedio es del 10% y por razones económicas se recomienda no utilizar más del 15%.

La Portland Cement Association nos proporciona el rango normal de cantidades de cemento requeridas para los varios tipos de suelos, clasificados por la AASHO, se muestran en la siguiente tabla:

GRUPO DE SUELO SEGÚN AASHO	PORCIENTO POR VOLUMEN	PORCIENTO POR PESO
A-1-a	5-7	3-5
A-1-b	7-9	5-8
A-2-4	7-10	5-9
A-2-5	7-10	5-9
A-2-6	7-10	5-9
A-2-7	7-10	5-9
A-3	8-12	7-11
A-4	8-12	7-12
A-5	8-12	8-13
A-6	10-14	9-15
A-7	10-14	10-16

La cantidad de cemento también esta en función de la técnica empleada y del equipo de mezclado que se utilice para su elaboración, dando como resultado una mayor o menor cantidad de cemento por agregar.

## **II.b) Agua.**

**Que es el agua:** El agua (del latín aqua) es una sustancia cuya molécula está formada por dos átomos de hidrógeno y uno de oxígeno (H<sub>2</sub>O). Es esencial para la supervivencia de todas las formas conocidas de vida.



SUMINISTRO DE AGUA A LA MEZCLA SUELO-CEMENTO

## Especificaciones del agua de la S.C.T.:

### **CMT. CARACTERÍSTICAS DE LOS MATERIALES**

N-CMT-2-02-003/02

Sulfatos en el Agua .....	M-MMP-2-02-042
Cloruros en el Agua .....	M-MMP-2-02-043
Materia Orgánica en el Agua .....	M-MMP-2-02-044
Magnesio en el Agua .....	M-MMP-2-02-045
Bióxido de Carbono Disuelto en el Agua .....	M-MMP-2-02-046
Potencial de Hidrógeno (pH) del Agua .....	M-MMP-2-02-047
Impurezas en Solución en el Agua .....	M-MMP-2-02-048
Alcalis en el Agua .....	M-MMP-2-02-049

#### **D. REQUISITOS DE CALIDAD DEL AGUA**

- D.1.** El agua que se utilice para la elaboración del concreto hidráulico o mortero de cemento Pórtland, excluyendo el agua de mar, cumplirá con los requisitos indicados en la Tabla 1 de esta Norma.
- D.2.** El agua que no cumpla con los límites indicados en la Tabla 1 de esta Norma, podrá utilizarse siempre y cuando a juicio de la Secretaría, se demuestre que un concreto o mortero de propiedades comparables, hecho con agua del mismo origen, haya dado servicio satisfactorio a juicio de la Secretaría, en condiciones similares de exposición.
- D.3.** Cuando sea imprescindible utilizar agua de mar, podrá emplearse únicamente para la fabricación y curado de concretos sin acero de refuerzo o presfuerzo, cuando así lo apruebe la Secretaría.

#### **E. TRANSPORTE Y ALMACENAMIENTO DEL AGUA**

Con el propósito de evitar la alteración de las características del agua para concreto hidráulico antes de su utilización en la obra, ha de tenerse cuidado en su transporte y almacenamiento, atendiendo los siguientes aspectos:

- E.1.** Para transportar o almacenar el agua para concreto hidráulico, se utilizarán recipientes fabricados con materiales no corrosibles, que no permitan filtraciones ni paso de luz, que cuenten con tapas herméticas y con un dispositivo de ventilación que eviten el paso de sustancias nocivas.

**NORMAS**

N-CMT-2-02-003/02

**TABLA 1.- Valores característicos y límites máximos tolerables de sales e impurezas en el agua**

Impurezas	Valores en partes por millón (ppm)	
	Tipo de cemento	
	Cementos ricos en calcio	Cementos resistente a los sulfatos (RS)
Sólidos en suspensión en aguas naturales (limos y arcillas), máximo	2 000	2 000
Sólidos en suspensión en aguas recicladas <sup>[1]</sup> : (finos de cemento y de agregados), máximo	50 000	35 000
Cloruros como Cl <sup>[2]</sup> :		
• Para concreto con acero de presfuerzo y piezas de puentes <sup>[3]</sup> , máximo	400	600
• Para concretos reforzados que estén en ambiente húmedo o en contacto con metales como el aluminio, fierro galvanizado y otros similares <sup>[3]</sup> , máximo	700	1 000
Sulfato como SO <sub>4</sub> <sup>[2]</sup> , máximo	3 000	3 500
Magnesio como Mg <sup>++</sup> <sup>[2]</sup> , máximo	100	150
Carbonatos como CO <sub>3</sub> <sup>[2]</sup> , máximo	600	600
Dióxido de carbono disuelto como CO <sub>2</sub> , máx	5	3
Álcalis totales como Na <sup>+</sup> , máximo	300	450
Total de impurezas en solución, máximo	3 500	4 000
Grasas o aceites	0	0
Materia orgánica (oxígeno consumido en medio ácido) <sup>[4]</sup> , máximo	150	150
Potencial de hidrógeno (pH), mínimo	6	6,5

[1] Se considera como agua reciclada, la que se usó en el lavado de unidades revolventoras de concreto, que después de un proceso incompleto de sedimentación se emplea en la fabricación del concreto hidráulico y que contiene en suspensión un alto porcentaje de finos del cemento y de los agregados, sales solubles del cemento y aditivos.

[2] El agua que exceda los límites listados para cloruros, sulfatos y magnesio, podrá emplearse si se demuestra que la concentración calculada de estos compuestos en el agua total de la mezcla, incluyendo el agua de absorción de los agregados, no excede dichos límites.

[3] Cuando se utilice cloruro de calcio (CaCl<sub>2</sub>) como aditivo acelerante, se tomará en cuenta la cantidad de éste para no exceder el límite de cloruros indicado en esta Tabla.

[4] El agua que no cumpla con el contenido máximo indicado se podrá usar siempre y cuando el agregado fino que se emplee en el concreto, probada conforme al procedimiento indicado en el Manual M-MMP-2-02-026, *Impurezas Orgánicas en Agregados Finos*, no produzca un líquido más oscuro que la solución normalizada N°3.

## **CMT. CARACTERÍSTICAS DE LOS MATERIALES**

N-CMT-2-02-003/02

- E.2. Si el agua es almacenada más de cuarenta (40) días, previamente a su utilización se comprobará que sus características cumplan con lo indicado en esta Norma.
- E.3. Para la limpieza de los depósitos o recipientes, se tomará en cuenta lo siguiente:

### **E.3.1. Depósitos de concreto**

E.3.1.1. Si previo a su uso el agua permanece más de cincuenta (50) días en el depósito, éste se lavará en el momento en que se vacíe o antes de ser llenado de nuevo. De ser rutinario tal almacenaje, el lavado se hará cada sesenta (60) días como máximo.

E.3.1.2. Si el agua está en constante movimiento, aun no vaciando el depósito en su totalidad debido al uso, su lavado se hará cada seis (6) meses como máximo.

### **E.3.2. Recipientes de metal o plástico de hasta cinco (5) metros cúbicos de capacidad**

E.3.2.1. Si previo a su uso el agua permanece más de ocho (8) días almacenada, el lavado de estos recipientes se hará en el momento en que se vacíen o antes de ser llenados de nuevo, pero no más allá de seis (6) meses.

E.3.2.2. Si el agua está en constante movimiento, aun no vaciando el depósito en su totalidad debido al uso, su lavado se hará cada veinte (20) días como máximo.

### **E.3.3. Depósitos de metal o plástico de más de cinco (5) metros cúbicos de capacidad**

Por lo general el uso de estos depósitos es para almacenar agua que está en constante movimiento. Su lavado se hará cada diez (10) meses como máximo.

### **E.3.4. Limpieza de autotanques**

Cuando se utilicen autotanques, éstos estarán perfectamente limpios antes del primer servicio. En caso de cambio del lugar

## **NORMAS**

N-CMT-2-02-003/02

de suministro o en el tipo y calidad del agua a transportar, el tanque se lavará perfectamente antes del nuevo llenado. ←

### **F. CRITERIOS PARA ACEPTACIÓN O RECHAZO**

- F.1.** El encargado de elaborar el estudio de cada banco, es el responsable de determinar, a nivel estudio, que el agua cumpla con las características y los requisitos de calidad indicados en esta Norma, según el tipo de agua establecido en el proyecto, en muestras obtenidas y preparadas como se establece en el Manual M-MMP-2-02-039, *Muestreo del Agua*, mediante los procedimientos de prueba contenidos en los Manuales que se señalan en la Cláusula C. de esta Norma.
- F.2.** En el caso de que el Contratista de Obra seleccione los bancos, él será el responsable de demostrar que el agua cumple con las características y los requisitos de calidad señalados en esta Norma, considerando lo indicado en la Fracción anterior, para su aprobación por parte del Residente. El Contratista de Obra entregará a la Secretaría, por cada banco, un certificado de calidad que garantice el cumplimiento de todos los requisitos establecidos en esta Norma, expedido por su propio laboratorio o por un laboratorio externo aprobado por la Secretaría.
- F.3.** Con objeto de controlar la calidad del agua durante la ejecución de la obra, el Contratista de Obra, por cada mil quinientos (1 500) metros cúbicos o fracción del agua extraída del banco, realizará las pruebas necesarias que aseguren que cumple con todos los requisitos indicados en esta Norma, según el tipo de cemento que se utilice y entregará a la Secretaría los resultados de dichas pruebas. Las pruebas se realizarán en muestras obtenidas y preparadas como se establece en el M-MMP-2-02-039, *Muestreo del Agua* y mediante los procedimientos de prueba contenidos en los Manuales que se señalan en la Cláusula C. de esta Norma. Será motivo de rechazo por parte de la Secretaría, el incumplimiento de cualquiera de los requisitos establecidos.
- F.4.** Además de lo señalado en la Fracción anterior, cuando se observen cambios en las características del agua de un banco, como el cambio de color, el aumento de partículas en suspensión y el aporte de agua contaminada, entre otros, el Contratista de Obra, realizará las pruebas necesarias que aseguren que el agua

SCT

5 de 6  
09/12/02

### **CMT. CARACTERÍSTICAS DE AGUA**

cumple con todos los requisitos establecidos en esta Norma, según el tipo de cemento que se utilice y entregará a la Secretaría los resultados de dichas pruebas. Las pruebas se realizarán en muestras obtenidas y preparadas como se establece en el Manual M-MMP-2-02-039, *Muestreo del Agua* y mediante los procedimientos de prueba contenidos en los Manuales que se señalan en la Cláusula C. de esta Norma. Será motivo de rechazo por parte de la Secretaría, el incumplimiento de cualquiera de los requisitos establecidos.

- F.5.** En cualquier momento la Secretaría puede verificar que el agua suministrada cumpla con cualquiera de los requisitos de calidad establecidos en esta Norma, siendo motivo de rechazo el incumplimiento de cualquiera de ellos.

### **G. BIBLIOGRAFÍA**

Norma Mexicana NMX C-122-1982, *Agua para Concreto*.

Comisión Federal de Electricidad, *Manual de Tecnología del Concreto*, Sección 1, México (1994).



Las funciones principales del agua en la elaboración del suelo-cemento se resumen principalmente en dos:

- Hidratar el cemento para producir la aglutinación de las partículas sólidas.
- Producir la lubricación entre las partículas para facilitar la compactación.

La cantidad de agua varia comúnmente entre el 10% y el 20% del peso seco de la mezcla en suelos plásticos y menores en los granulares. Se recomienda que el agua este relativamente limpia y libre de cantidades apreciables de ácidos, álcalis y materia orgánica que pueda afectar al cemento y por consecuencia a la mezcla suelo-cemento.

El contenido de agua variara tomando en cuenta la trabajabilidad, manejabilidad de la mezcla, la necesidad de evitar los agrietamientos excesivos y para alcanzar la compactación requerida con el equipo disponible.

## II.c) Suelo.

**Que es un suelo:** En las ciencias de la Tierra y de la vida, se denomina suelo a la parte superficial de la corteza terrestre, biológicamente activa, que tiende a desarrollarse en la superficie de las rocas emergidas por la influencia de la intemperie y de los seres vivos.



SUELO ESCARIFICADO Y ACAMELLONADO

## Especificaciones del suelo de la S.C.T.:

**N-CMT-4-02-003/04**

**LIBRO: CMT. CARACTERÍSTICAS DE LOS MATERIALES**

**PARTE: 4. MATERIALES PARA PAVIMENTOS**

**TÍTULO: 02. Materiales para Subbases y Bases**

**CAPITULO: 003. *Materiales para Bases Tratadas***

### A. CONTENIDO

Esta Norma contiene los requisitos de calidad que cumplirán los materiales que se utilicen en la construcción de bases de pavimentos asfálticos y de pavimentos de concreto hidráulico, tratadas químicamente para modificar su comportamiento mecánico e hidráulico.

### B. DEFINICIÓN Y CLASIFICACIÓN

Son materiales granulares que no cumplen con alguno de los requisitos de calidad establecidos en la Norma N-CMT-4-02-002, *Materiales para Bases Hidráulicas* o que, por razones estructurales, requieren la incorporación de un producto que modifica alguna de sus características físicas, generalmente haciéndolos más rígidos y resistentes, mejorando su comportamiento mecánico e hidráulico, para ser colocados sobre la subbase o la subrasante y formar una capa de apoyo para una carpeta asfáltica o para una carpeta de concreto hidráulico.

Estos materiales, según el producto que se utilice en su tratamiento, se clasifican como:

- B.1.** Materiales modificados con cal. Cuando se les incorpora de dos (2) a tres (3) por ciento en masa, de cal, para modificar su plasticidad o reducir el efecto de la materia orgánica en los suelos.
- B.2.** Materiales modificados con cemento. Cuando se les incorpora de tres (3) a cuatro (4) por ciento en masa, de cemento Pórtland, para modificar su plasticidad o incrementar su resistencia.

SCT

1 de 21  
15/11/04

## **CMT. CARACTERÍSTICAS DE LOS MATERIALES**

N-CMT-4-02-003/04

- B.3.** Materiales estabilizados con cemento. Cuando se les incorpora de ocho (8) a diez (10) por ciento en masa, de cemento Pórtland, para obtener una resistencia a la compresión simple a los veintiocho (28) días de edad, no menor de dos coma cinco (2,5) megapascales ( $25 \text{ kg/cm}^2$ ) e incrementar su rigidez, reduciendo así el efecto de la fatiga sobre la carpeta o mejorando el apoyo de las losas de concreto hidráulico.
- B.4.** Materiales estabilizados con asfalto. Cuando se les incorpora, mediante una emulsión o un asfalto rebajado, de tres (3) a cuatro (4) por ciento en masa, de cemento asfáltico, para mejorar su comportamiento y el efecto de la plasticidad.
- B.5.** Base de mezcla asfáltica (*Base negra*). Cuando a los materiales se les incorpora, en caliente o en frío, de cuatro (4) a cinco (5) por ciento en masa, de cemento asfáltico, para formar una capa de concreto asfáltico magro.
- B.6.** Base de concreto hidráulico magro o de baja resistencia. Cuando a los materiales se les incorpora el cemento Pórtland necesario para obtener una resistencia a la compresión simple a los veintiocho (28) días de edad, de catorce coma siete (14,7) megapascales ( $150 \text{ kg/cm}^2$ ) a diecinueve coma seis (19,6) megapascales ( $200 \text{ kg/cm}^2$ ) y transformar un pavimento flexible en un pavimento rígido, como es el caso de concretos compactados con rodillo o de la recuperación en frío de pavimentos asfálticos y su base hidráulica.

## **C. REFERENCIAS**

Esta Norma se complementa con los siguientes:

<b>NORMAS Y MANUALES</b>	<b>DESIGNACIÓN</b>
Capas Estabilizadas .....	N-CTR-CAR-1-04-003
Recuperación en Frío de Pavimentos Asfálticos ..	N-CSV-CAR-4-02-001
Construcción de Subbases o Bases Estabilizadas .....	N-CSV-CAR-4-02-005
Construcción de Subbases y Bases de Concreto Compactado con Rodillo .....	N-CSV-CAR-4-02-006
Calidad del Cemento Pórtland .....	N-CMT-2-02-001
Materiales para Bases Hidráulicas .....	N-CMT-4-02-002
Cal para Estabilización de Suelos .....	N-CMT-4-03-001
Calidad de Materiales Asfálticos .....	N-CMT-4-05-001

## NORMAS

N-CMT-4-02-003/04

Resistencia a la Compresión Simple de Cilindros de Concreto .....	M-MMP-2-02-058
Muestreo de Materiales para Revestimiento, Subbase y Base .....	M-MMP-4-01-001
Granulometría.....	M-MMP-4-01-003
Contenido de Agua .....	M-MMP-4-01-004
Límites de Consistencia .....	M-MMP-4-01-006
Equivalente de Arena .....	M-MMP-4-01-008
Desgaste Los Ángeles .....	M-MMP-4-01-009
Compactación AASHTO .....	M-MMP-4-01-010
Contenido de Materia Orgánica .....	M-MMP-4-01-012
Determinación del Contenido de Asfalto para Estabilizar Suelos Finos No Plásticos .....	M-MMP-4-01-014
Determinación del Contenido de Asfalto para Estabilizar Suelos Finos Plásticos .....	M-MMP-4-01-015
Partículas Alargadas y Lajeadas de Materiales Pétreos para Mezclas Asfálticas .....	M-MMP-4-04-005
Desprendimiento por Fricción de Materiales Pétreos para Mezclas Asfálticas .....	M-MMP-4-04-009
Cubrimiento con Asfalto Mediante el Método Inglés de Materiales Pétreos para Mezclas Asfálticas .....	M-MMP-4-04-010
Viscosidad Saybolt-Furol en Materiales Asfálticos .....	M-MMP-4-05-004
Método Marshall para Mezclas Asfálticas de Granulometría Densa .....	M-MMP-4-05-034
Contenido de Cemento Asfáltico en Mezclas .....	M-MMP-4-05-038
Contenido de Agua en Mezclas Asfálticas .....	M-MMP-4-05-039
Contenido de Disolventes en Mezclas Asfálticas .....	M-MMP-4-05-040
Pérdida de Estabilidad por Inmersión en Agua de Mezclas Asfálticas .....	M-MMP-4-05-042

### D. REQUISITOS DE CALIDAD PARA MATERIALES MODIFICADOS CON CAL, MODIFICADOS CON CEMENTO O ESTABILIZADOS CON CEMENTO, PROVENIENTES DE UN BANCO

Los materiales modificados con cal, modificados o estabilizados con cemento, cumplirán con los requisitos de calidad que se indican a continuación:

SCT

3 de 21  
15/11/04

## **CMT. CARACTERÍSTICAS DE LOS MATERIALES**

N·CMT·4·02·003/04

- D.1.** La cal o el cemento Pórtland que se utilicen para la modificación o estabilización, cumplirá con los requisitos de calidad que se establecen en las Normas N·CMT·4·03·001, *Cal para Estabilización de Suelos* o N·CMT·2·02·001, *Calidad del Cemento Pórtland*.
- D.2.** Salvo que el proyecto o la Secretaría indiquen otra cosa, cuando se utilice cemento Pórtland en la modificación o estabilización, éste será ordinario (Tipo CPO).
- D.3.** El material por modificar con cal o con cemento Pórtland, o por estabilizar con cemento Pórtland, cumplirá con los requisitos de granulometría que correspondan, entre los indicados en la Norma N·CMT·4·02·002, *Materiales para Bases Hidráulicas*, salvo que el proyecto o la Secretaría indiquen otra cosa y no tendrá un contenido de materia orgánica tal que, al ser probado conforme al procedimiento descrito en el Manual M·MMP·4·01·012, *Contenido de Materia Orgánica*, produzca un líquido más oscuro que la solución normalizada N°3. En caso contrario se tratará con cal para reducir la actividad de la materia orgánica y cumplir con el valor antes anotado.
- D.4.** El material una vez modificado con cal o con cemento Pórtland, cumplirá con el límite líquido, el índice plástico, el equivalente de arena, el Valor Soporte de California (CBR) y el Desgaste Los Ángeles, que correspondan entre los indicados en la Norma N·CMT·4·02·002, *Materiales para Bases Hidráulicas*.
- D.5.** La resistencia a la compresión simple del material una vez estabilizado con cemento Pórtland, a los veintiocho (28) días de edad, determinada en especímenes cilíndricos con una relación altura/diámetro no menor de uno (1), compactados dinámicamente al cien (100) por ciento respecto de la masa volumétrica seca máxima obtenida mediante la prueba AASHTO Modificada, conforme a lo indicado en el Manual M·MMP·4·01·010, *Compactación AASHTO* o al grado de compactación que indique el proyecto o señale la Secretaría y probados mediante el procedimiento descrito en el Manual M·MMP·2·02·058, *Resistencia a la Compresión Simple de Cilindros de Concreto*, será la establecida en el proyecto o la que indique la Secretaría, pero nunca inferior que dos coma cinco (2,5) megapascales (25 kg/cm<sup>2</sup>).

## NORMAS

N·CMT·4·02·003/04

- D.6.** Salvo que el proyecto o la Secretaría indiquen otra cosa, los materiales una vez modificados o estabilizados, con cal o con cemento Pórtland, se compactarán al cien (100) por ciento respecto a la masa volumétrica seca máxima obtenida mediante la prueba AASHTO Modificada, conforme a lo indicado en el Manual M·MMP·4·01·010, *Compactación AASHTO*.

### **E. REQUISITOS DE CALIDAD PARA MATERIALES ESTABILIZADOS CON ASFALTO, PROVENIENTES DE UN BANCO**

Los materiales estabilizados con asfalto, cumplirán con los requisitos de calidad que se indican a continuación:

- E.1.** El producto asfáltico que se utilice en la estabilización cumplirá con los requisitos de calidad establecidos en la Norma N·CMT·4·05·001, *Calidad de Materiales Asfálticos*, según su tipo.
- E.2.** El material por estabilizar con asfalto cumplirá con los requisitos de granulometría que correspondan, entre los indicados en la Norma N·CMT·4·02·002, *Materiales para Bases Hidráulicas*, salvo que el proyecto o la Secretaría indiquen otra cosa. Tendrá un desprendimiento por fricción menor de veinticinco (25) por ciento y un cubrimiento con asfalto mayor de noventa (90) por ciento, determinados conforme a lo indicado en los Manuales M·MMP·4·04·009, *Desprendimiento por Fricción de Materiales Pétreos para Mezclas Asfálticas* y M·MMP·4·04·010, *Cubrimiento con Asfalto Mediante el Método Inglés de Materiales Pétreos para Mezclas Asfálticas*, respectivamente y no tendrá un contenido de materia orgánica tal que, al ser probado conforme al procedimiento descrito en el Manual M·MMP·4·01·012, *Contenido de Materia Orgánica*, produzca un líquido más oscuro que la solución normalizada N°3; en caso contrario se tratará con cal para reducir la actividad de la materia orgánica y cumplir con el valor antes anotado.
- E.3.** Para estabilizar los materiales no plásticos, como las arenas, se mezclarán con la cantidad de producto asfáltico necesaria para obtener una estabilidad mínima de cero coma sesenta y cuatro (0,64) kilonewton, determinada mediante el procedimiento indicado en el Manual M·MMP·4·01·014, *Determinación del Contenido de Asfalto para Estabilizar Suelos Finos No Plásticos*.
- E.4.** Para estabilizar los materiales plásticos que tengan valores de límite líquido y equivalente de arena fuera de los límites indicados

## **CMT. CARACTERÍSTICAS DE LOS MATERIALES**

N-CMT-4-02-003/04

### **I. TRANSPORTE Y ALMACENAMIENTO**

**Con el propósito de evitar la alteración de las características de los materiales antes de su utilización en la obra, debe tenerse cuidado en su transporte y almacenamiento, atendiendo los siguientes aspectos:**

- I.1. Los materiales nuevos por modificar o estabilizar, o el material pétreo nuevo que se emplee en la construcción de bases de mezcla asfáltica o de concreto de baja resistencia, se almacenará en un sitio específicamente destinado para tal uso, considerando lo siguiente:**
  - I.1.1. Cuando en el almacén no se cuente con un firme, previamente a su utilización:**
    - Se removerá la materia vegetal y se limpiará la superficie;
    - se conformará, nivelará y compactará la superficie hasta dejar una sección transversal uniforme que permita el drenaje; y
    - se colocará, compactará y mantendrá sobre el terreno, una capa de quince (15) centímetros de espesor como mínimo, utilizando el mismo material por almacenar, para evitar la contaminación del material que se almacene encima.
  - I.1.2. Durante el almacenamiento se evitará la circulación de vehículos sobre los montículos de materiales, pero en caso de que esto sea estrictamente necesario, se colocará un camino de tablas para evitar la contaminación y degradación del material.**
  - I.1.3. Para evitar que se mezclen los diferentes materiales de distintos montículos, estos estarán lo suficientemente alejados uno del otro o separados entre sí por barreras colocadas con tal propósito.**
  - I.1.4. Cuando el material no vaya a usarse por un periodo prolongado, es conveniente cubrirlo con lonas para protegerlo de contaminantes y del clima.**

---

## NORMAS

---

N-CMT-4-02-003/04

- I.2. Para la base de mezcla asfáltica elaborada, con cemento asfáltico, una vez concluido el mezclado en caliente se considerará lo siguiente:**
- I.2.1. La mezcla asfáltica caliente puede ser almacenada por corto tiempo en tolvas metálicas sin orificios, con superficie interior lisa y limpia, pero teniendo en cuenta que la temperatura de la mezcla se reducirá rápidamente. No se permitirá el almacenamiento en pilas o montones, aun cuando estos se cubran con lonas.**
    - I.2.1.1. Si se utilizan silos térmicamente aislados, la mezcla asfáltica puede almacenarse hasta por veinticuatro (24) horas sin pérdida de temperatura o sangrado importante.**
    - I.2.1.2. De requerirse largos periodos de almacenamiento, se utilizarán silos que incluyan sistemas de calentamiento que permitan mantener la temperatura de la mezcla, pero cuidando que no se presente sangrado u oxidación de ésta.**
  - I.2.2. La mezcla asfáltica en caliente se transportará en vehículos con caja metálica con superficie interior lisa, sin orificios y que esté siempre limpia y libre de residuos de mezcla asfáltica, para evitar que la mezcla que se transporte se adhiera a la caja.**
  - I.2.3. Antes de cargar el vehículo de transporte, se limpiará su caja y se cubrirá la superficie interior con un lubricante para evitar que se le adhiera la mezcla, utilizando una solución de agua y cal, agua jabonosa o algún producto comercial apropiado. En ningún caso se deben usar productos derivados del petróleo como el diesel, debido a problemas ambientales y posibles daños a la mezcla. Una vez hecho lo anterior, se levantará la caja para drenar el exceso de lubricante.**
  - I.2.4. El vehículo de transporte se llenará con varias descargas sucesivas de la mezcla para minimizar la segregación de los materiales pétreos, colocándolas desde los extremos de la caja hacia su centro.**
  - I.2.5. Una vez cargado el vehículo de transporte, se cubrirá la mezcla asfáltica con una lona que la preserve del polvo o de otro material contaminante y reduzca la pérdida de calor durante el trayecto.**



## **CMT. CARACTERÍSTICAS DE LOS MATERIALES**

N-CMT-4-02-003/04

- 1.2.6.** El tiempo máximo de transporte dependerá de la pérdida de calor de la mezcla, la que se tenderá y compactará a las temperaturas mínimas determinadas como se indica en la Fracción F.10. de esta Norma.
- 1.2.7.** La temperatura de fabricación de la mezcla no deberá incrementarse para lograr que al final de su transporte tenga la temperatura adecuada para el tendido y compactación.
- 1.2.8.** El transporte de la mezcla se hará siempre sobre superficies pavimentadas.
- 1.2.9.** La longitud del transporte será de sesenta (60) kilómetros como máximo, la que se reducirá un diez (10) por ciento por cada grado de pendiente ascendente, medida como el desnivel de la planta de mezclado y el punto de tiro, dividido entre la longitud de transporte.

## **J. CRITERIOS PARA ACEPTACIÓN O RECHAZO**

La aceptación de los materiales por parte de la Secretaría, se hará considerando lo siguiente:

- J.1.** El responsable del estudio geotécnico del banco, determinará a nivel de estudio, que el material cumple con las características y los requisitos de calidad indicados en esta Norma, según el tipo de material requerido en el proyecto, probando muestras obtenidas como se establece en el Manual M-MMP-4-01-001, *Muestreo de Materiales para Revestimiento, Subbase y Base*, mediante los procedimientos de prueba contenidos en los Manuales que se señalan en la Cláusula C. de esta Norma, e indicará en cada caso, el tratamiento a que deba sujetarse el material.
- J.2.** En caso de que el Contratista de Obra seleccione el banco, será el responsable de demostrar que el material cumple con las características y los requisitos de calidad señalados en esta Norma, con base en lo indicado en la Fracción anterior y de realizar, cuando proceda, el estudio para su tratamiento y obtener la aprobación por parte del Residente. El Contratista de Obra entregará a la Secretaría un certificado de calidad que garantice el cumplimiento de todos los requisitos establecidos en esta Norma, expedido por su laboratorio o por un laboratorio externo, aprobados por la Secretaría.

## **NORMAS**

N-CMT-4-02-003/04

- J.3.** Durante el proceso de producción, con el propósito de controlar la calidad del material al ejecutar la obra, el Contratista de Obra, por cada trescientos (300) metros cúbicos o fracción de material que suministre o recupere en el camino, realizará las pruebas necesarias que aseguren que:
- J.3.1.** El material pétreo de un mismo tipo, para ser modificado con cal o con cemento Pórtland, estabilizado con cemento Pórtland o con asfalto, o utilizado en la construcción de bases de mezcla asfáltica o de bases de concreto hidráulico magro o de baja resistencia, cuando no proceda de la recuperación en frío de pavimentos asfálticos, cumpla con la granulometría y, en su caso, con el contenido de materia orgánica indicados en esta Norma.
  - J.3.2.** El material pétreo de un mismo tipo, una vez modificado con cal o con cemento Pórtland, cumpla con el límite líquido, el índice plástico y el equivalente de arena indicados en esta Norma.
  - J.3.3.** El material pétreo de un mismo tipo, una vez modificado con cal o con cemento Pórtland, cumpla con el límite líquido, el índice plástico y el equivalente de arena indicados en esta Norma.
  - J.3.4.** El material pétreo de un mismo tipo, una vez estabilizado con cemento Pórtland, cumpla con la resistencia a la compresión simple indicada en esta Norma, en el proyecto o señalada por la Secretaría.
  - J.3.5.** El material pétreo de un mismo tipo, una vez estabilizado con asfalto, cumpla con la estabilidad indicada en esta Norma.
  - J.3.6.** El material pétreo de un mismo tipo, que se emplee en la construcción de bases de mezcla asfáltica (bases negras) o de concreto magro o de baja resistencia, cumpla con la granulometría y el equivalente de arena indicados en esta Norma.
  - J.3.7.** La mezcla asfáltica producida para bases (bases negras), con material pétreo de un mismo tipo, cumpla con el contenido de asfalto indicado en esta Norma.

SCT

19 de 21  
15/11/04

## **CMT. CARACTERÍSTICAS DE LOS MATERIALES**

N-CMT-4-02-003/04

- J.3.8.** El material pétreo de un mismo tipo, que se emplee en la construcción de bases de concreto hidráulico magro o de baja resistencia, una vez mezclado con el cemento Portland, cumpla con la granulometría indicada en esta Norma.
- J.3.9.** El concreto hidráulico magro o de baja resistencia, producido con material pétreo de un mismo tipo, cumpla con el revenimiento señalado en esta Norma.
- J.4.** Una vez tendidas y compactadas las capas de base tratada, el Contratista de Obra realizará las pruebas necesarias que aseguren el cumplimiento del grado de compactación y, en su caso, de la estabilidad o la resistencia a la compresión simple, establecidos en esta Norma, en el proyecto o señalado por la Secretaría, de acuerdo con lo indicado en las Cláusulas H. de las Normas N-CTR-CAR-1-04-003, *Capas Estabilizadas*, N-CSV-CAR-4-02-001, *Recuperación en Frío de Pavimentos Asfálticos*, N-CSV-CAR-4-02-005, *Construcción de Subbases o Bases Estabilizadas* y N-CSV-CAR-4-02-006, *Construcción de Subbases y Bases de Concreto Compactado con Rodillo*, según sea el caso.
- J.5.** Además de lo señalado en las Fracciones J.3. y J.4., el Contratista de Obra, por cada tres mil (3 000) metros cúbicos o fracción de material estabilizado con asfalto, de mezcla asfáltica para bases (bases negras) y de concreto hidráulico magro o de baja resistencia, que se hayan producido con un mismo tipo de material pétreo, realizará las pruebas necesarias que aseguren que cumplen con todos los valores establecidos en esta Norma.
- J.6.** Las pruebas a que se refieren las Fracciones J.3. y J.5., se realizarán en muestras obtenidas como se establece en el Manual M-MMP-4-01-001, *Muestreo de Materiales para Revestimiento, Subbase y Base*, y mediante los procedimientos de prueba contenidos en los Manuales que se señalan en la Cláusula C. de esta Norma. Si el material procede de la recuperación in-situ de pavimentos existentes, se muestreará después de corregido mediante la adición de otro material y mezclado, o inmediatamente después de recuperado si así lo establece el proyecto, para verificar el cumplimiento de las características establecidas en el proyecto.

El Contratista de Obra entregará a la Secretaría los resultados de las pruebas que realice de acuerdo con las Fracciones J.3. a J.5. de esta Norma y será motivo de rechazo por parte de la Secretaría, el incumplimiento de cualquiera de los requisitos establecidos en esas Fracciones.

- J.7.** En cualquier momento, la Secretaría podrá verificar que los materiales suministrados para la construcción de bases tratadas, cumplan con cualquiera de los requisitos de calidad establecidos en esta Norma, siendo motivo de rechazo el incumplimiento de alguno de ellos.

**N-CMT-1-03/02**

**LIBRO: CMT. CARACTERÍSTICAS DE LOS MATERIALES**

**PARTE: 1. MATERIALES PARA TERRACERÍAS**

**TÍTULO: 03. Materiales para Subrasante**

**A. CONTENIDO**

Esta Norma contiene los requisitos de calidad de los materiales que se utilicen en la construcción de la capa subrasante de las terracerías.

**B. DEFINICIÓN**

Los materiales para la capa subrasante son los suelos naturales, seleccionados o cribados, producto de los cortes o de la extracción en bancos, que se utilizan para formar dicha capa inmediatamente encima de la cama de los cortes, de la capa subyacente o del cuerpo de un terraplén cuando ésta última no se construya, para servir de desplante a un pavimento.

La clasificación de los suelos a que se refiere esta Norma, se describe en el Manual M·MMP·1·02, *Clasificación de Fragmentos de Roca y Suelos*.

**C. REFERENCIAS**

Esta Norma se complementa con los siguientes:

MANUALES	DESIGNACIÓN
Muestreo de Materiales para Terracerías .....	M·MMP·1·01
Clasificación de Fragmentos de Roca y Suelos .....	M·MMP·1·02
Contenido de Agua .....	M·MMP·1·04
Límites de Consistencia .....	M·MMP·1·07
Compactación AASHTO .....	M·MMP·1·09

SCT

1 de 5  
11/11/02

**CMT. CARACTERÍSTICAS DE LOS MATERIALES**

N-CMT-1-03/02

Grado de Compactación .....	M·MMP-1-10
Valor Soporte de California (CBR) y Expansión en Laboratorio .....	M·MMP-1-11

**D. REQUISITOS DE CALIDAD**

Los materiales que se utilicen para la formación de la capa subrasante, en función de sus características y de la intensidad del tránsito esperada en términos del número de ejes equivalentes de ocho comados (8,2) toneladas, acumulados durante la vida útil del pavimento ( $\Sigma L$ ), cumplirán con lo que se indica a continuación, a menos que exista un estudio previamente aprobado por la Secretaría, que justifique el empleo de materiales con características distintas. En ningún caso se utilizarán materiales altamente orgánicos como turba (Pt).

- D.1.** Cuando la intensidad del tránsito ( $\Sigma L$ ) sea igual a un (1) millón de ejes equivalentes o menor, el material cumplirá con las características granulométricas y con los requisitos de calidad que se establecen en la Tabla 1 de esta Norma y tendrá un espesor mínimo de veinte (20) centímetros.
- D.2.** Cuando la intensidad del tránsito ( $\Sigma L$ ) sea de un (1) millón a diez (10) millones de ejes equivalentes, el material cumplirá con los requisitos de calidad que se establecen en la Tabla 1 de esta Norma y tendrá un espesor mínimo de treinta (30) centímetros.
- D.3.** Cuando la intensidad del tránsito ( $\Sigma L$ ) sea mayor de diez (10) millones de ejes equivalentes, la capa subrasante será motivo de diseño especial.
- D.4.** Si la capa subrasante se desplanta directamente sobre el terreno de cimentación y su espesor es menor que el señalado en las Fracciones D.1. o D.2. de esta Norma, según corresponda, cuando el material del terreno de cimentación no cumpla con los requisitos establecidos en la Tabla 1, se excavará una caja hasta la profundidad necesaria para completar el espesor mínimo.

**E. TRANSPORTE Y ALMACENAMIENTO DE MATERIALES PARA SUBRASANTE**

- E.1.** Cuando el material para subrasante sea producto de los cortes, se podrá transportar utilizando tractores o motoescrepas.

**NORMAS**

N-CMT-1-03/02

**TABLA 1.- Requisitos de calidad de materiales para capa subrasante**

<b>Característica</b>	<b>Valor</b>
Tamaño máximo; mm	76
Límite líquido; %, máximo	40
Índice plástico; %, máximo	12
Valor Soporte de California (CBR) <sup>[1]</sup> ; %, mínimo	20
Expansión máxima; %	2
Grado de compactación <sup>[2]</sup> ; %	100 ± 2

[1] En especímenes compactados dinámicamente al porcentaje de compactación indicado en esta Tabla, con un contenido de agua igual al del material en el banco a 1,5 m de profundidad.

[2] Respecto a la masa volumétrica seca máxima obtenida mediante la prueba AASHTO Estándar, del material compactado con el contenido de agua óptimo de la prueba, salvo que el proyecto o la Secretaría indiquen otra cosa.

**E.2.** Cuando el material para subrasante sea extraído de bancos o sea necesario almacenarlo para su posterior utilización en la obra, se tendrá cuidado en su transporte y almacenamiento, con el propósito de evitar la alteración de sus características, atendiendo los siguientes aspectos:

**E.2.1.** El material se almacenará en un sitio específicamente destinado para tal propósito. Cuando en dicho sitio no se cuente con un firme, previamente a su utilización se deberá:

- Remover la materia vegetal y limpiar la superficie.
- Conformar, nivelar y compactar la superficie, dejando una sección transversal uniforme que permita el drenaje.

**E.2.2.** Los materiales constituidos por partículas de diferentes tamaños que se almacenen en los depósitos, tienden a segregarse, por lo que será necesario que al cargar el material para llevarlo al frente de trabajo, se tome desde la parte baja del depósito.

**E.2.3.** Los materiales se cargarán y transportarán al frente de trabajo, en vehículos con cajas cerradas o protegidas con

## **CMT. CARACTERÍSTICAS DE LOS MATERIALES**

N-CMT-1-03/02

lonas, que impidan la contaminación del entorno o que se derramen.

### **F. CRITERIOS PARA ACEPTACIÓN O RECHAZO**

La aceptación de los materiales para subrasante por parte de la Secretaría, se hará considerando lo siguiente:

- F.1.** El encargado de elaborar el estudio geotécnico o del banco, es el responsable de determinar, a nivel estudio, que el material cumpla con los requisitos de calidad indicados en esta Norma, según el tipo de material establecido en el proyecto, en muestras obtenidas como se establece en el Manual M-MMP-1-01, *Muestreo de Materiales para Terracerías*, mediante los procedimientos de prueba contenidos en los Manuales que se señalan en la Cláusula C. de esta Norma.
- F.2.** En el caso de que el Contratista de Obra seleccione el material o el banco, él será el responsable de asegurar que el material cumpla con los requisitos de calidad indicados en esta Norma, considerando lo indicado en la Fracción anterior. El Contratista de Obra entregará a la Secretaría un certificado de calidad que garantice el cumplimiento de todos los requisitos establecidos en esta Norma, expedido por su propio laboratorio o por un laboratorio externo aprobado por la Secretaría.
- F.3.** Durante el proceso de producción, con objeto de controlar la calidad del material en la ejecución de la obra, el Contratista de Obra, por cada doscientos (200) metros cúbicos o fracción del material de un mismo tipo, extraído de un corte o un banco, realizará las pruebas necesarias para que aseguren que cumple con el límite líquido y el índice plástico señalados en esta Norma, entregando a la Secretaría los resultados de dichas pruebas. Las pruebas se realizarán en muestras obtenidas como se establece en el Manual M-MMP-1-01, *Muestreo de Materiales para Terracerías* y mediante el procedimiento de prueba contenido en el Manual M-MMP-1-07, *Límites de Consistencia*. Será motivo de rechazo por parte de la Secretaría, el incumplimiento de cualquiera de los requisitos mencionados en esta Fracción.
- F.4.** Además de lo señalado en la Fracción anterior, el Contratista de Obra, por cada quinientos (500) metros cúbicos o fracción del



---

## NORMAS

---

N-CMT-1-03/02

material de un mismo tipo, extraído de un corte o un banco, realizará las pruebas necesarias que aseguren que cumple con todos los valores establecidos en esta Norma, entregando a la Secretaría los resultados de dichas pruebas. Las pruebas se realizarán en muestras obtenidas como se establece en el Manual M-MMP-1-01, *Muestreo de Materiales para Terracerías* y mediante los procedimientos de prueba contenidos en los Manuales que se señalan en la Cláusula C. de esta Norma. Será motivo de rechazo por parte de la Secretaría, el incumplimiento de cualquiera de los requisitos establecidos.

- F.5.** Una vez tendidas y compactadas las capas subrasantes, el Contratista de Obra realizará las pruebas necesarias que aseguren el cumplimiento del grado de compactación establecido en esta Norma, en el proyecto o señalado por la Secretaría, en el número y con la periodicidad indicada por los mismos, mediante el procedimiento contenido en el Manual M-MMP-1-10, *Grado de Compactación*, entregando a la Secretaría los resultados de dichas pruebas.
- F.6.** En cualquier momento, la Secretaría puede verificar que el material suministrado cumpla con cualquiera de los requisitos de calidad establecidos en esta Norma, siendo motivo de rechazo el incumplimiento de cualquiera de ellos.

Teóricamente cualquier suelo puede estabilizarse con cemento, con excepción de aquellos que contienen grandes cantidades de sales y sustancias orgánicas que afecten al cemento o al buen desempeño del mismo en la mezcla.

En el campo de la práctica y para obtener los resultados satisfactorios que se buscan, se recomienda que los suelos cumplan con los parámetros siguientes:

**Granulometría.**

El tamaño máximo de las partículas no rebase una tercera parte del espesor de la capa compactada. En la distribución granulométrica el límite máximo de partículas finas que pasan la malla No. 200 debe de ser cercano al 50%, con un límite líquido no mayor de 50% e índice plástico menor de 25%, o sea conviene evitar los suelos muy plásticos.

La Portland Cement Association propone que no mas del 45% sea retenido en la malla No. 4 y un tamaño máximo del agregado de 3” y acepta suelos granulares mal graduados. También recomienda que no se utilicen con muchas gravas, que preferiblemente contengan menos del 15% de arcillas, que la suma de arcillas y limos varíe entre 20 y 45% y que contenga arena preferiblemente entre el 55 y 80%.

Los suelos con un contenido alto de arcillas tienen muchos inconvenientes para su uso en la mezcla suelo-cemento, debido a que provocan muchos agrietamientos, los tratamientos para su humedecimiento y secado al momento de la elaboración y compactación de la mezcla son mas dificultosos y por consecuencia mas costosos.

A continuación se presentan graduaciones recomendadas para la elaboración de un suelo cemento de acuerdo a diferentes condiciones y utilidades.

<b>Graduaciones recomendables para tratamientos de suelos areno-arcillosos</b>			
MATERIALES	CONDICIONES DE LA LLUVIA EN LA ZONA		
	FUERTE 1	MODERADA 2	RARA 3
PORCIONES DE ARENA:			
Pasa la malla No. 10	100	100	100
Pasa la malla No 40	40 - 80	40 - 80	40 - 80
Pasa la malla No. 60	30 – 70	40 – 55	55 – 70
Pasa la malla No. 200	10 - 40	20 - 35	30 - 50
PORCIONES DE LIMO:			

Finos de 0.05 a 0.005 mm	3 - 20	0 - 15	10 - 20
<b>PORCIONES ARCILLA:</b>			
Finos menores de 0.005 mm	7 - 20	9 - 18	15 - 25

<b>ESPECIFICACIONES PARA LOS AGREGADOS DE LAS BASES Y SUB-BASES</b>		
TAMAÑO DE LA MALLA	PORCENTAJES QUE PASAN	
	BASES	SUB-BASES
2" (50 mm)	100	100
1-1/2" (37.5 mm)	95 - 100	90 - 100
3/4" (19 mm)	70 - 92	-
3/8" (9.5 mm)	50 - 70	-
No. 4 (4.75 mm)	35 - 55	30 - 60
No. 30	12 - 25	-
No. 200	0 - 8	0 - 12
<b>REQUERIMIENTOS ADICIONALES:</b>		
1.- Al menos el 75% de las partículas retenidas en la malla 3/8 debe de tener dos caras fracturadas.		
2.- La cantidad de material que pasa la malla no. 200 no debe de ser mayor que el 60% de la que pasa por la no. 30.		
3.- La fracción que pasa la malla no 40 debe de tener: Máximo w = 25% Máximo I.P. = 4%		

Clasificación de la AASHO preparada para el diseño de suelo-cemento							
ANALISIS GRANULOMETRICO	GRUPOS DE SUELOS GRANULARES (35% o menos pasa la malla # 200)						
	A-1		A-3	A-2			
% que pasa la.	A-1-a	A-1-b		A-2-4	A-2-5	A-2-6	A-2-7
Malla # 10	50 máx.						
Malla # 40	30 máx.	50 máx.	51 máx.				
Malla # 200	15 máx.	25 máx.	10 máx.	35 máx.	35 máx.	35 máx.	35 máx.
CARACTERISTICAS DE LA FRACCION QUE PASA LA MALLA No. 200							
Limite liquido				40 máx.	41 min	40 máx.	41 min.
Índice de plasticidad	6 máx.		N.P.	10 máx.	10 máx.	11 min.	11 min.
ANALISIS	GRUPOS DE SUELOS LIMO-ARCILLOSOS						

GRANULOMETRICO	(Mas del 35% se retienen en la malla # 200)			
% que pasa la:	A-4	A-5	A-6	A-7, A-7-5 Y A-7-6
Malla # 200	36 min	36 min	36 min	36 min
CARACTERISTICAS DE LA FRACCION QUE PASA LA MALLA No. 200:				
Limite liquido	40 máx.	41 min	40 máx.	41 min
Índice de plasticidad	10 máx.	10 máx.	11 min	11 min

Los suelos para su estabilización pueden considerarse en los siguientes grupos:

- Granulares limpios.
- Granulares con cantidades apreciables de finos.
- Mezclas de finos y granulares.
- Suelos predominantemente arcillosos.
- Suelos predominantemente limosos.

Son los tres primeros los que preferentemente se utilizan para estabilizar, debido a que los suelos que contienen gran cantidad de arcillas y limos son más costosos para su estabilización ya que el consumo de cemento se incrementa en gran proporción.

## II.d) Aditivos.

**Que es un aditivo:** Los aditivos son componentes de naturaleza orgánica (resinas) o inorgánica, cuya inclusión tiene como objeto modificar las propiedades de los materiales conglomerados en estado fresco. Se suelen presentar en forma de polvo o de líquido, como emulsiones.

## Especificaciones de los aditivos de la S.C.T.:

**N-CMT-2-02-004/04**

**LIBRO:** CMT. CARACTERÍSTICAS DE  
LOS MATERIALES  
**PARTE:** 2. MATERIALES PARA ESTRUCTURAS  
**TÍTULO:** 02. Materiales para Concreto Hidráulico  
**CAPÍTULO:** 004. Calidad de Aditivos Químicos para Concreto Hidráulico

### A. CONTENIDO

Esta Norma contiene las características de calidad de los aditivos químicos que se utilizan en la fabricación de concreto hidráulico.

### B. DEFINICIÓN Y CLASIFICACIÓN

Los aditivos químicos son materiales que se añaden al concreto inmediatamente antes o durante el mezclado, con el propósito de modificar convenientemente su comportamiento en el estado fresco o de inducir mejoras en determinadas propiedades del concreto endurecido. Los principales aditivos químicos utilizados en la fabricación de concreto hidráulico son:

#### B.1. ADITIVOS REDUCTORES DE AGUA

Se utilizan para disminuir la cantidad de agua de la mezcla, incrementar la resistencia del concreto reduciendo la relación agua/cemento, sin alterar su consistencia original, o bien para aumentar la trabajabilidad sin disminuir la resistencia.

#### B.2. ADITIVOS RETARDANTES

Se utilizan para retardar el fraguado del concreto aumentando así el tiempo de manejo antes de su colocación.

#### B.3. ADITIVOS ACELERANTES

Se utilizan para acelerar el fraguado del concreto permitiendo obtener mayor resistencia a corta edad.

SCT

1 de 7  
15/12/04

## **CMT. CARACTERÍSTICAS DE LOS MATERIALES**

N-CMT-2-02-004/04

### **B.4. ADITIVOS REDUCTORES DE AGUA Y RETARDANTES**

Producen efectos combinados de los aditivos reductores de agua y retardantes.

### **B.5. ADITIVOS REDUCTORES DE AGUA Y ACELERANTES**

Producen efectos combinados de los aditivos reductores de agua y acelerantes.

### **B.6. ADITIVOS REDUCTORES DE AGUA DE ALTO RANGO**

Proporcionan una reducción de agua mayor de la que producen los aditivos reductores de agua.

### **B.7. ADITIVOS REDUCTORES DE AGUA DE ALTO RANGO Y RETARDANTES**

Proporcionan una reducción mayor de agua que los aditivos reductores de agua y se combinan con los efectos de los retardantes de fraguado.

### **B.8. ADITIVOS SUPERPLASTIFICANTES**

Proporcionan un incremento mínimo de nueve (9) centímetros en el revenimiento, para producir un concreto fluido con revenimiento superior a diecinueve (19) centímetros, sin pérdida de cohesión ni retardo en el tiempo de fraguado.

### **B.9. ADITIVOS SUPERFLUIDIFICANTES Y RETARDANTES**

Proporcionan un incremento mínimo de nueve (9) centímetros en el revenimiento, para producir un concreto fluido con revenimiento superior a diecinueve (19) centímetros, sin pérdida de cohesión y con retardo en el tiempo de fraguado.

### **B.10. ADITIVOS INCLUSORES DE AIRE**

Se agregan al concreto durante su elaboración, con el fin de incorporar aire en él, mejorando su trabajabilidad y disminuyendo la segregación y el sangrado.

## NORMAS

N·CMT·2·02·004/04

### C. REFERENCIAS

Es referencia de esta Norma, la norma AASHTO T 160-93, *Length Change of Hardened Hydraulic Cement Mortar and Concrete*.

Además, esta Norma se complementa con los siguientes:

MANUALES	DESIGNACIÓN
Muestreo de Aditivos para Concreto y de Materiales para Curado .....	M·MMP·2·02·050
Tiempo de Fraguado del Concreto con Acelerante .....	M·MMP·2·02·051
Tiempo de Fraguado del Concreto con Retardante ....	M·MMP·2·02·052
Características del Concreto con Inclusor de Aire .....	M·MMP·2·02·053
Revenimiento del Concreto Fresco .....	M·MMP·2·02·056
Resistencia a la Compresión Simple de Cilindros de Concreto .....	M·MMP·2·02·058
Resistencia a la Tensión de Cilindros de Concreto .....	M·MMP·2·02·059
Resistencia del Concreto a Congelación y Deshielo ...	M·MMP·2·02·060

### D. REQUISITOS DE CALIDAD

- D.1.** El concreto elaborado con alguno de los aditivos químicos reductores de agua, retardantes, acelerantes, reductores de agua y retardantes, o reductores de agua y acelerantes, descritos en las Fracciones B.1. a B.5., cumplirá con los requisitos establecidos en la Tabla 1 de esta Norma, según corresponda.
- D.2.** El concreto elaborado con alguno de los aditivos químicos reductores de agua de alto rango, reductores de agua de alto rango y retardantes, superplastificantes, superfluidificantes y retardantes, o inclusores de aire, descritos en las Fracciones B.6. a B.10., cumplirá con los requisitos establecidos en la Tabla 2 de esta Norma.
- D.3.** El sangrado del concreto elaborado con un aditivo inclusor de aire, no excederá en más de dos (2) por ciento al del espécimen de concreto hecho con resina de *Vincol* neutralizado, elegido como agente patrón inclusor de aire.

SCT

3 de 7  
15/12/04

### CMT. CARACTERÍSTICAS DE LOS MATERIALES

N-CMT-2-02-004/04

**D.4.** Cuando un aditivo inclusor de aire se vaya a usar en concreto para estructuras, en donde la resistencia a la flexión, la adherencia entre concretos o los cambios volumétricos sean de especial importancia, adicionalmente se cumplirá con:

**TABLA 1.- Requisitos de calidad para concretos con aditivos químicos reductores de agua, retardantes, acelerantes, reductores de agua y retardantes, y reductores de agua y acelerantes <sup>(1)</sup>**

Requisito	Reductor de agua	Retardante	Acelerante	Reductor de agua y retardante	Reductor de agua y acelerante
Contenido de agua respecto a la MC <sup>2</sup> ; %, máx. <sup>(2)</sup>	95	---	---	95	95
Tiempo de fraguado. Desviación aceptable respecto a la MC <sup>2</sup> ; h:min					
Inicial: No menos de	---	1:0 después	1:0 antes	1:0 después	1:0 antes
No más de	*1:0 - 1:3	3:3 después	3:3 antes	3:3 después	3:3 antes
Final: No menos de	---	---	1:0 antes	---	1:0 antes
No más de	*1:0 - 1:3	3:3 después	---	3:3 después	---
Esfuerzo de compresión respecto a la MC <sup>2</sup> ; %, mínimo <sup>(3)</sup> <sup>(4)</sup>					
3 días	110	90	125	110	125
7 días	110	90	100	110	110
28 días	110	90	100	110	110
180 días	100	90	90	100	100
365 días	100	90	90	100	100
Esfuerzo de flexión respecto a la MC <sup>2</sup> ; %, mín. <sup>(4)</sup>					
3 días	100	90	110	100	110
7 días	100	90	100	100	100
28 días	100	90	90	100	100
Proporción del cambio de longitud respecto a la MC <sup>2</sup> ( $\rho_{mp}$ ); %, máx. <sup>(5)</sup>	135	135	135	135	135
Incremento del cambio de longitud respecto a la MC <sup>2</sup> ( $I_{mp}$ ); %, máximo <sup>(5)</sup>	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01
Factor de durabilidad relativa; %, mínimo <sup>(6)</sup>	80	80	80	80	80

<sup>2</sup> MC = Mezcla de control. <sup>3</sup> \* 1:0 antes ni 1:3 después

- [1] Los valores de esta Tabla asumen la excepción de una variación normal en los resultados de las pruebas.
- [2] El contenido de agua referido como porcentaje respecto de la mezcla de control, se calcula con base en las masas unitarias de la mezcla con el aditivo de prueba y de la mezcla de control.
- [3] La finalidad del requerimiento del 90 por ciento de la resistencia a compresión para un concreto elaborado con aditivo retardante, es asegurar un nivel de comportamiento comparable con el del concreto de referencia.
- [4] Las resistencias a la compresión y a la flexión del concreto que contiene el aditivo bajo estudio, a determinada edad de prueba, no serán menores del 90% de aquellas alcanzadas a cualquier edad de prueba anterior, con el propósito de asegurar que la resistencia a la compresión y flexión del concreto que contiene el aditivo bajo prueba no decrezca con el tiempo. Estos límites son aplicables dependiendo del tipo de esfuerzo al que estará sujeto el elemento estructural donde se empleará el concreto.
- [5] Requisitos opcionales: Los especímenes para deformaciones longitudinales consistirán en prismas hechos y probados de acuerdo con la norma AASHTO T 160, excepto el período de curado, que será de 14 días. Cuando el cambio de longitud de la mezcla de control ( $\Delta L_{mc}$ ) sea igual que 0,03% o mayor, se aplicará el límite correspondiente a la proporción del cambio de longitud de la mezcla de prueba respecto a la mezcla de control determinada mediante la siguiente expresión:  $\rho_{mp} = (\Delta L_{mp} / \Delta L_{mc}) \times 100$ , donde  $\Delta L_{mp}$  es el cambio de longitud de la mezcla de prueba. Si el cambio de longitud de la mezcla de control ( $\Delta L_{mc}$ ) es menor de 0,03%, se aplicará el límite correspondiente al incremento del cambio de longitud de la mezcla de prueba respecto a la mezcla de control determinado mediante la siguiente expresión:  $I_{mp} = \Delta L_{mp} - \Delta L_{mc}$ .
- [6] Este requisito es aplicable sólo cuando el aditivo se utilice en un concreto con aire incluido que pueda estar expuesto a congelación y deshielo mientras se encuentre húmedo.



**NORMAS**

N-CMT-2-02-004/04

**TABLA 2.- Requisitos de calidad para concretos con aditivos químicos reductores de agua de alto rango, reductores de agua de alto rango y retardantes, superplastificantes, superfluidificantes y retardantes, e inclusores de aire [1]**

Requisito	Reductor de agua, alto rango <sup>[2]</sup>	Reductor de agua, alto rango y retardante <sup>[2]</sup>	Superplastificante	Superplastificante y retardante	Incluidor de aire
Contenido de agua respecto a la MC*; %, máx. <sup>[3]</sup>	88	88	---	---	---
Tiempo de fraguado. Desviación aceptable respecto a la MC*; h:min					
Inicial: No menos de	---	1:0 después	---	1:0 antes	± 1:15
No más de	**1:0 – 1:3	3:3 después	**1:0 – 1:3	3:3 antes	---
Final: No menos de	---	---	---	---	± 1:15
No más de	**1:0 – 1:3	3:3 después	**1:0 – 1:3	3:3 después	---
Esfuerzo de compresión respecto a la MC*; %, mínimo <sup>[4]</sup>					
1 días	140	125	90	90	90
3 días	125	125	90	90	90
7 días	115	115	90	90	90
28 días	110	110	90	90	90
180 días	100	100	90	90	90
365 días	100	100	90	90	90
Esfuerzo de flexión respecto a la MC*; %, mín. <sup>[4]</sup>					
3 días	110	110	90	90	90
7 días	100	100	90	90	90
28 días	100	100	90	90	90
Proporción del cambio de longitud respecto a la MC* ( $\rho_{mp}$ ); %, máx. <sup>[5]</sup>	135	135	135	135	120
Incremento del cambio de longitud respecto a la MC* ( $I_{mp}$ ); %, máximo <sup>[5]</sup>	0,01	0,01	0,01	0,01	0,03
Factor de durabilidad relativa; %, mínimo <sup>[6]</sup>	80	80	80	80	80
Incremento de revenimiento respecto a la MC*; cm, mínimo	---	---	9	9	---

\* MC = Mezcla de control. \*\* 1:0 antes ni 1:3 después.

- [1] Los valores de esta Tabla asumen la aceptación de una variación normal en los resultados de las pruebas.
- [2] Las pruebas se harán usando el cemento, puzolana, agregados y aditivo incluidor de aire, con las proporciones y secuencia de incorporación de éstos en el mezclado, establecidos en el proyecto o aprobados por la Secretaría, pues la acción de los aditivos químicos puede variar con las propiedades y proporción de los ingredientes del concreto. Las mezclas que cuentan con aditivos reductores de agua de alto rango generalmente muestran mayor velocidad a la pérdida de revenimiento; cuando éstos aditivos son usados para incrementar la trabajabilidad, es decir de 15 a 20 cm de revenimiento, el efecto puede ser de duración limitada, volviendo al revenimiento original en un lapso de 30 a 60 min, dependiendo de los factores que normalmente afectan la pérdida de revenimiento.
- [3] El contenido de agua referido como porcentaje respecto de la mezcla de control, se calcula con base en las masas unitarias de la mezcla con el aditivo de prueba y de la mezcla de control.
- [4] Las resistencias a la compresión y a la flexión del concreto que contiene el aditivo bajo estudio, a determinada edad de prueba, no serán menores del 90% de aquellas alcanzadas a cualquier edad de prueba anterior, con el propósito de asegurar que la resistencia a la compresión y flexión del concreto que contiene el aditivo bajo prueba no decrezca con el tiempo. Estos límites son aplicables dependiendo del tipo de esfuerzo al que estará sujeto el elemento estructural donde se empleará el concreto.
- [5] Requisitos opcionales: Los especímenes para deformaciones longitudinales consistirán en prismas hechos y probados de acuerdo con la norma AASHTO T 160, excepto el periodo de curado, que será de 14 días. Cuando el cambio de longitud de la mezcla de control ( $\Delta L_{mc}$ ) sea igual que 0,03% o mayor, se aplicará el límite correspondiente a la proporción del cambio de longitud de la mezcla de prueba respecto a la mezcla de control determinada mediante la siguiente expresión:  $\rho_{mp} = (\Delta L_{mp} / \Delta L_{mc}) \times 100$ , donde  $\Delta L_{mp}$  es el cambio de longitud de la mezcla de prueba. Si el cambio de longitud de la mezcla de control ( $\Delta L_{mc}$ ) es menor de 0,03%, se aplicará el límite correspondiente al incremento del cambio de longitud de la mezcla de prueba respecto a la mezcla de control determinado mediante la siguiente expresión:  $I_{mp} = \Delta L_{mp} - \Delta L_{mc}$ .
- [6] Este requisito es aplicable sólo cuando el aditivo se utilice en un concreto con aire incluido que pueda estar expuesto a congelación y deshielo mientras se encuentre húmedo.

## **CMT. CARACTERÍSTICAS DE LOS MATERIALES**

N-CMT-2-02-004/04

- D.5.** La Secretaría podrá verificar que el aditivo suministrado en el campo para su uso, sea igual en su comportamiento y, en su caso, en su composición, al aditivo presentado como muestra, probado y aprobado previamente. Las pruebas previas para la aprobación de aditivos se harán usando el cemento, los agregados y el agua, propuestos para cada trabajo específico.
- D.6.** Los aditivos que contengan cloruros no deberán emplearse en concreto presforzado, porque pueden acelerar la corrosión del acero de presfuerzo.
- D.7.** El tipo de aditivo para concreto que se utilizará en la obra será de acuerdo con el establecido en el proyecto o aprobado por la Secretaría.
- D.8.** El muestreo de los aditivos para concreto y la determinación de las propiedades en el concreto (tiempo de fraguado, revenimiento, resistencia a la compresión, contenido de aire y adherencia, resistencia a la tensión, variación de longitud y congelación y deshielo) se realizarán mediante los procedimientos contenidos en los Manuales que se señalan en la Cláusula C. de esta Norma, según corresponda.

### **E. ALMACENAMIENTO**

- E.1.** Cuando se requiera almacenar los aditivos para concreto en una obra, por ser éstos de fabricación especial, se respetarán los requisitos indicados en la ficha técnica de cada fabricante, debiendo verificar el número de lote, fecha de fabricación y de caducidad.
- E.2.** El aditivo que permanezca debidamente almacenado por más de seis (6) meses, después de las pruebas de control correspondientes, será muestreado y probado nuevamente antes de usarse.

### **F. CRITERIOS PARA ACEPTACIÓN O RECHAZO**

- F.1.** Para que un aditivo sea aceptado por la Secretaría, antes de su utilización, el Contratista de Obra o el proveedor cuando se trate de obras por administración directa, entregará a la Secretaría un certificado de calidad por cada suministro, que garantice el cumplimiento de todos los requisitos establecidos en esta Norma y

con las características de calidad propias del fabricante o los fijados en forma especial en el proyecto, expedidos por el laboratorio o por un laboratorio externo, aprobados por la Secretaría.

- F.2.** La Secretaría podrá verificar en cualquier momento, la calidad y tipo de aditivo utilizado en la obra o podrá solicitar al Contratista de Obra la información correspondiente que acredite la calidad y tipo de aditivo.
- F.3.** Con el propósito de controlar la calidad del aditivo durante la ejecución de la obra, el Contratista de Obra realizará las pruebas necesarias, en muestras obtenidas como se establece en el Manual M-MMP-2-02-050, *Muestreo de Aditivos para Concreto y de Materiales para Curado* y efectuará las pruebas correspondientes mediante los procedimientos contenidos en los Manuales que se señalan en la Cláusula C., para verificar que cumplan con los requisitos establecidos en esta Norma o los fijados en el proyecto, entregando a la Secretaría los resultados de dichas pruebas.
- F.4.** Será motivo de rechazo aquel aditivo que haya caducado de acuerdo con su fecha de fabricación o que no cumpla con las características indicadas en su ficha técnica.

#### **G. BIBLIOGRAFÍA**

American Society for Testing and Materials (ASTM), C494, *Standard Specification for Chemical Admixtures for Concrete*.

American Association of State Highway and Transportation Officials (AASHTO), M 194-94, *Chemical Admixtures for Concrete*.

Comisión Federal de Electricidad, *Manual de Tecnología del Concreto*, Sección 1, México (1994).

**Los aditivos mas usados son los siguientes:**

<b>ADITIVOS MAS COMUNMENTE USADOS:</b>	
Ligno-sulfatos (pozzolith 8)	Aditivo para reducir el contenido de agua durante el mezclado
Cal	Agente fluoculante
Fly-ash y carbonato de sodio	Agentes reductores del calor de hidratación de la mezcla.
Sales de sodio, silicatos de sodio, hidróxidos de sodio	Agentes endurecedores y selladores de superficie
Sulfatos de sodio, sales, aluminatos	Aditivos expansivos
Cemento portland tipo IV	Cementos expansivos
Lignosulfato de calcio y ácido carboxílico hidroxilatado	Agentes para favorecer la liga entre capas de suelo-cemento

La efectividad de cada aditivo es función del tipo de suelo y de las condiciones ambientales.

Generalmente existe una cantidad óptima de aditivo que producirá el mejor resultado, misma que deberá ser determinada por las pruebas necesarias en laboratorio para obtener dichos valores.

## TEMA III.-PROYECTO EJECUTIVO.



**GOBIERNO DEL ESTADO DE MICHOACÁN**  
**SECRETARÍA DE COMUNICACIONES Y OBRAS PÚBLICAS**



### **ESTUDIO DE FACTIBILIDAD Y SUSTENTABILIDAD DEL PROYECTO CARRETERO**

### **PAVIMENTACION A BASE DE SUELO CEMENTO Y RIEGO DE SELLO**

**SEPTIEMBRE DE 2005**

**DIRECCIÓN DE CAMINOS Y CARRETERAS**

### **III.1) Datos generales del proyecto.**

#### **III.1.1) Nombre del proyecto.**

“Pavimentación a base de suelo-cemento y doble riego de sello del camino Cupuancillo-La Peña, tramo del km 0+000 al 7+500, Municipio de La Huacana, Mich.”

#### **III.1.2) Datos generales del promovente (anexo 1).**

C. Mario Manuel Romero Tinoco.  
Presidente municipal de La Huacana, Mich.

#### **III.1.3) Ubicación del proyecto.**

La pavimentación a base de suelo-cemento y doble riego de sello, se ubica al suroeste de la capital del estado de Michoacán y muy próximo al poblado de Nueva Italia, dentro del municipio de La Huacana. Con una longitud de 7.5 km de longitud que comunica al poblado de Cupuancillo, La Peña y el municipio de La Huacana.

A una altura de 480 metros sobre el nivel del mar. Limita al Norte con Nuevo Urecho y Ario de Rosales, al Este con Turicato, al Sur con Churumuco y Arteaga, al Oeste con Mujica y Apatzingán. Su distancia a la capital del Estado es de 2.20 hrs.

La extensión territorial del municipio es de 1,952.60 km<sup>2</sup> y representa un 3.32% del total del Estado.

Su orografía esta compuesta por estibaciones meridionales del sistema volcánico transversal, cerro de las Canoas, El Estribo, La Sierrita y El Milpillas.

Su hidrografía se constituye por los ríos: Huámiteo, Zancudo, Pastoría y Capirio; los arroyos: Zapiero, San Pedro Jorullo y San Antonio; la presa Zicuirán y Manantiales de agua fría y uno de agua caliente.

Su clima es tropical con lluvias en verano y en algunas partes seco estepario. Tiene una precipitación pluvial anual de 800 milímetros y temperaturas que oscilan de 10 a 54 grados centígrados.

Sus principales ecosistemas en el municipio son dominados por el bosque tropical deciduo, con zapote, plátano, parota y tepehuaje, bosque tropical espinoso, con amole, cardón, huisache y tepe mezquite.

Su fauna la conforman el coyote, conejo, zorrillo, ocelote, mapache, codorniz, liebre, boa, iguana, gavilancillo, güilota, pato, bagre y carpa.

Sus recursos naturales son escasos en cuanto a madera y se componen por pinos y encinos, y la no maderable por matorrales de distintas especies y vegetación hidrófila.

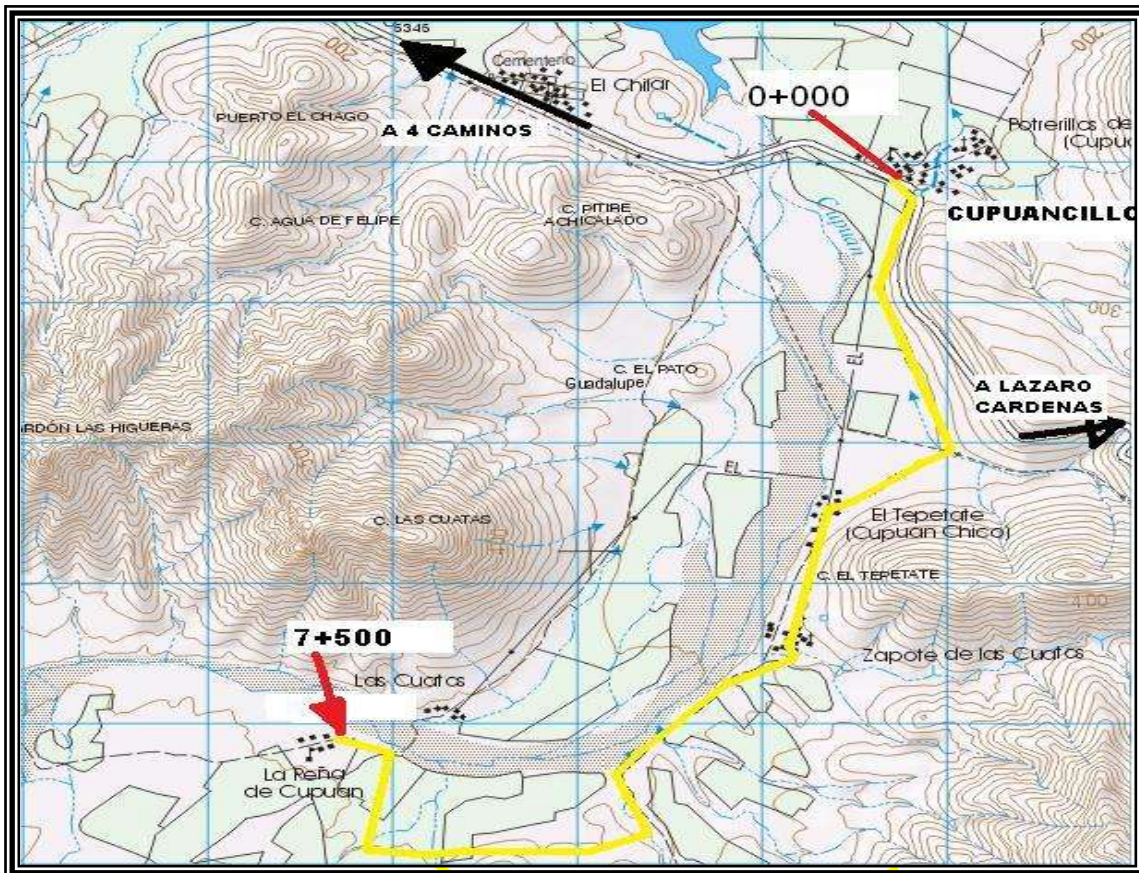
Las características del suelo en el municipio datan del periodo cenozoico, terciario inferior y jurasico; corresponden principalmente a los del tipo chesnut y de pradera. Su uso es primordialmente ganadero y en menor proporción agrícola y forestal.

Las coordenadas geográficas de la ubicación del proyecto son.

Del km 0+000      10° 54' 30"    LATITUD NORTE  
                          102° 08' 12"    LONGITUD OESTE

Del km 7+500      18° 54' 35"    LATITUD NORTE  
                          102° 08' 15"    LONGITUD OESTE

#### MICROLOCALIZACION:



### **III.2) Descripción general del proyecto.**

#### **III.2.1) Naturaleza del proyecto.**

La obra que se propone consiste en la pavimentación a base de suelo-cemento y doble riego de sello en un camino ya existente tipo “F” (brecha), el cual se pretende ampliar a 5.0 mts, para que se opere como un camino tipo “D”, mas rápido, seguro y con mayor funcionalidad.

La longitud del tramo a realizar es de 7.5 km., con un ancho de corona de 5.0 mts en rectas y una infraestructura con varias obras de drenaje. Además se contempla efectuar cortes y despalmes en terreno natural de tipo “A, B y C” y terraplenes compactados al 90% de su P.V.S.M., adicionado con cuñas de sobre ancho, una capa a base de suelo-cemento de 17 cms. de espesor y una carpeta a base de doble riego de sello.

#### **III.2.2) Objetivos y justificación:**

Atender la demanda de las comunidades de Cupuancillo, Los Tepetates, El Zapote de Las Cachas y La Peña, en el sentido de contar con una vía de comunicación más rápida y eficiente entre estas comunidades con su cabecera municipal.

Con la realización de este proyecto se pretende agilizar el traslado de mercancías y personas, disminuyendo los tiempos de recorrido y acelerando el desarrollo de la región generando un beneficio social importante.

El proyecto se justifica además por la generación de empleos directos e indirectos durante la etapa de construcción y la demanda de insumos, lo que contribuirá a generar la entrada de recursos a esta zona.

En general la ejecución del proyecto beneficiara directamente a varias comunidades y a una población total de alrededor de 1850 personas.



### **III.2.3) Metas.**

El proyecto propuesto tiene como meta la ampliación y pavimentación de 7.5 kms, incluyendo la construcción de varias obras de drenaje que son necesarias para el buen funcionamiento de dicho tramo carretero.

### **III.2.4) Inclusión de universo.**

La pavimentación a base de suelo-cemento y doble riego de sello, forma parte de un programa de mejoramiento de los principales accesos a los municipios por donde circulan la mayor parte de los productos agrícolas de la región de Apatzingán.

### **III.3).- Impacto regional.**

La realización de este proyecto, tendrá un fuerte impacto municipal ya que acercara a las localidades beneficiadas con el resto del municipio y acelerara la integración económica con la región.

### **III.4).- Mecanismos de coinversión (anexo 2 y 3).**

Montos de inversión para la pavimentación a base de suelo-cemento y doble riego de sello en el camino Cupuancillo-La Peña.

<b>INVERSION 2005</b>	<b>FEDERAL</b>	<b>ESTATAL</b>	<b>MUNICIPAL</b>
\$ 2'160,000.00	\$ 0.00	\$ 2'160,000.00	\$ 0.00
<b>INVERSION 2005</b>	<b>FEDERAL</b>	<b>ESTATAL</b>	<b>MUNICIPAL</b>
\$ 2'840,000.00	\$ 0.00	\$ 2'840,000.00	\$ 0.00
<b>INVERSION TOTAL</b>	\$ 0.00	\$5'000,000.00	\$0.00

### **III.5).- Consideraciones de diseño.**

En función de la visita de obra, se realizaron calas en el pavimento en puntos seleccionados con el objeto de tener una idea de las características geotécnicas del suelo natural a lo largo del trazo de proyecto. Estas calas fueron perforaciones con herramienta manual. Una vez obtenidas las muestras se envasaron en sacos etiquetados para mandarse al laboratorio. Se realizaron 6 calas en el tramo de 7.0 km, (0+000, 1+800, 3+800, 4+500, 7+000) a profundidades de 30-50 cms. y se encontró en todos los casos materiales arcilloso y rocas de tamaño superior a las 4". No existe problema de capacidad de soporte del camino actual ni en terraplenes, dado que en el camino las condiciones de apoyo ya se han reacomodado por procesos de consolidación del terreno por el paso de vehículos. Sin embargo, en algunos puntos del trazo se manifiestan zonas inestables, debidas más que nada a la acción transitoria del agua, esto es, por la acción erosionante de esta última en época de avenidas pluviales, en las inmediaciones del arroyo.

Los especímenes fueron trasladados al laboratorio de la Dependencia para su análisis. Por lo que en el siguiente apartado de diseño, se utilizan valores determinados en el laboratorio, pero también parámetros geotécnicos que se relacionan con algunas características observadas en el campo.

A continuación se mencionan los aspectos que deben considerarse para el diseño del pavimento bajo el esquema de suelo-cemento, desglosándose en cada uno de los puntos.

#### **III.5.1). Variables de diseño**

##### **III.5.1.1) Tipo de vialidad**

El tipo de vialidad que se considero para el diseño del pavimento de suelo-cemento corresponde a uno tipo "D" de acuerdo a la denominación de la SCT.

<p><sup>1</sup> Clasificación de acuerdo a la SCT</p> <p><b>A</b> TPDA &gt; 3000                  A2 o a4 de carriles o a4s y camellón &gt; 8 m                  3.5 carril y 2.5 acotam.</p> <p><b>B</b> TPDA de 1500-3000                  Ancho de calzada de 7m y 1.0 de acotamiento</p> <p><b>C</b> TPDA de 500-1500                  6.0m calzada y 0.5m de acotamiento</p> <p><b>D</b> TPDA de 100-500                  6.0m y 0.0 acotam.</p> <p><b>E</b> &lt;100 vehículos                  Ancho de calzada de 4.0m</p>
---

Fig.2 Clasificación de las vialidades en función del TPDA y geometría según SCT.

### III.5.1.2) Periodo de diseño y tasa de crecimiento

Para el diseño de la estructura de suelo-cemento, se consideró un periodo de 8 años debido a que es un pavimento semi-rígido con beneficios sustanciales comparados con el concreto asaltico y con una tasa de crecimiento de 2.5% anual.

### III.5.1.3) Aforos

Como se comentó anteriormente, el tráfico local se circunscribe a vehículos ligeros, con carga de menos de una tonelada por eje. Sin embargo, se espera que el trafico aumente considerablemente una vez se concluyan los trabajos de construcción de la pista de prueba de la “General Motors” por tal motivo, y siguiendo la sugerencia del cliente se ha diseñado la vialidad apeándose a la geometría existente de 5.0 metros para un tránsito promedio diario anual, TPDA, de 1000 vehículos. Considerándose la siguiente clasificación:

Ligero <sup>1</sup>	Medio <sup>2</sup>	Pesado <sup>3</sup>	Suma
81.0%	16.8%	2.2%	100.0%
810	168	22	1,000

Distribución de Transito					
Tipo	%	Cargado	Vacío	Cargados	Vacíos
A2	63.0%	100%	0%	945.00	0.00
A`2	18.0%	100%	0%	270.00	0.00
B2	14.8%	85%	15%	188.70	33.30
B3	2.0%	85%	15%	25.50	4.50
C2	1.9%	70%	30%	19.95	8.55
T3S2	0.2%	90%	10%	2.70	0.30
T3S3	0.0%	70%	30%	0.00	0.00
T3S1R2	0.1%	90%	10%	1.35	0.15
Suma	100.0%				

Fig.3 clasificación y distribución de tráfico

### III.5.1.4) Diseño del espesor

El diseño del espesor del suelo-cemento se realizó por el método de la PCA (Portland Cement Association).

- Valor relativo de soporte (VRS)

Cabe mencionar que de acuerdo a los datos proporcionados por el laboratorio nos pudimos dar cuenta que existe una variación importante de los valores relativos de soporte (VRS) por lo que se distinguieron estas dos zonas y posteriormente se realizaron los diseños para sus diferentes capacidades de carga del suelo.

SECCION	SECCION "A"														SECCION "B"																		
SONDEO	1	2												3	4	5	6																
PROF/LOC	0+000	0+250	0+500	0+750	1+000	1+250	1+500	1+750	2+000	2+250	2+500	2+750	3+000	3+250	3+500	3+750	4+000	4+250	4+500	4+750	5+000	5+250	5+500	5+750	6+000	6+250	6+500	6+750	7+000	7+250	7+500		
0.10	■						■									■		■		■													
0.20	■						■									■		■		■													
0.30	■						■									■		■		■													
0.40	■						■									■		■		■													
V.R.S.	56%						13%									16%		20%		25%												86%	

### Ubicación de las calas e identificación de las secciones "A y B"

Para la sección denominada como "A" se consideró un VRS del 13% y subsecuentemente 25% para la "B" por lo que los diseños entre ambas secciones cambiaron.

Sin embargo, como más adelante se indica, se consideran las condiciones más críticas para propósitos de diseño. Ello se debe a que a lo largo del tramo se detectan condiciones variables de apoyo además, del recorrido se pudo apreciar que en la capa de rodamiento actual que es propiamente la capa de a partir de la cual se fabricara la capa de suelo-cemento, existen variaciones importantes en la granulometría de los materiales. De esta manera, se pretende unificar mediante un solo factor de seguridad las variaciones tanto a nivel de capa de rodamiento como en las observadas en las condiciones de apoyo-suelo natural-.

- Niveles de confianza y de servicio inicial y final

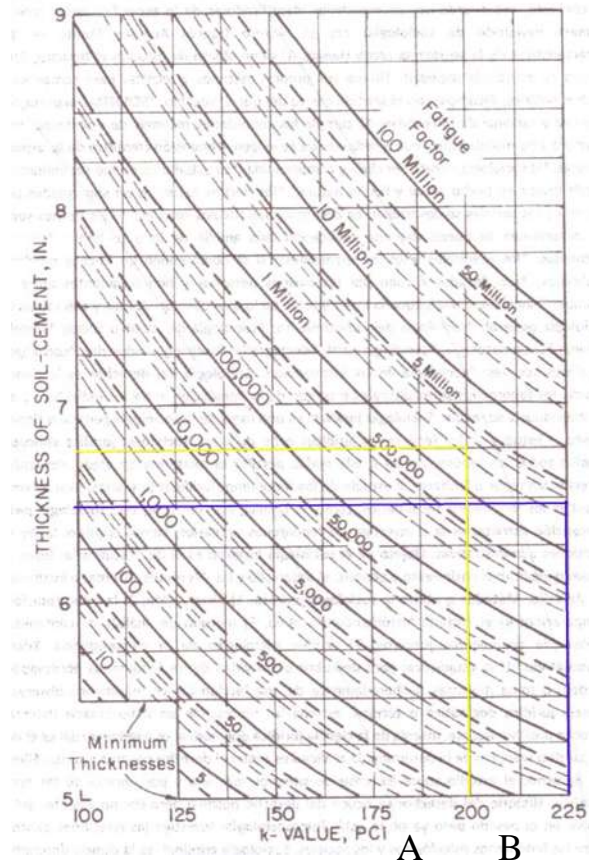
Como es sabido, el proyecto será la construcción de una vialidad nueva, por lo que se involucran los siguientes parámetros de diseño: Nivel de confianza, desviación estándar, módulo resiliente del suelo, nivel de servicio inicial y final. Los valores adoptados en cada uno de ellos son los que se muestran a continuación:

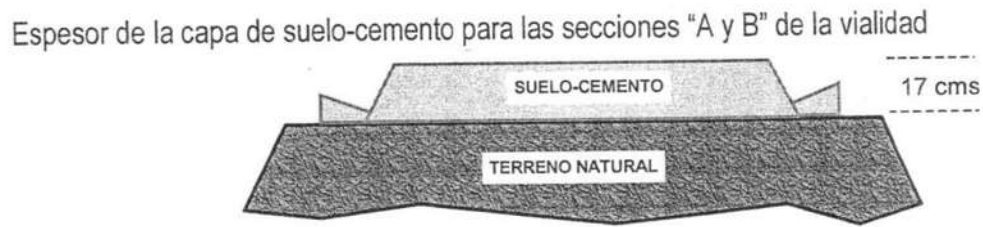
CONFIABILIDAD: ..... 60.0  
 DESVIACION ESTANDAR ..... 0.45  
 MODULO RESILIENTE DEL SUELO ..... 11.236  
 SERVICIALIDAD INICIAL ..... 4.0  
 SERVICIALIDAD FINAL ..... 2.0

**Grafica para la determinación del  
 Espesor del suelo-cemento  
 Sección “A y B” método PCA.**

6.75 in = 17.14 cm  
 6.45 in = 16.38 cm

**Por lo tanto se toma  
 Espesor = 17 cms.**





### Sección transversal propuesta del pavimento de suelo-cemento

#### III.5.1.5) Determinación del contenido de cemento

Debido a que se han realizado ensayos de mezclas de suelo-cemento en el laboratorio al momento de preparar este documento, de manera preliminar se establece el porcentaje del cemento en función de la tabla que recomienda el ACI (American Concrete Association) para el caso de suelos limo-arenosos. Por lo que recomienda un contenido de cemento Portland en el rango de 4 al 5%, siempre y cuando las pruebas pertinentes para la determinación de dicho contenido por el método PCA indiquen otra cosa.

AASHTO soil classification	ASTM soiln classification	Typical range of cement requirement percent by weight	Typical cement content for moisture-density cst (ASTMD 538), penoent by weight	Typical cement contents for durability tests (ASTMD 559 and D 506), percent by weight
A-1-a	GW, GP, GM, SW, SP, SM	3-5	5	3-5-7
A-1-b	GM, GP, SM, SP	5-8	6	4-6-8
A-2	GM, GC, SM, SC	5-9	7	5-7-9
A-3	SP	7-11	9	7-9-11
A-4	CL, ML	7-12	10	8-10-12
A-5	ML, MH, CH	8-13	10	8-10-12
A-6	CL, CH	9-15	12	10-12-14
A-7	MH, CH	10-16	13	11-13-15

### Contenidos de cemento típicos en función del tipo de suelo.

### **III.5.2). Durabilidad.**

Para asegurar una durabilidad adecuada del Suelo Cemento, la superficie deberá ser protegida mediante al menos un riego de impregnación y un riego de sello simple para evitar que la exposición directa a los efectos de la intemperie y del rodamiento de los vehículos ocasionen un desgaste prematuro. Este riego también le proporcionara una textura rugosa a la capa de suelo-cemento, lo cual favorece un frenado eficiente de los vehículos. Bajo condiciones apropiadas de drenaje y mientras se mantenga en buen estado el recubrimiento superficial del suelo cemento su vida útil puede ser hasta 20 años. Por ello, es recomendable que se elija adecuadamente el tipo de recubrimiento superficial de acuerdo con las dimensiones de las cargas esperadas y se procure mantener este en buen estado.

### **III.a).- Proyecto Geométrico:**

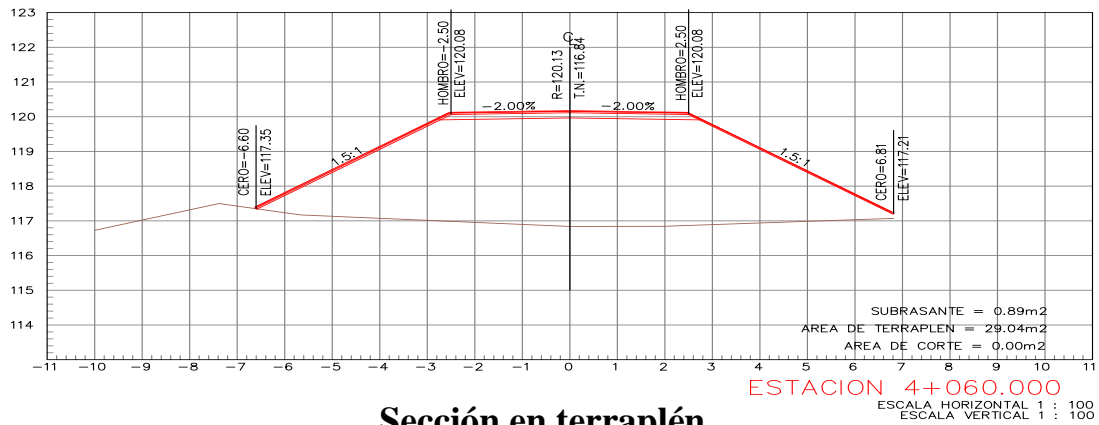
Proyecto es el conjunto de documentos, cálculos y planos que se hacen para determinar el costo y realización de una obra de ingeniería, el proyecto contendrá los elementos mínimos indispensables para poder ejecutar la obra. El proyecto geométrico trata de los elementos de la carretera tales como planta, secciones, pendientes, curvatura, distancia de visibilidad y obras de drenaje, así como las combinaciones de estos elementos.

En el capítulo VI PLANOS Y ANEXOS, se localizan los planos respectivos de la planta (plano 1), del perfil (del plano 2 al plano 9), de las secciones de construcción (del plano 10 al plano 17), de la planta de señalamiento (plano 18) y de las alcantarillas (del plano 19 al plano 20), en forma impresa a tamaño doble carta y además se anexa en forma digital en disco CD, el proyecto geométrico completo del camino en cuestión.

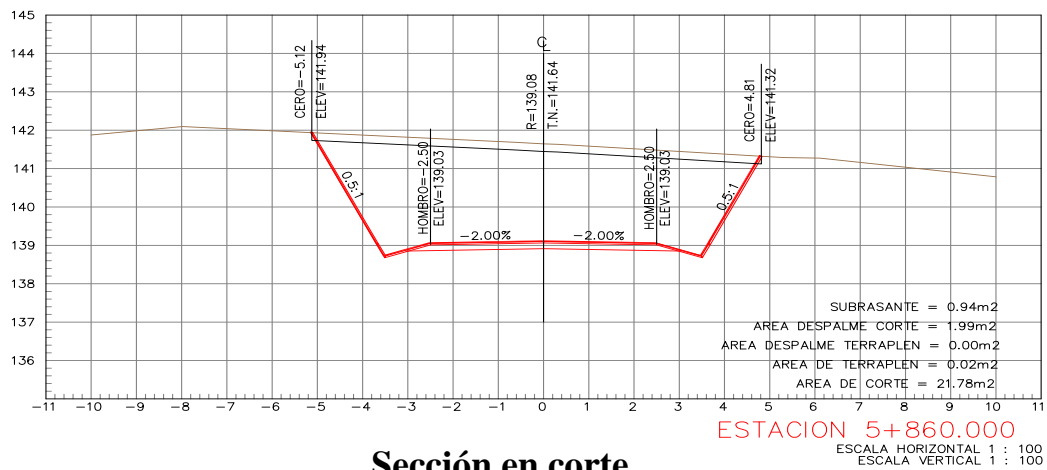
A continuación se muestran en forma de croquis, la planta del camino y cuatro secciones de construcción, representativas de las existentes en el camino, sección a pelo de tierra (ideal para este tipo de camino), sección en mixta, sección en terraplén y sección en corte, con la finalidad de tener una idea clara de los trabajos ejecutados a nivel terracerías en este proyecto.







**Sección en terraplén.**



**Sección en corte.**

### III .b) Volumetría y Presupuesto.

#### III .b.1).- Volumetría (finiquito)

## SECRETARIA DE COMUNICACIONES Y OBRAS PUBLICAS DIRECCION DE CONSTRUCCION DE CAMINOS

OBRA: PAVIMENTACION DEL CAMINO CUPUANCILLO-LA PEÑA, A BASE DE SUELO CEMENTO Y RIEGO DE SELLO

TRAMO: DEL KM 0+000 AL 7+500

LONGITUD: 7.5 KMS

MUNICIPIO: LA HUACANA, MICH.

### VOLUMENES DE OBRA

ESTACION	DESMONTE	DESPALME	COMPACT. T.N.	TERRAPLEN	CORTES	SUB- RASANTE	SUELO CEMENTO	IMPREGNACIO N	RIEGO DE SELLO	SEGUNDO RIEGO DE SELLO
0+000.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
0+020.00	0.00	9.00	24.28	0.00	9.00	0.00	20.64	212.10	1.46	1.46
0+040.00	0.00	9.00	25.20	0.00	9.00	0.00	21.42	219.00	1.51	1.51
0+060.00	0.00	9.00	24.20	0.00	9.00	0.00	20.57	211.50	1.45	1.45
0+080.00	0.00	9.00	23.40	0.00	9.00	0.00	19.89	205.50	1.40	1.40
0+100.00	0.00	9.00	21.40	0.00	9.00	0.00	18.19	190.50	1.28	1.28
0+120.00	0.00	9.00	20.00	0.00	9.00	0.00	17.00	180.00	1.20	1.20
0+140.00	0.00	9.00	20.00	0.00	9.00	0.00	17.00	180.00	1.20	1.20
0+160.00	0.00	9.00	20.00	0.00	9.00	0.00	17.00	180.00	1.20	1.20
0+180.00	0.00	9.00	20.00	0.00	9.00	0.00	17.00	180.00	1.20	1.20
0+200.00	0.00	9.00	20.00	0.00	9.00	0.00	17.00	180.00	1.20	1.20
0+220.00	0.00	9.00	20.20	0.00	9.00	0.00	17.17	181.50	1.21	1.21
0+240.00	0.00	9.00	20.20	0.00	9.00	0.00	17.17	181.50	1.21	1.21
0+260.00	0.00	9.00	20.00	0.00	9.00	0.00	17.00	180.00	1.20	1.20
0+280.00	0.00	9.00	20.00	0.00	9.00	0.00	17.00	180.00	1.20	1.20
0+300.00	0.00	9.00	20.20	0.00	9.00	0.00	17.17	181.50	1.21	1.21
0+320.00	0.00	9.00	20.00	0.00	9.00	0.00	17.00	180.00	1.20	1.20
0+340.00	0.00	9.00	19.80	0.00	9.00	0.00	16.83	178.50	1.19	1.19
0+360.00	0.00	9.00	20.00	0.00	9.00	0.00	17.00	180.00	1.20	1.20
0+380.00	0.00	9.00	19.80	0.00	9.00	0.00	16.83	178.50	1.19	1.19
0+400.00	0.00	9.00	19.60	0.00	9.00	0.00	16.66	177.00	1.18	1.18
0+420.00	0.00	9.00	19.60	0.00	9.00	0.00	16.66	177.00	1.18	1.18

PROCEDIMIENTO DE CONSTRUCCION DE LA PAVIMENTACION A BASE DE SUELO-CEMENTO Y DOBLE RIEGO DE SELLO DEL CAMINO CUPUANCILLO-LA PEÑA, TRAMO DEL KM 0+000 AL 7+500, MUNICIPIO DE LA HUACANA, MICH.

0+440.00	0.00	9.00	20.20	0.00	9.00	0.00	17.17	181.50	1.21	1.21
0+460.00	0.00	9.00	20.40	0.00	9.00	0.00	17.34	183.00	1.22	1.22
0+480.00	0.00	9.00	20.60	0.00	9.00	0.00	17.51	184.50	1.24	1.24
0+500.00	0.00	9.00	20.60	0.00	9.00	0.00	17.51	184.50	1.24	1.24
0+520.00	0.00	9.00	20.40	0.00	9.00	0.00	17.34	183.00	1.22	1.22
0+540.00	0.00	9.00	20.40	0.00	9.00	0.00	17.34	183.00	1.22	1.22
0+560.00	0.00	9.00	20.00	0.00	9.00	0.00	17.00	180.00	1.20	1.20
0+580.00	0.00	9.00	19.80	0.00	9.00	0.00	16.83	178.50	1.19	1.19
0+600.00	0.00	9.00	19.80	0.00	9.00	0.00	16.83	178.50	1.19	1.19
0+620.00	0.00	9.00	19.80	0.00	9.00	0.00	16.83	178.50	1.19	1.19
0+640.00	0.00	9.00	20.00	0.00	9.00	0.00	17.00	180.00	1.20	1.20
0+660.00	0.00	9.00	20.20	0.00	9.00	0.00	17.17	181.50	1.21	1.21
0+680.00	0.00	9.00	19.90	0.00	9.00	0.00	16.92	179.25	1.19	1.19
0+700.00	0.00	9.00	19.80	0.00	9.00	0.00	16.83	178.50	1.19	1.19
0+720.00	0.00	9.00	19.70	0.00	9.00	0.00	16.75	177.75	1.18	1.18
0+740.00	0.00	9.00	19.60	0.00	9.00	0.00	16.66	177.00	1.18	1.18
0+760.00	0.00	9.00	19.70	0.00	9.00	0.00	16.75	177.75	1.18	1.18
0+780.00	0.00	9.00	19.70	0.00	9.00	0.00	16.75	177.75	1.18	1.18
0+800.00	0.00	9.00	19.70	0.00	9.00	0.00	16.75	177.75	1.18	1.18
0+820.00	0.00	9.00	19.90	0.00	9.00	0.00	16.92	179.25	1.19	1.19
0+840.00	0.00	9.00	20.00	0.00	9.00	0.00	17.00	180.00	1.20	1.20
0+860.00	0.00	9.00	20.00	0.00	9.00	0.00	17.00	180.00	1.20	1.20
0+880.00	0.00	9.00	20.00	0.00	9.00	0.00	17.00	180.00	1.20	1.20
0+900.00	0.00	9.00	20.00	0.00	9.00	0.00	17.00	180.00	1.20	1.20
0+920.00	0.00	9.00	20.00	0.00	9.00	0.00	17.00	180.00	1.20	1.20
0+940.00	0.00	9.00	20.00	0.00	9.00	0.00	17.00	180.00	1.20	1.20
0+960.00	0.00	9.00	20.00	0.00	9.00	0.00	17.00	180.00	1.20	1.20
0+980.00	0.00	9.00	20.00	0.00	9.00	0.00	17.00	180.00	1.20	1.20
1+000.00	0.00	9.00	20.00	0.00	9.00	0.00	17.00	180.00	1.20	1.20
1+020.00	0.00	9.00	20.00	0.00	9.00	0.00	17.00	180.00	1.20	1.20
1+040.00	0.00	9.00	20.00	0.00	9.00	0.00	17.00	180.00	1.20	1.20
1+060.00	0.00	9.00	20.00	0.00	9.00	0.00	17.00	180.00	1.20	1.20
1+080.00	0.00	9.00	20.00	0.00	9.00	0.00	17.00	180.00	1.20	1.20
1+100.00	0.00	9.00	20.00	0.00	9.00	0.00	17.00	180.00	1.20	1.20
1+120.00	0.00	9.00	20.00	0.00	9.00	0.00	17.00	180.00	1.20	1.20
1+140.00	0.00	9.00	20.00	0.00	9.00	0.00	17.00	180.00	1.20	1.20
1+160.00	0.00	9.00	20.00	0.00	9.00	0.00	17.00	180.00	1.20	1.20
1+180.00	0.00	9.00	20.00	0.00	9.00	0.00	17.00	180.00	1.20	1.20
1+200.00	0.00	9.00	20.40	0.00	9.00	0.00	17.34	183.00	1.22	1.22
1+220.00	0.00	9.00	20.60	0.00	9.00	0.00	17.51	184.50	1.24	1.24
1+240.00	0.00	9.00	20.20	0.00	9.00	0.00	17.17	181.50	1.21	1.21
1+260.00	0.00	9.00	20.40	0.00	9.00	0.00	17.34	183.00	1.22	1.22
1+280.00	0.00	9.00	20.80	0.00	9.00	0.00	17.68	186.00	1.25	1.25
1+300.00	0.00	9.00	20.40	0.00	9.00	0.00	17.34	183.00	1.22	1.22
1+320.00	0.00	9.00	20.40	0.00	9.00	0.00	17.34	183.00	1.22	1.22
1+340.00	0.00	9.00	20.40	0.00	9.00	0.00	17.34	183.00	1.22	1.22
1+360.00	0.00	9.00	20.00	0.00	9.00	0.00	17.00	180.00	1.20	1.20
1+380.00	0.00	9.00	20.00	0.00	9.00	0.00	17.00	180.00	1.20	1.20

PROCEDIMIENTO DE CONSTRUCCION DE LA PAVIMENTACION A BASE DE SUELO-CEMENTO Y DOBLE RIEGO DE SELLO DEL CAMINO CUPUANCILLO-LA PEÑA, TRAMO DEL KM 0+000 AL 7+500, MUNICIPIO DE LA HUACANA, MICH.

1+400.00	0.00	9.00	20.20	0.00	9.00	0.00	17.17	181.50	1.21	1.21
1+420.00	0.00	9.00	20.60	0.00	9.00	0.00	17.51	184.50	1.24	1.24
1+440.00	0.00	9.00	20.20	0.00	9.00	0.00	17.17	181.50	1.21	1.21
1+460.00	0.00	9.00	20.20	0.00	9.00	0.00	17.17	181.50	1.21	1.21
1+480.00	0.00	9.00	20.20	0.00	9.00	0.00	17.17	181.50	1.21	1.21
1+500.00	0.00	9.00	20.20	0.00	9.00	0.00	17.17	181.50	1.21	1.21
1+520.00	0.00	9.00	20.80	0.00	9.00	0.00	17.68	186.00	1.25	1.25
1+540.00	0.00	9.00	20.60	0.00	9.00	0.00	17.51	184.50	1.24	1.24
1+560.00	0.00	9.00	20.80	0.00	9.00	0.00	17.68	186.00	1.25	1.25
1+580.00	0.00	9.00	21.00	0.00	9.00	0.00	17.85	187.50	1.26	1.26
1+600.00	0.00	9.00	21.60	0.00	9.00	0.00	18.36	192.00	1.30	1.30
1+620.00	0.00	9.00	21.60	0.00	9.00	0.00	18.36	192.00	1.30	1.30
1+640.00	0.00	9.00	21.60	0.00	9.00	0.00	18.36	192.00	1.30	1.30
1+660.00	0.00	9.00	21.40	0.00	9.00	0.00	18.19	190.50	1.28	1.28
1+680.00	0.00	9.00	20.60	0.00	9.00	0.00	17.51	184.50	1.24	1.24
1+700.00	0.00	9.00	20.60	0.00	9.00	0.00	17.51	184.50	1.24	1.24
1+720.00	0.00	9.00	20.40	0.00	9.00	0.00	17.34	183.00	1.22	1.22
1+740.00	0.00	9.00	20.60	0.00	9.00	0.00	17.51	184.50	1.24	1.24
1+760.00	0.00	9.00	21.40	0.00	9.00	0.00	18.19	190.50	1.28	1.28
1+780.00	0.00	9.00	22.00	0.00	9.00	0.00	18.70	195.00	1.32	1.32
1+800.00	0.00	9.00	22.00	0.00	9.00	0.00	18.70	195.00	1.32	1.32
1+820.00	0.00	9.00	22.40	0.00	9.00	0.00	19.04	198.00	1.34	1.34
1+840.00	0.00	9.00	22.80	0.00	9.00	0.00	19.38	201.00	1.37	1.37
1+860.00	0.00	9.00	23.00	0.00	9.00	0.00	19.55	202.50	1.38	1.38
1+880.00	0.00	9.00	23.00	0.00	9.00	0.00	19.55	202.50	1.38	1.38
1+900.00	0.00	9.00	21.20	0.00	9.00	0.00	18.02	189.00	1.27	1.27
1+920.00	0.00	9.00	20.20	0.00	9.00	0.00	17.17	181.50	1.21	1.21
1+940.00	0.00	9.00	20.20	0.00	9.00	0.00	17.17	181.50	1.21	1.21
1+960.00	0.00	9.00	19.60	0.00	9.00	0.00	16.66	177.00	1.18	1.18
1+980.00	0.00	9.00	19.80	0.00	9.00	0.00	16.83	178.50	1.19	1.19
2+000.00	0.00	9.00	21.70	0.00	9.00	0.00	17.51	184.50	1.24	1.24
2+020.00	0.00	7.50	23.60	0.00	9.00	23.60	18.19	190.50	1.28	1.28
2+040.00	0.00	6.00	23.80	0.00	9.00	23.80	18.36	192.00	1.30	1.30
2+060.00	0.00	6.00	24.00	0.00	9.00	24.00	18.53	193.50	1.31	1.31
2+080.00	0.00	6.00	24.20	0.00	9.00	24.20	18.70	195.00	1.32	1.32
2+100.00	0.00	6.00	24.60	0.00	9.00	24.60	19.04	198.00	1.34	1.34
2+120.00	0.00	6.00	25.00	0.00	9.00	25.00	19.38	201.00	1.37	1.37
2+140.00	0.00	6.00	25.20	0.00	9.00	25.20	19.55	202.50	1.38	1.38
2+160.00	0.00	6.00	25.40	0.00	9.00	25.40	19.72	204.00	1.39	1.39
2+180.00	0.00	6.00	25.60	0.00	9.00	25.60	19.89	205.50	1.40	1.40
2+200.00	0.00	6.00	26.00	0.00	9.00	26.00	20.23	208.50	1.43	1.43
2+220.00	0.00	6.00	26.20	0.00	9.00	26.20	20.40	210.00	1.44	1.44
2+240.00	0.00	6.00	26.20	0.00	9.00	26.20	20.40	210.00	1.44	1.44
2+260.00	0.00	6.00	26.20	0.00	9.00	26.20	20.40	210.00	1.44	1.44
2+280.00	0.00	6.00	26.20	0.00	9.00	26.20	20.40	210.00	1.44	1.44
2+300.00	0.00	6.00	26.20	0.00	9.00	26.20	20.40	210.00	1.44	1.44
2+320.00	0.00	6.00	26.20	0.00	9.00	26.20	20.40	210.00	1.44	1.44
2+340.00	0.00	6.00	26.20	0.00	9.00	26.20	20.40	210.00	1.44	1.44

PROCEDIMIENTO DE CONSTRUCCION DE LA PAVIMENTACION A BASE DE SUELO-CEMENTO Y DOBLE RIEGO DE SELLO DEL CAMINO CUPUANCILLO-LA PEÑA, TRAMO DEL KM 0+000 AL 7+500, MUNICIPIO DE LA HUACANA, MICH.

2+360.00	0.00	6.00	26.20	0.00	9.00	26.20	20.40	210.00	1.44	1.44
2+380.00	0.00	6.00	26.20	0.00	9.00	26.20	20.40	210.00	1.44	1.44
2+400.00	0.00	6.00	26.20	0.00	9.00	26.20	20.40	210.00	1.44	1.44
2+420.00	0.00	6.00	26.20	0.00	9.00	26.20	20.40	210.00	1.44	1.44
2+440.00	0.00	6.00	26.20	0.00	9.00	26.20	20.40	210.00	1.44	1.44
2+460.00	0.00	6.00	26.20	0.00	9.00	26.20	20.40	210.00	1.44	1.44
2+480.00	0.00	6.00	26.20	0.00	9.00	26.20	20.40	210.00	1.44	1.44
2+500.00	0.00	6.00	26.20	0.00	9.00	26.20	20.40	210.00	1.44	1.44
2+520.00	0.00	6.00	26.20	0.00	9.00	26.20	20.40	210.00	1.44	1.44
2+540.00	0.00	6.00	26.20	0.00	9.00	26.20	20.40	210.00	1.44	1.44
2+560.00	0.00	6.00	26.20	0.00	9.00	26.20	20.40	210.00	1.44	1.44
2+580.00	0.00	6.00	26.20	0.00	9.00	26.20	20.40	210.00	1.44	1.44
2+600.00	0.00	6.00	26.20	0.00	9.00	26.20	20.40	210.00	1.44	1.44
2+620.00	0.00	6.00	26.20	0.00	9.00	26.20	20.40	210.00	1.44	1.44
2+640.00	0.00	6.00	26.20	0.00	9.00	26.20	20.40	210.00	1.44	1.44
2+660.00	0.00	6.00	26.20	0.00	9.00	26.20	20.40	210.00	1.44	1.44
2+680.00	0.00	6.00	26.20	0.00	9.00	26.20	20.40	210.00	1.44	1.44
2+700.00	0.00	6.00	26.20	0.00	9.00	26.20	20.40	210.00	1.44	1.44
2+720.00	0.00	6.00	26.20	0.00	9.00	26.20	20.40	210.00	1.44	1.44
2+740.00	0.00	6.00	26.20	0.00	9.00	26.20	20.40	210.00	1.44	1.44
2+760.00	0.00	6.00	26.20	0.00	9.00	26.20	20.40	210.00	1.44	1.44
2+780.00	0.00	6.00	26.20	0.00	9.00	26.20	20.40	210.00	1.44	1.44
2+800.00	0.00	6.00	26.20	0.00	9.00	26.20	20.40	210.00	1.44	1.44
2+820.00	0.00	6.00	26.20	0.00	9.00	26.20	20.40	210.00	1.44	1.44
2+840.00	0.00	6.00	26.20	0.00	9.00	26.20	20.40	210.00	1.44	1.44
2+860.00	0.00	6.00	26.20	0.00	9.00	26.20	20.40	210.00	1.44	1.44
2+880.00	0.00	6.00	26.20	0.00	9.00	26.20	20.40	210.00	1.44	1.44
2+900.00	0.00	6.00	26.20	0.00	9.00	26.20	20.40	210.00	1.44	1.44
2+920.00	0.00	6.00	26.20	0.00	9.00	26.20	20.40	210.00	1.44	1.44
2+940.00	0.00	6.00	26.20	0.00	9.00	26.20	20.40	210.00	1.44	1.44
2+960.00	0.00	6.00	26.20	0.00	9.00	26.20	20.40	210.00	1.44	1.44
2+980.00	0.00	6.00	26.20	0.00	9.00	26.20	20.40	210.00	1.44	1.44
3+000.00	0.00	6.00	26.20	0.00	9.00	26.20	20.40	210.00	1.44	1.44
3+020.00	0.00	6.00	26.20	0.00	9.00	26.20	20.40	210.00	1.44	1.44
3+040.00	0.00	6.00	26.20	0.00	9.00	26.20	20.40	210.00	1.44	1.44
3+060.00	0.00	6.00	26.20	0.00	9.00	26.20	20.40	210.00	1.44	1.44
3+080.00	0.00	6.00	26.20	0.00	9.00	26.20	20.40	210.00	1.44	1.44
3+100.00	0.00	6.00	26.20	0.00	9.00	26.20	20.40	210.00	1.44	1.44
3+120.00	0.00	6.00	26.20	0.00	9.00	26.20	20.40	210.00	1.44	1.44
3+140.00	0.00	6.00	26.20	0.00	9.00	26.20	20.40	210.00	1.44	1.44
3+160.00	0.00	6.00	26.20	0.00	9.00	26.20	20.40	210.00	1.44	1.44
3+180.00	0.00	6.00	26.20	0.00	9.00	26.20	20.40	210.00	1.44	1.44
3+200.00	0.00	6.00	26.20	0.00	9.00	26.20	20.40	210.00	1.44	1.44
3+220.00	0.00	6.00	26.20	0.00	9.00	26.20	20.40	210.00	1.44	1.44
3+240.00	0.00	6.00	26.20	0.00	9.00	26.20	20.40	210.00	1.44	1.44
3+260.00	0.00	6.00	26.20	0.00	9.00	26.20	20.40	210.00	1.44	1.44
3+280.00	0.00	6.00	26.20	0.00	9.00	26.20	20.40	210.00	1.44	1.44
3+300.00	0.00	6.00	26.20	0.00	9.00	26.20	20.40	210.00	1.44	1.44

PROCEDIMIENTO DE CONSTRUCCION DE LA PAVIMENTACION A BASE DE SUELO-CEMENTO Y DOBLE RIEGO DE SELLO DEL CAMINO CUPUANCILLO-LA PEÑA, TRAMO DEL KM 0+000 AL 7+500, MUNICIPIO DE LA HUACANA, MICH.

3+320.00	0.00	6.00	26.20	0.00	9.00	26.20	20.40	210.00	1.44	1.44
3+340.00	0.00	6.00	26.20	0.00	9.00	26.20	20.40	210.00	1.44	1.44
3+360.00	0.00	6.00	26.20	0.00	9.00	26.20	20.40	210.00	1.44	1.44
3+380.00	0.00	6.00	26.20	0.00	9.00	26.20	20.40	210.00	1.44	1.44
3+400.00	0.00	6.00	26.20	0.00	9.00	26.20	20.40	210.00	1.44	1.44
3+420.00	0.00	6.00	26.20	0.00	9.00	26.20	20.40	210.00	1.44	1.44
3+440.00	0.00	6.00	26.20	0.00	9.00	26.20	20.40	210.00	1.44	1.44
3+460.00	0.00	6.00	26.20	0.00	9.00	26.20	20.40	210.00	1.44	1.44
3+480.00	0.00	6.00	26.20	0.00	9.00	26.20	20.40	210.00	1.44	1.44
3+500.00	0.00	6.00	26.20	0.00	9.00	26.20	20.40	210.00	1.44	1.44
3+520.00	0.00	6.00	26.20	0.00	9.00	26.20	20.40	210.00	1.44	1.44
3+540.00	0.00	6.00	26.20	0.00	9.00	26.20	20.40	210.00	1.44	1.44
3+560.00	0.00	6.00	26.20	0.00	9.00	26.20	20.40	210.00	1.44	1.44
3+580.00	0.00	6.00	26.20	0.00	9.00	26.20	20.40	210.00	1.44	1.44
3+600.00	0.00	6.00	26.20	0.00	9.00	26.20	20.40	210.00	1.44	1.44
3+620.00	0.00	6.00	26.20	0.00	9.00	26.20	20.40	210.00	1.44	1.44
3+640.00	0.00	6.00	26.20	0.00	9.00	26.20	20.40	210.00	1.44	1.44
3+660.00	0.00	6.00	26.20	0.00	9.00	26.20	20.40	210.00	1.44	1.44
3+680.00	0.00	6.00	26.20	0.00	9.00	26.20	20.40	210.00	1.44	1.44
3+700.00	0.00	6.00	26.20	0.00	9.00	26.20	20.40	210.00	1.44	1.44
3+720.00	0.00	6.00	26.20	0.00	9.00	26.20	20.40	210.00	1.44	1.44
3+740.00	0.00	6.00	26.20	0.00	9.00	26.20	20.40	210.00	1.44	1.44
3+760.00	0.00	6.00	26.20	0.00	9.00	26.20	20.40	210.00	1.44	1.44
3+780.00	0.00	6.00	26.20	0.00	9.00	26.20	20.40	210.00	1.44	1.44
3+800.00	0.00	6.00	26.20	0.00	9.00	26.20	20.40	210.00	1.44	1.44
3+820.00	0.00	6.00	26.20	0.00	9.00	26.20	20.40	210.00	1.44	1.44
3+840.00	0.00	6.00	26.20	0.00	9.00	26.20	20.40	210.00	1.44	1.44
3+860.00	0.00	6.00	26.20	0.00	9.00	26.20	20.40	210.00	1.44	1.44
3+880.00	0.00	6.00	26.20	0.00	9.00	26.20	20.40	210.00	1.44	1.44
3+900.00	0.00	6.00	26.20	0.00	9.00	26.20	20.40	210.00	1.44	1.44
3+920.00	0.00	6.00	26.20	0.00	9.00	26.20	20.40	210.00	1.44	1.44
3+940.00	0.00	6.00	26.20	0.00	9.00	26.20	20.40	210.00	1.44	1.44
3+960.00	0.00	6.00	26.20	0.00	9.00	26.20	20.40	210.00	1.44	1.44
3+980.00	0.00	6.00	26.20	0.00	9.00	26.20	20.40	210.00	1.44	1.44
4+000.00	0.00	6.00	26.20	0.00	9.00	26.20	20.40	210.00	1.44	1.44
4+020.00	0.00	6.00	24.20	39.00	28.50	24.20	18.70	195.00	1.32	1.32
4+040.00	0.00	6.00	22.20	39.00	39.00	22.20	17.00	180.00	1.20	1.20
4+060.00	0.00	6.00	22.20	39.00	39.00	22.20	17.00	180.00	1.20	1.20
4+080.00	0.00	15.00	22.20	39.00	39.00	22.20	17.00	180.00	1.20	1.20
4+100.00	160.00	24.00	22.20	39.00	39.00	22.20	17.00	180.00	1.20	1.20
4+120.00	160.00	24.00	22.20	39.00	39.00	22.20	17.00	180.00	1.20	1.20
4+140.00	160.00	24.00	22.20	39.00	39.00	22.20	17.00	180.00	1.20	1.20
4+160.00	160.00	24.00	22.20	39.00	39.00	22.20	17.00	180.00	1.20	1.20
4+180.00	160.00	24.00	22.20	39.00	39.00	22.20	17.00	180.00	1.20	1.20
4+200.00	160.00	24.00	22.20	39.00	39.00	22.20	17.00	180.00	1.20	1.20
4+220.00	160.00	24.00	22.20	0.00	39.00	22.20	17.00	180.00	1.20	1.20
4+240.00	160.00	24.00	22.20	0.00	39.00	22.20	17.00	180.00	1.20	1.20
4+260.00	160.00	24.00	22.20	0.00	39.00	22.20	17.00	180.00	1.20	1.20

PROCEDIMIENTO DE CONSTRUCCION DE LA PAVIMENTACION A BASE DE SUELO-CEMENTO Y DOBLE RIEGO DE SELLO DEL CAMINO CUPUANCILLO-LA PEÑA, TRAMO DEL KM 0+000 AL 7+500, MUNICIPIO DE LA HUACANA, MICH.

4+280.00	160.00	24.00	22.20	0.00	39.00	22.20	17.00	180.00	1.20	1.20
4+300.00	160.00	24.00	22.20	0.00	39.00	22.20	17.00	180.00	1.20	1.20
4+320.00	160.00	24.00	22.20	0.00	39.00	22.20	17.00	180.00	1.20	1.20
4+340.00	160.00	24.00	22.20	0.00	39.00	22.20	17.00	180.00	1.20	1.20
4+360.00	160.00	24.00	22.20	0.00	39.00	22.20	17.00	180.00	1.20	1.20
4+380.00	160.00	24.00	22.20	0.00	39.00	22.20	17.00	180.00	1.20	1.20
4+400.00	160.00	24.00	22.20	0.00	39.00	22.20	17.00	180.00	1.20	1.20
4+420.00	160.00	24.00	22.20	0.00	39.00	22.20	17.00	180.00	1.20	1.20
4+440.00	160.00	24.00	22.20	0.00	39.00	22.20	17.00	180.00	1.20	1.20
4+460.00	160.00	24.00	22.20	0.00	39.00	22.20	17.00	180.00	1.20	1.20
4+480.00	160.00	24.00	22.20	0.00	39.00	22.20	17.00	180.00	1.20	1.20
4+500.00	160.00	24.00	22.20	0.00	39.00	22.20	17.00	180.00	1.20	1.20
4+520.00	160.00	24.00	22.20	0.00	39.00	22.20	17.00	180.00	1.20	1.20
4+540.00	160.00	24.00	22.20	0.00	39.00	22.20	17.00	180.00	1.20	1.20
4+560.00	160.00	24.00	22.20	0.00	39.00	22.20	17.00	180.00	1.20	1.20
4+580.00	160.00	24.00	22.20	0.00	39.00	22.20	17.00	180.00	1.20	1.20
4+600.00	160.00	24.00	22.20	0.00	39.00	22.20	17.00	180.00	1.20	1.20
4+620.00	160.00	24.00	22.20	0.00	39.00	22.20	17.00	180.00	1.20	1.20
4+640.00	160.00	24.00	22.20	0.00	39.00	22.20	17.00	180.00	1.20	1.20
4+660.00	160.00	24.00	22.20	0.00	39.00	22.20	17.00	180.00	1.20	1.20
4+680.00	160.00	24.00	22.20	0.00	39.00	22.20	17.00	180.00	1.20	1.20
4+700.00	160.00	24.00	22.20	0.00	39.00	22.20	17.00	180.00	1.20	1.20
4+720.00	160.00	24.00	22.20	0.00	39.00	22.20	17.00	180.00	1.20	1.20
4+740.00	160.00	24.00	22.20	0.00	39.00	22.20	17.00	180.00	1.20	1.20
4+760.00	160.00	24.00	22.20	0.00	39.00	22.20	17.00	180.00	1.20	1.20
4+780.00	160.00	24.00	22.20	0.00	39.00	22.20	17.00	180.00	1.20	1.20
4+800.00	160.00	24.00	22.20	0.00	39.00	22.20	17.00	180.00	1.20	1.20
4+820.00	160.00	24.00	22.20	0.00	39.00	22.20	17.00	180.00	1.20	1.20
4+840.00	160.00	24.00	22.20	0.00	39.00	22.20	17.00	180.00	1.20	1.20
4+860.00	160.00	24.00	22.20	0.00	39.00	22.20	17.00	180.00	1.20	1.20
4+880.00	160.00	24.00	22.20	0.00	39.00	22.20	17.00	180.00	1.20	1.20
4+900.00	160.00	24.00	22.20	0.00	39.00	22.20	17.00	180.00	1.20	1.20
4+920.00	160.00	24.00	22.20	0.00	39.00	22.20	17.00	180.00	1.20	1.20
4+940.00	160.00	24.00	22.20	0.00	39.00	22.20	17.00	180.00	1.20	1.20
4+960.00	160.00	24.00	22.20	0.00	39.00	22.20	17.00	180.00	1.20	1.20
4+980.00	160.00	24.00	22.20	0.00	39.00	22.20	17.00	180.00	1.20	1.20
5+000.00	160.00	24.00	22.20	0.00	416.00	22.20	17.00	180.00	1.20	1.20
5+020.00	165.00	24.75	22.20	0.00	416.00	22.20	17.00	180.00	1.20	1.20
5+040.00	170.00	25.50	22.20	0.00	416.00	22.20	17.00	180.00	1.20	1.20
5+060.00	170.00	25.50	22.20	0.00	416.00	22.20	17.00	180.00	1.20	1.20
5+080.00	170.00	25.50	22.20	0.00	416.00	22.20	17.00	180.00	1.20	1.20
5+100.00	170.00	25.50	22.20	0.00	416.00	22.20	17.00	180.00	1.20	1.20
5+120.00	170.00	25.50	22.20	0.00	416.00	22.20	17.00	180.00	1.20	1.20
5+140.00	170.00	25.50	22.20	0.00	416.00	22.20	17.00	180.00	1.20	1.20
5+160.00	170.00	25.50	22.20	0.00	416.00	22.20	17.00	180.00	1.20	1.20
5+180.00	170.00	25.50	22.20	0.00	416.00	22.20	17.00	180.00	1.20	1.20
5+200.00	170.00	25.50	22.20	0.00	416.00	22.20	17.00	180.00	1.20	1.20
5+220.00	170.00	25.50	22.20	0.00	416.00	22.20	17.00	180.00	1.20	1.20

PROCEDIMIENTO DE CONSTRUCCION DE LA PAVIMENTACION A BASE DE SUELO-CEMENTO Y DOBLE RIEGO DE SELLO DEL CAMINO CUPUANCILLO-LA PEÑA, TRAMO DEL KM 0+000 AL 7+500, MUNICIPIO DE LA HUACANA, MICH.

5+240.00	170.00	25.50	22.20	0.00	416.00	22.20	17.00	180.00	1.20	1.20
5+260.00	170.00	25.50	22.20	0.00	416.00	22.20	17.00	180.00	1.20	1.20
5+280.00	170.00	25.50	22.20	0.00	416.00	22.20	17.00	180.00	1.20	1.20
5+300.00	170.00	25.50	22.20	0.00	416.00	22.20	17.00	180.00	1.20	1.20
5+320.00	170.00	25.50	22.20	0.00	416.00	22.20	17.00	180.00	1.20	1.20
5+340.00	170.00	25.50	22.20	0.00	416.00	22.20	17.00	180.00	1.20	1.20
5+360.00	170.00	25.50	22.20	0.00	416.00	22.20	17.00	180.00	1.20	1.20
5+380.00	170.00	25.50	22.20	0.00	416.00	22.20	17.00	180.00	1.20	1.20
5+400.00	170.00	25.50	22.20	0.00	416.00	22.20	17.00	180.00	1.20	1.20
5+420.00	170.00	25.50	22.20	0.00	0.00	22.20	17.00	180.00	1.20	1.20
5+440.00	170.00	25.50	22.20	110.50	0.00	22.20	17.00	180.00	1.20	1.20
5+460.00	170.00	25.50	22.20	110.50	0.00	22.20	17.00	180.00	1.20	1.20
5+480.00	170.00	25.50	22.20	110.50	0.00	22.20	17.00	180.00	1.20	1.20
5+500.00	170.00	25.50	22.20	110.50	0.00	22.20	17.00	180.00	1.20	1.20
5+520.00	170.00	25.50	22.20	110.50	0.00	22.20	17.00	180.00	1.20	1.20
5+540.00	170.00	25.50	22.20	110.50	0.00	22.20	17.00	180.00	1.20	1.20
5+560.00	170.00	25.50	22.20	110.50	0.00	22.20	17.00	180.00	1.20	1.20
5+580.00	170.00	25.50	22.20	110.50	0.00	22.20	17.00	180.00	1.20	1.20
5+600.00	170.00	25.50	22.20	110.50	0.00	22.20	17.00	180.00	1.20	1.20
5+620.00	170.00	25.50	22.20	110.50	0.00	22.20	17.00	180.00	1.20	1.20
5+640.00	170.00	25.50	22.20	110.50	0.00	22.20	17.00	180.00	1.20	1.20
5+660.00	170.00	25.50	22.20	110.50	0.00	22.20	17.00	180.00	1.20	1.20
5+680.00	170.00	25.50	22.20	110.50	0.00	22.20	17.00	180.00	1.20	1.20
5+700.00	170.00	25.50	22.20	110.50	0.00	22.20	17.00	180.00	1.20	1.20
5+720.00	165.00	24.75	22.20	110.50	0.00	22.20	17.00	180.00	1.20	1.20
5+740.00	160.00	24.00	22.20	110.50	0.00	22.20	17.00	180.00	1.20	1.20
5+760.00	160.00	24.00	22.20	110.50	0.00	22.20	17.00	180.00	1.20	1.20
5+780.00	160.00	24.00	22.20	110.50	0.00	22.20	17.00	180.00	1.20	1.20
5+800.00	160.00	24.00	22.20	110.50	0.00	22.20	17.00	180.00	1.20	1.20
5+820.00	160.00	24.00	22.20	110.50	0.00	22.20	17.00	180.00	1.20	1.20
5+840.00	160.00	24.00	22.20	110.50	0.00	22.20	17.00	180.00	1.20	1.20
5+860.00	160.00	24.00	22.20	0.00	70.00	22.20	17.00	180.00	1.20	1.20
5+880.00	160.00	24.00	22.20	0.00	140.00	22.20	17.00	180.00	1.20	1.20
5+900.00	160.00	24.00	22.20	0.00	140.00	22.20	17.00	180.00	1.20	1.20
5+920.00	160.00	24.00	22.20	0.00	140.00	22.20	17.00	180.00	1.20	1.20
5+940.00	160.00	24.00	22.20	0.00	140.00	22.20	17.00	180.00	1.20	1.20
5+960.00	160.00	24.00	22.20	0.00	140.00	22.20	17.00	180.00	1.20	1.20
5+980.00	160.00	24.00	22.20	0.00	0.00	22.20	17.00	180.00	1.20	1.20
6+000.00	160.00	24.00	22.20	58.50	0.00	22.20	17.00	180.00	1.20	1.20
6+020.00	160.00	24.00	22.20	58.50	0.00	22.20	17.00	180.00	1.20	1.20
6+040.00	160.00	24.00	22.20	58.50	0.00	22.20	17.00	180.00	1.20	1.20
6+060.00	160.00	24.00	22.20	58.50	22.50	22.20	17.00	180.00	1.20	1.20
6+080.00	160.00	24.00	22.20	58.50	45.00	22.20	17.00	180.00	1.20	1.20
6+100.00	160.00	24.00	22.20	58.50	45.00	22.20	17.00	180.00	1.20	1.20
6+120.00	160.00	24.00	22.20	58.50	45.00	22.20	17.00	180.00	1.20	1.20
6+140.00	160.00	24.00	22.20	58.50	45.00	22.20	17.00	180.00	1.20	1.20
6+160.00	160.00	24.00	22.20	58.50	45.00	22.20	17.00	180.00	1.20	1.20
6+180.00	160.00	24.00	22.20	0.00	0.00	22.20	17.00	180.00	1.20	1.20



PROCEDIMIENTO DE CONSTRUCCION DE LA PAVIMENTACION A BASE DE SUELO-CEMENTO Y DOBLE RIEGO DE SELLO DEL CAMINO CUPUANCILLO-LA PEÑA, TRAMO DEL KM 0+000 AL 7+500, MUNICIPIO DE LA HUACANA, MICH.

6+200.00	160.00	24.00	22.20	0.00	0.00	22.20	17.00	180.00	1.20	1.20
6+220.00	160.00	24.00	22.20	0.00	0.00	22.20	17.00	180.00	1.20	1.20
6+240.00	160.00	24.00	22.20	0.00	0.00	22.20	17.00	180.00	1.20	1.20
6+260.00	160.00	24.00	22.20	0.00	0.00	22.20	17.00	180.00	1.20	1.20
6+280.00	160.00	24.00	22.20	0.00	0.00	22.20	17.00	180.00	1.20	1.20
6+300.00	160.00	24.00	22.20	0.00	0.00	22.20	17.00	180.00	1.20	1.20
6+320.00	160.00	24.00	22.20	0.00	0.00	22.20	17.00	180.00	1.20	1.20
6+340.00	160.00	24.00	22.20	0.00	0.00	22.20	17.00	180.00	1.20	1.20
6+360.00	160.00	24.00	22.20	0.00	0.00	22.20	17.00	180.00	1.20	1.20
6+380.00	160.00	24.00	22.20	0.00	0.00	22.20	17.00	180.00	1.20	1.20
6+400.00	160.00	24.00	22.20	0.00	0.00	22.20	17.00	180.00	1.20	1.20
6+420.00	160.00	24.00	22.20	0.00	0.00	22.20	17.00	180.00	1.20	1.20
6+440.00	160.00	24.00	22.20	0.00	0.00	22.20	17.00	180.00	1.20	1.20
6+460.00	160.00	24.00	22.20	0.00	0.00	22.20	17.00	180.00	1.20	1.20
6+480.00	160.00	24.00	22.20	0.00	0.00	22.20	17.00	180.00	1.20	1.20
6+500.00	160.00	24.00	22.20	0.00	0.00	22.20	17.00	180.00	1.20	1.20
6+520.00	160.00	24.00	22.20	0.00	0.00	22.20	17.00	180.00	1.20	1.20
6+540.00	160.00	24.00	22.20	0.00	0.00	22.20	17.00	180.00	1.20	1.20
6+560.00	160.00	24.00	22.20	0.00	0.00	22.20	17.00	180.00	1.20	1.20
6+580.00	80.00	25.50	22.20	0.00	0.00	22.20	17.00	180.00	1.20	1.20
6+600.00	0.00	27.00	22.20	0.00	0.00	22.20	17.00	180.00	1.20	1.20
6+620.00	0.00	27.00	22.20	0.00	0.00	22.20	17.00	180.00	1.20	1.20
6+640.00	0.00	27.00	22.20	0.00	0.00	22.20	17.00	180.00	1.20	1.20
6+660.00	0.00	27.00	22.20	0.00	0.00	22.20	17.00	180.00	1.20	1.20
6+680.00	0.00	27.00	22.20	0.00	0.00	22.20	17.00	180.00	1.20	1.20
6+700.00	0.00	27.00	22.20	0.00	0.00	22.20	17.00	180.00	1.20	1.20
6+720.00	0.00	27.00	22.20	0.00	0.00	22.20	17.00	180.00	1.20	1.20
6+740.00	0.00	27.00	22.20	0.00	0.00	22.20	17.00	180.00	1.20	1.20
6+760.00	0.00	27.00	22.20	0.00	0.00	22.20	17.00	180.00	1.20	1.20
6+780.00	0.00	27.00	22.20	0.00	0.00	22.20	17.00	180.00	1.20	1.20
6+800.00	0.00	27.00	22.20	0.00	0.00	22.20	17.00	180.00	1.20	1.20
6+820.00	90.00	27.00	22.20	0.00	0.00	22.20	17.00	180.00	1.20	1.20
6+840.00	180.00	27.00	22.20	0.00	0.00	22.20	17.00	180.00	1.20	1.20
6+860.00	180.00	27.00	22.20	0.00	0.00	22.20	17.00	180.00	1.20	1.20
6+880.00	180.00	27.00	22.20	0.00	0.00	22.20	17.00	180.00	1.20	1.20
6+900.00	180.00	27.00	22.20	0.00	0.00	22.20	17.00	180.00	1.20	1.20
6+920.00	180.00	27.00	22.20	0.00	0.00	22.20	17.00	180.00	1.20	1.20
6+940.00	180.00	27.00	22.20	0.00	0.00	22.20	17.00	180.00	1.20	1.20
6+960.00	180.00	27.00	22.20	0.00	0.00	22.20	17.00	180.00	1.20	1.20
6+980.00	180.00	27.00	22.20	0.00	0.00	22.20	17.00	180.00	1.20	1.20
7+000.00	180.00	27.00	22.20	0.00	0.00	22.20	17.00	180.00	1.20	1.20
7+020.00	180.00	27.00	22.20	0.00	0.00	22.20	17.00	180.00	1.20	1.20
7+040.00	180.00	27.00	22.20	0.00	0.00	22.20	17.00	180.00	1.20	1.20
7+060.00	180.00	27.00	22.20	0.00	0.00	22.20	17.00	180.00	1.20	1.20
7+080.00	180.00	27.00	22.20	0.00	0.00	22.20	17.00	180.00	1.20	1.20
7+100.00	180.00	27.00	22.20	0.00	0.00	22.20	17.00	180.00	1.20	1.20
7+120.00	180.00	27.00	22.20	0.00	0.00	22.20	17.00	180.00	1.20	1.20
7+140.00	180.00	27.00	22.20	0.00	0.00	22.20	17.00	180.00	1.20	1.20

PROCEDIMIENTO DE CONSTRUCCION DE LA PAVIMENTACION A BASE DE SUELO-CEMENTO Y DOBLE RIEGO DE SELLO DEL CAMINO CUPUANCILLO-LA PEÑA, TRAMO DEL KM 0+000 AL 7+500, MUNICIPIO DE LA HUACANA, MICH.

7+160.00	180.00	27.00	22.20	0.00	0.00	22.20	17.00	180.00	1.20	1.20
7+180.00	180.00	27.00	22.20	0.00	0.00	22.20	17.00	180.00	1.20	1.20
7+200.00	180.00	27.00	22.20	0.00	0.00	22.20	17.00	180.00	1.20	1.20
7+220.00	180.00	27.00	22.20	0.00	0.00	22.20	17.00	180.00	1.20	1.20
7+240.00	180.00	27.00	22.20	0.00	0.00	22.20	17.00	180.00	1.20	1.20
7+260.00	180.00	27.00	22.20	0.00	0.00	22.20	17.00	180.00	1.20	1.20
7+280.00	180.00	27.00	22.20	0.00	0.00	22.20	17.00	180.00	1.20	1.20
7+300.00	180.00	27.00	22.20	0.00	0.00	22.20	17.00	180.00	1.20	1.20
7+320.00	175.00	26.25	22.20	0.00	0.00	22.20	17.00	180.00	1.20	1.20
7+340.00	170.00	25.50	22.20	0.00	0.00	22.20	17.00	180.00	1.20	1.20
7+360.00	170.00	25.50	22.20	0.00	0.00	22.20	17.00	180.00	1.20	1.20
7+380.00	170.00	25.50	22.20	0.00	0.00	22.20	17.00	180.00	1.20	1.20
7+400.00	170.00	25.50	22.20	0.00	0.00	22.20	17.00	180.00	1.20	1.20
7+420.00	170.00	25.50	22.20	0.00	0.00	22.20	17.00	180.00	1.20	1.20
7+440.00	170.00	25.50	22.20	0.00	0.00	22.20	17.00	180.00	1.20	1.20
7+460.00	170.00	25.50	22.20	0.00	0.00	22.20	17.00	180.00	1.20	1.20
7+480.00	170.00	25.50	22.20	0.00	0.00	22.20	17.00	180.00	1.20	1.20
7+500.00	170.00	25.50	22.20	0.00	0.00	22.20	17.00	180.00	1.20	1.20
<b>SUMAS</b>	<b>26,385.00</b>	<b>5,816.25</b>	<b>8,546.58</b>	<b>3,237.00</b>	<b>13,454.00</b>	<b>6,492.40</b>	<b>6,749.41</b>	<b>70,803.60</b>	<b>476.63</b>	<b>476.63</b>

Resumen:

Desmonte .....	2.64 has.
Despalme .....	5,816.25 m2
Compactación de T.N.....	8,546.58 m3
Terraplén.....	3,237.00 m3
Cortes .....	13,454.00 m3
Subrasante .....	6,492.40 m3
Suelo-cemento .....	6,749.41 m3
Impregnación .....	70,803.60 lts
Riego de sello .....	476.63 m3
Segundo riego de sello .....	476.63 m3

### Volumen de alcantarillas

UBICACION	TIPO	MEDIDAS O DIAMETRO	EXCAVACION	RELLENO	MAMPOSTERIA	ZAMPEADO	CONCRETO	ACERO DE REFUERZO	TUBO DE LAMINA	CUNETAS
		M	M3	M3	M3	M3	M3	KG	M.L.	M3
1+120	Tubo	0.91	11.52	29.00	8.70	0.00	0.00	0.00	10.77	DEL KM 0+000 AL 7+500
1+120	Losa	1X1X7	50.00	15.00	11.70	3.00	2.24	180.00	0.00	
2+120	Losa	3x2x11.10	30.00	45.00	88.60	16.10	18.30	781.00	0.00	
2+940	Tubo	0.91	11.52	29.00	8.70	0.00	0.00	0.00	10.77	
3+140	Tubo	0.91	11.52	29.00	8.70	0.00	0.00	0.00	10.77	
3+180	Tubo	0.91	11.52	29.00	8.70	0.00	0.00	0.00	10.77	
3+220	Tubo	0.91	11.52	29.00	8.70	0.00	0.00	0.00	10.77	
3+448	Tubo	0.91	11.52	19.00	8.70	0.00	0.00	0.00	7.06	
3+540	Tubo	0.91	80.00	34.00	8.70	0.00	0.00	0.00	12.54	
3+767	Tubo	0.91	14.13	24.00	8.70	0.00	0.00	0.00	8.88	
4+069	Losa	3x2x11.10	30.00	45.00	88.60	16.10	18.30	781.00	0.00	
4+298	Tubo	0.91	2.36	25.00	8.70	0.00	0.00	0.00	7.54	
4+418	Tubo	0.91	17.55	41.00	8.70	0.00	0.00	0.00	12.37	
4+537	Tubo	0.91	93.54	49.00	8.70	0.00	0.00	0.00	14.97	
4+951	Losa	3x32x11.10	30.00	45.00	88.60	16.10	18.30	781.00	0.00	
5+590	Losa	6x3x6.6	30.00	48.00	129.05	25.60	25.50	1,992.00	0.00	
5+980	Tubo	0.91	17.43	33.00	8.70	0.00	0.00	0.00	12.14	
6+020	Tubo	0.91	5.80	33.00	8.70	0.00	0.00	0.00	12.14	
6+100	Tubo	0.91	12.66	27.00	8.70	0.00	0.00	0.00	10.00	
5+590	Losa	2x3x8	165.00	66.00	26.89	12.57	11.14	781.00	0.00	
6+260	Tubo	0.91	26.04	18.00	8.70	0.00	0.00	0.00	6.59	
6+500	Tubo	0.91	7.32	27.00	8.70	0.00	0.00	0.00	10.00	
7+121	Losa	6x3x7	30.00	45.00	131.00	27.00	27.50	2,117.00	0.00	
7+334	Tubo	0.91	4.64	21.00	8.70	0.00	0.00	0.00	7.68	
7+450	Tubo	0.91	2.00	18.00	8.70	0.00	0.00	0.00	6.70	
<b>suma</b>			<b>717.59</b>	<b>823.00</b>	<b>721.04</b>	<b>116.47</b>	<b>121.28</b>	<b>7,413.00</b>	<b>182.46</b>	<b>534</b>

### III .b.2) Presupuesto (finiquito).

## SECRETARIA DE COMUNICACIONES Y OBRAS PUBLICAS DIRECCION DE CONSTRUCCION DE CAMINOS

OBRA: PAVIMENTACION A BASE DE SUELO CEMENTO DEL CAMINO CUPUANCILLO-LA PEÑA    MUNICIPIO: LA HUACANA, MICH.

### FINIQUITO DE OBRA

NORMA O ESPECIFICACION	DESCRIPCION DEL CONCEPTO	DE PROYECTO			
		UNIDAD	CANTIDAD	P.U.	IMPORTE
	<b>3.01.01.009 TERRACERIAS</b>				
	DESMONTE.				
1	Desmante, P.U.O.T. (Inciso 002 - H. 02).	Ha	2.64	5,288.00	13,952.39
009-D	CORTES.				
D.04	Despalmes, desperdiciando el material, P.U.O.T. (Inciso 003 - H.03)				
a)	De cortes	M3	5,816.25	9.50	55,254.38
D.06	Excavaciones, P.U.O.T. (Inciso 003 - H .04)				
a)	En cortes y adicionales abajo de la sub-rasante:				
2)	cuando el material se desperdicie	M3	13,454.00	15.30	205,846.20
009-E	PRESTAMOS				
E.04	Excavaciones de prestamos por unidad de obra terminada.				
b)	De banco (Inciso 004 - H.05)				
1)	Del banco	M3	16,478.81	10.00	164,788.08
009-F	TERRAPLENES				
F.09	Compactación P.U.O.T.				
a)	Del terreno natural en el área de desplante de los terraplenes (Inciso 005 - H.09)				
2)	para noventa por ciento (90%)	M3	8,546.58	7.42	63,415.62
F.10	Recompactación				
a)	escarificado, disgregado, acamellonado, por las alas de la capa superior de la sub-rasante existente en cortes y terraplenes construidos con anterioridad, y su posterior tendido y compactación, por unidad de obra terminada (Inciso 005-H.10)				
2)	Para noventa y cinco por ciento (95%)	M3	1,806.98	28.10	50,776.14
F.11	Formación y compactación por unidad de obra terminada:				
a)	De terraplenes adicionados con sus cuñas de sobre ancho (Inciso 005 - H.11)				
3)	Para noventa y cinco por ciento ( 95 %)	M3	3,237.00	20.60	66,682.20

PROCEDIMIENTO DE CONSTRUCCION DE LA PAVIMENTACION A BASE DE SUELO-CEMENTO Y DOBLE RIEGO DE SELLO DEL CAMINO CUPUANCILLO-LA PEÑA, TRAMO DEL KM 0+000 AL 7+500, MUNICIPIO DE LA HUACANA, MICH.

F.14	Mezclado, Tendido y compactación de la capa sub-rasante formada con material seleccionado P.U.O.T.				
2)	Para noventa y cinco por ciento (95%)(CON CEMENTO)	M3	6,749.41	149.68	1,010,251.39
F.14	Mezclado, Tendido y compactación de la capa sub-rasante formada con material seleccionado P.U.O.T.				
2)	Para noventa y cinco por ciento (95%) (SIN CEMENTO)	M3	6,492.40	55.10	357,731.24
009-H	CANALES				
e)	Excavación para canales, por unidad de obra terminada (Inciso 007-H.01.e):				
b)	En canales de entrada y salida de las obras de drenaje	M3	64.00	20.60	1,318.40
EP -	ARROPE DE TALUD				
1)	Arrope de talud, por unidad de obra terminada				
a)	Con préstamo lateral:				
2)	Dentro de la faja de 20 mts.	M3	1,116.00	12.36	13,793.76
009-I	ACARREOS PARA TERRACERIAS				
I.03	Sobre acarreo de materiales, producto de las excavaciones de cortes y adicionales abajo de la sub-rasante, ampliaciones y/o abatimiento de taludes, rebajes en la corona de cortes y/o terraplenes existentes, escalones, despalmes, préstamo de banco, derrumbes, canales, cuando se trate de obras que se Pague por unidad de obra terminada (Inciso 008 - H.03).				
d)	para cualquier distancia de materiales de préstamo de banco para la construcción de la capa sub-rasante y para completarla construcción del cuerpo del terraplén.				
1)	para el primer kilómetro	M3	16,478.81	4.80	79,098.28
2)	para los kilómetros subsecuentes	M3-KM	24,718.21	2.50	61,795.53
				<b>SUBTOTAL</b>	<b>2,144,703.60</b>
	3.01.02.047 OBRAS DE DRENAJE				
047 - C	EXCAVACION PARA ESTRUCTURAS				
C.02	Excavaciones para estructuras, de acuerdo con su clasificación, a cualquier profundidad (Inciso 022-H.01):				
h)	Excavado, P.U.O.T., cualquiera que sea su clasificación y profundidad	M3	717.59	42.00	30,138.78
047 - D	RELLENOS				
D.02	Rellenos ( Inciso 023-H.01):				
d)	para la protección de las obras de drenaje, P.U.O.T.	M3	823.00	38.90	32,014.70
047 - E	MAMPOSTERIAS				
E.13	Mampostería de tercera clase, a cualquier altura, por unidad de obra terminada ( Inciso 024 - H.12)				
a)	Con mortero de cemento	M3	721.04	612.10	441,348.58

047 - F	ZAMPEADOS				
F.07	Zampeados a cualquier altura, P.U.O.T. ( Inciso 025 - H.06):				
a)	De mampostería de tercera clase, junteados con mortero de cemento	M3	116.47	486.00	56,604.42
047 - G	CONCRETO HIDRAULICO.				
G.11	Concreto hidráulico, P.U.O.T. ( Inciso 026 - H.10)				
a)	Simple, colado en seco.				
2)	De f'c= 200 kg/cm2	M3	121.28	1,238.10	150,156.77
047 - H	ACERO PARA CONCRETO HIDRAULICO				
H.04	Acero de refuerzo P.U.O.T. ( Inciso 027-H.03):				
a)	Varillas de L.E = ó mayor a 4200 kg/cm2	KG	7,413.00	13.30	98,592.90
047 - K	ALCANTARILLAS DE LAMINA CORRUGADA DE ACERO				
K.08	Tubo circular sin recubrimiento P.U.O.T. ( Inciso 030 - H.02)				
a)	tipo desarmable, intercambiable				
1)	De 90 cms. de diámetro y calibre nº 14	M	182.46	1,189.30	216,999.68
	De 120 cms. de diámetro y calibre nº 14				
047 - Y	TRABAJOS DIVERSOS				
Y.05	Recubrimiento de cunetas y contra cunetas P.U.O.T. (044 - H.				
6)	Con concreto hidráulico simple, de f'c= 150 kg/cm2	M3	534.00	1,102.96	588,980.64
				<b>SUBTOTAL</b>	<b>1,614,836.47</b>
	<b>3.01.03.086 PAVIMENTOS</b>				
086 -C.12	REVESTIMIENTO				
G.07	Materiales asfálticos P.U.O.T. (Inciso 076 - H .07)				
c)	Emulsiones asfálticas:				
2)	Empleadas en riegos				
a)	Emulsión de rompimiento rápido en riego de impregnación	LT	70,803.60	2.50	177,009.00
b)	Emulsión de rompimiento rápido en doble riego de sello	LT	146,985.84	2.50	367,464.60
086 - I	RIEGO DE IMPREGNACION				
I.02	Barrida de la superficie por tratar, P.U.O.T. ( Inciso 078 - H.01)	Ha	3.97	1,190.00	4,724.65
I.04	Arena empleada para cubrir la base impregnada, P.U.O.T. ( Inciso 078 - H.03)				
a)	Del banco	M3	198.51	185.12	36,748.54
086 - M	RIEGO DE SELLO				
M.04	doble Riego de sello, P.U.O.T. ( Inciso 082 - H.03)				
a)	Utilizando material pétreo 3-E				
1)	Del banco cerro colorado	M3	979.91	210.64	206,407.32



## **IV.- PROCEDIMIENTO DE CONSTRUCCION DEL SUELO-CEMENTO**

### **IV.1) Compactación del terreno natural.**

Antes que nada se deberá abrir la caja que alojara a la capa de suelo – cemento. El material de recorte será el que forme a este último. En todo material de recorte se deberá remover completamente todo residuo vestigio de material vegetal, orgánico y de relleno. Luego el fondo de la caja se deberá compactar mediante el equipo más adecuado según el tipo de suelo, hasta un grado cercano al 90% según la prueba proctor, afinarse adecuadamente eliminando todas las depresiones y protuberancias (rocas) presentes.

### **IV.2) Papeo.**

Una vez disgregado el material deberán retirarse todas las partículas mayores a 1/3 del espesor de la capa de suelo cemento, siendo el límite máximo 3”. Esta operación debe realizarse en forma manual debiéndose repetir entre operaciones de mezclado hasta que no se detecten partículas mayores al límite establecido.

En esta etapa se despalmara el terreno, se recompactara la suficiente recién descubierta, hasta el 90% de su peso volumétrico seco máximo. Es importante ir dejando el perfilamiento y las pendientes del bombeo superficial desde esta etapa, para que la capa del suelo – cemento quede ya conformada geométricamente.

### **IV.3) Acamellonamiento.**

El material acamellonamiento en las orillas deberá estar ya libre de partículas grandes, boleas y tierra vegetal.

### **IV.4) Colocación del cemento.**

Puede ser de dos formas:

- a).- cemento a granel.
- b).- cemento envasado.

#### **a) Cemento a granel.**

El cemento suministrado a granel debe extenderse sobre el material disgregado procurando dejar una capa de espesor uniforme, el cual variara de acuerdo con la dosificación de proyecto. Para estos efectos es recomendable utilizar una esparcidora de cemento que permite un control más adecuado de la dosificación.



b) Cemento Envasado:

En el caso del cemento envasado, deben colocarse los bultos de cemento con una separación adecuada según la dosificación del proyecto sobre el material disgregado. Una vez hecho esto deberán abrirse los bultos y colocar el cemento de manera uniforme sobre el material.

#### **IV.5 Mezclado.**

a) Mezclado con arado de disco.

Una vez que se ha escarificado, pre humedecido y pulverizado el material, se conforma y se acordona el material a un costado del camino, se aplica el cemento a granel o en sacos de tal forma que el eje transversal de los discos distribuya la mezcla. El arado de discos es jalado por un tractor, se darán de dos a tres pasadas hasta uniformizar la mezcla de suelo – cemento, el agua deberá añadirse por medio de una pipa que preferentemente cuente con un aspersor, la cantidad del agua necesaria será para alcanzar una humedad ligeramente mayor a la óptima de compactación. La eficiencia de mezclado con arado de discos dependerá del tipo de material ya que en suelos cohesivos de alta plasticidad es más difícil de disgregar y requieren varias pasadas del equipo para ser mezclados, se escogen tramos no mayores de 100 m de longitud, si el terreno natural está muy seco aplicara un primer riego de agua.

b) Mezclado con motoconformadora:

Otra alternativa es una motoconformadora, este logra mezclar el suelo con el cemento y agua en forma más eficiente. Consiste en una placa que viaja a distintas profundidades para disgregar y pulverizar la mezcla íntimamente, se deberá tener en cuenta que este equipo es particularmente eficaz para pulverizar aquellos terrenos formados por materiales arcillosos, esto reduce el tiempo de proceso ayuda a que el cemento se adhiera a las partículas de los suelos granulares cuando se mezcla, evitando que el cemento se precipite al fondo y no se logre una mezcla homogénea.

#### **IV.6 Tendido de la mezcla.**

Una vez que se ha mezclado el material deberá procederse a tener la mezcla de acuerdo con el trazo y la nivelación que indique la brigada de topografía.

La superficie que recibirá a la mezcla deberá ya contar con la compactación mínima del 90% respecto a su P.V.S.M, según ya se mencionó: además contara con las pendientes definitivas.

#### **IV.7 Compactación.**

Deberá procederse en forma inmediata a compactar la muestra mediante equipo de compactación: planchas, rodillos lisos. Es importante que no transcurran más de dos horas desde el momento en que se aplicó el cemento hasta que termine la compactación de la mezcla para evitar que el fraguado anticipado del cemento impida una compactación adecuada. Se recomienda utilizar rodillos con sistemas vibratorios o lisos para el cerrado de la compactación ya que se trata de un suelo cuya naturaleza es granular.

#### **IV.8 Acabados.**

Esta operación tiene como fin producir una superficie de suelo cemento de alta calidad. Deberá eliminar los encarpetamientos y suavizar las irregularidades producidas por equipo de compactación. La superficie deberá ser tersa, densa, libre de surcos, de arrugas y de grietas.

El procedimiento de acabado, depende del equipo de las condiciones de trabajo y de las características del suelo. La superficie se deberá mantener húmeda ligeramente arriba de la humedad óptima durante las opciones de acabado. Los compactadores de rodillo liso, se emplean para suavizar los surcos, dejando por la compactación inicial con los neumáticos.

Los rodillos lisos son adecuados cuando se presenta partículas de grava en la superficie.

El procedimiento de acabado para mezclar granulares gruesas, serán compactadas con el rodillo metálico liso en tándem (6 ton) Material que contiene menos del 20% que pasa la malla No. 200.

- a) Corte de grandes irregularidades con la motoconformadora.
- b) Sellado de la superficie con el compactador de neumáticos acompañado de aplicaciones ligeras de agua.

#### **IV.9 Curado.**

El curado del suelo cemento es sumamente importante ya que la resistencia que alcance el material depende en gran medida de este procedimiento. Es recomendable que el riego de impregnación se aplique inmediatamente después de haber concluido la compactación, previo al humedecimiento de la superficie del suelo – cemento recién colocado, de manera que el riego funcione como membrana de cuadro.

De manera alternativa, cuando por alguna circunstancia no se protege de manera inmediata al suelo- cemento con el riego asfáltico de impregnación, se deberá curar la superficie mediante cualquiera de los siguientes materiales: tela de yute humedecida, arena húmeda, papel, plástico, o agua procurando en todos los casos mantener las condiciones de temperatura y humedad de la mezcla compactada constante por lo menos durante tres días.

#### **IV.10 Aplicación del primer riego de sello.**

Se aplicara respetando la Norma N.CTR.CAR.1.04.008/00 de la SCT.

Para el primer riego de sello, sobre la suficiente ya tratada con riego de impregnación y previamente barrida, se cubrirá con material asfáltico, como lo indica la norma, posteriormente se agregara el material tipo 3-E. La compactación debe ser una operación inmediata a la extensión del riego de manera que se pueda aprovechar la baja viscosidad de que todavía dispone el ligante asfáltico, esto puede hacerse por medio de compactadores neumáticos que permiten encajar el material sin romperlo parcialmente. También se recomienda el uso de compactadores lisos ligeros permitiendo una nivelación bastante adecuada del primer riego colocado. La precisión y simultaneidad de las tres operaciones (distribución de ligante, tendido o riego del material pétreo y su compactación) son elementos esenciales para el buen resultado del tratamiento ya que la durabilidad del riego de sello correctamente ejecutado y proyectado es función de tráfico y de la climatología.

#### **IV.11 Aplicación del segundo riego de sello.**

Inmediatamente después de tendido y rastreado el material pétreo del primer riego, se cubrirá con el material asfáltico conforme a lo indicado en la Fracción G.4. de la Norma N.CTR.CAR.1.04.008/00 de la SCT, cuidando que todo el ancho de la franja de material pétreo sea cubierto con la dosificación correcta de material asfáltico, sin excederse más allá de la mitad de la base del abanico del aspersor, de la orilla interior de la capa de material pétreo. Este riego se cubrirá inmediatamente con la segunda capa de material pétreo y se compactara como lo indica la Norma.

El momento de apertura al tráfico en las primeras horas son fundamentales ya que un tráfico intenso ya rápido puede destruir el tratamiento por desprendimiento de material, se recomienda una velocidad adecuada de 20 a 30 km/h y de esta forma los vehículos colaboran con la compactación.

#### **IV.12 Equipo a utilizar.**

IV.12 a) Barredora (de preferencia): debe ser motorizada. Las fibras del rodillo barredor deben estar en buenas condiciones, para realmente levantar residuos y polvo de la capa protegida con riego de impregnación recién construida.

IV.12b) Petrolizadora: Los tanques deben contar con mecheros y sistemas cerrados de circulación de calor, con objeto de controlar las temperaturas de emulsiones de forma efectiva. Para ello resulta conveniente que los tanques estén aislados. Las espreas de salida, contenidas en la barra posterior, deben tener una inclinación de 15 respecto al eje de esta última. Además, la emulsión deberá ser esparcida a una presión de 2 bar. La barra citada debe estar separada del orden de 15 cm respecto al plano de aplicación, esto es, de la base de suelo-cemento.

La barra debe ser capaz de extender efectivamente la emulsión en cuantía suficiente en los planos longitudinal y transversal.

IV.12 c) Esparcidor: Este equipo podrá adosarse a un camión volteo, o podrá ser independiente pero empujado por camión, o autopropulsado. El esparcido en ambas direcciones debe ser capaz de distribuir uniformemente el agregado, es decir en toda el área.

Se tiene que hacer una calibración tanto del esparcidor como de la petrolizadora, con el fin de que coloquen cantidades correctas, conforme a lo especificado. La descarga de agregado respecto a la superficie no deberá ser mayor a 25 cm, para evitar migración excesiva del material.

El tiempo entre la aplicación de la emulsión y de la descarga del material pétreo debe estar comprendida entre 20 y 40 segundos. Este lapso se ajustara, midiendo el tiempo de rompimiento del cementante.

IV.12d) Compactador neumáticos: Este equipo permite compactar sin romper o degradar los granos del riego de sello, según ya se mencionó.

#### **Recolección de material suelto**

Al final se colecta y retira todo material suelto, sobrante de las labores de colocación de sellos. Esta actividad asegurara que no habrá partículas sueltas que limiten la capacidad drenante de la superficie.

#### **IV.a) Procedimiento de construcción fotográfico del camino en proyecto.**

##### **1.- Camino existente (terreno natural):**



**Km 0+000 hacia delante**



**km 1+100 hacia delante**



**Km 5+500 hacia atrás**



**km 6+100 hacia delante**

**2.- Desmonte:**



**km 5+600 hacia atrás**



**km 5+600 hacia delante**



**km 5+800 hacia delante**



**km 5+300 hacia delante**

### 3.- Despalme:



**Km 5+400 hacia delante**



**km 5+550 hacia delante**



**Km 6+100 hacia atrás**



**km 2+200 hacia delante**

#### 4.- Excavación en cortes:



**Km 5+700 hacia atrás**



**km 5+500 hacia delante**



**Km 4+400 hacia atrás**



**km 4+600 hacia delante**



## 5.- Terraplenes:



**Km 6+000 hacia atrás**



**km 4+500 hacia delante**



**Km 5+600 hacia atrás**



**km 4+150 hacia delante**

## 6.- Alcantarillas:



**Km 3+540 de tubo**



**km 4+297 de tubo**



**Km 4+951 de losa**



**km 4+069 de losa**

**7.- Subrasante:**



**Km 4+700 hacia delante**



**km 4+300 hacia atrás**



**Km 5+600 hacia delante**



**km 6+100 hacia delante**

## 8.- Suelo-Cemento:



Suministro del cemento



Cemento suministrado en camellón



Mezclando cemento con suelo



Incorporando el agua



**Mezclando con agua**



**Incorporando agua y alineando**



**Compactando con humedad**



**Suelo-cemento terminado**

### 9.- Riego de impregnación:



**km 0+600 hacia delante**



**Km 0+600 hacia atrás**



**Riego de impregnación**



**riego de impregnación poreado**

**10.- Doble riego de sello:**



**Barrido de la base a sellar**



**planchado del sello**



**terminado del doble riego**



**km 6+100, riego de sello**

**11.- Revestimiento de cunetas:**



**Barrenacion en área cunetas**



**Revestimiento de cunetas**



**Revestimiento de cunetas**



**Cunetas terminadas**



**12.- Arropes:**



**Arrope km 4+300**



**Arrope km 4+500 hacia delante**



**Arrope 5+800 hacia atrás**



**Arrope con motoconformadora**

**13.- Señalamiento horizontal y vertical:**



**Km 0+000 hacia delante**



**km 0+600 hacia atrás**



**Señalamiento horizontal y vertical**



**km 7+480 hacia delante**

## V.- CONCLUSIONES:

Ya que se terminaron los trabajos de la pavimentación del camino Cupuancillo-La Peña, con el procedimiento de Suelo-Cemento y El presente trabajo de tesis, se llega a las siguientes conclusiones y comentarios personales al respecto:

- En primer lugar se cumplió con el objetivo numero uno, el cual consistía en mejorar el camino existente y convertirlo en un camino de mejor calidad, para brindarle a los habitantes de las comunidades y a los agricultores de la región un mejor acceso a los servicios comunitarios y a la extracción de sus productos con mayor rapidez y por consecuencia de mejor calidad, dándole una mayor prosperidad a la región.
- El uso del Suelo-Cemento en este camino, se considero como de prueba en la Secretaria de Comunicaciones y Obras Publicas, con la finalidad de continuar utilizándolo en caminos de bajo transito vehicular y a bajo costo, teniéndose un resultado satisfactorio, una ves que se pudo comprobar que se disminuyo el concepto de los acarreo así como el de préstamo de banco, lo anterior porque se utilizo en gran parte del camino el mismo material ya existente en el mismo.
- En nuestro país, la aplicación del Suelo-Cemento en Caminos y otras áreas de la construcción, prácticamente es muy bajo, motivo mismo por el cual no existen normas y especificaciones en la S.C.T. referentes al Suelo-Cemento, únicamente hablan de su aplicación en zampeados y en la elaboración de bordillos.

- Creo que el uso del Suelo-Cemento en caminos, se debería de fortalecer realizando estudios mas a fondo tomando en cuenta las experiencias obtenidas en los pocos caminos que se han construido con este método en el estado y en esta Secretaria, fortaleciéndolo con las experiencias de otras obras que se realizan o se han realizado en otras regiones y países, teniendo mucho cuidado en la adaptación de los estudios y diseños, recordando que en cada región y país, el tipo de material y su comportamiento varia de acuerdo a las características particulares de su clima, de sus componente y también de acuerdo al equipo disponible y su propio procedimiento de construcción.
  
- De acuerdo a la experiencia obtenida en la construcción del camino Cupuancillo-La –peña, me atrevo a manifestar a muy opinión propia que este tipo de procedimiento se debería de llevar a cabo mínimo en dos tipos de caminos o se le debería de poner cuidadosa atención para tratar de aplicarlo, me refiero primeramente a los caminos aquellos en los que de acuerdo a los programas de gobierno, ya han tenido mejoramiento de alineamiento, tanto horizontal como vertical y se encuentren en el programa de revestimiento, además de que el terreno natural tenga las características de desplante buenas.
  
- Además creo que se debería de utilizar en las carreteras de nuestro Estado de Michoacán, en donde la superficie de rodamiento ya se encuentra deteriorada y muestra deformaciones y agrietamientos debido a fallas en la carpeta y en la base, previo estudio, someterlas a recuperación de carpeta y base y agregándole cemento para crear una base estabilizada con cemento, o lo que es lo mismo “construir una base con Suelo-Cemento”.

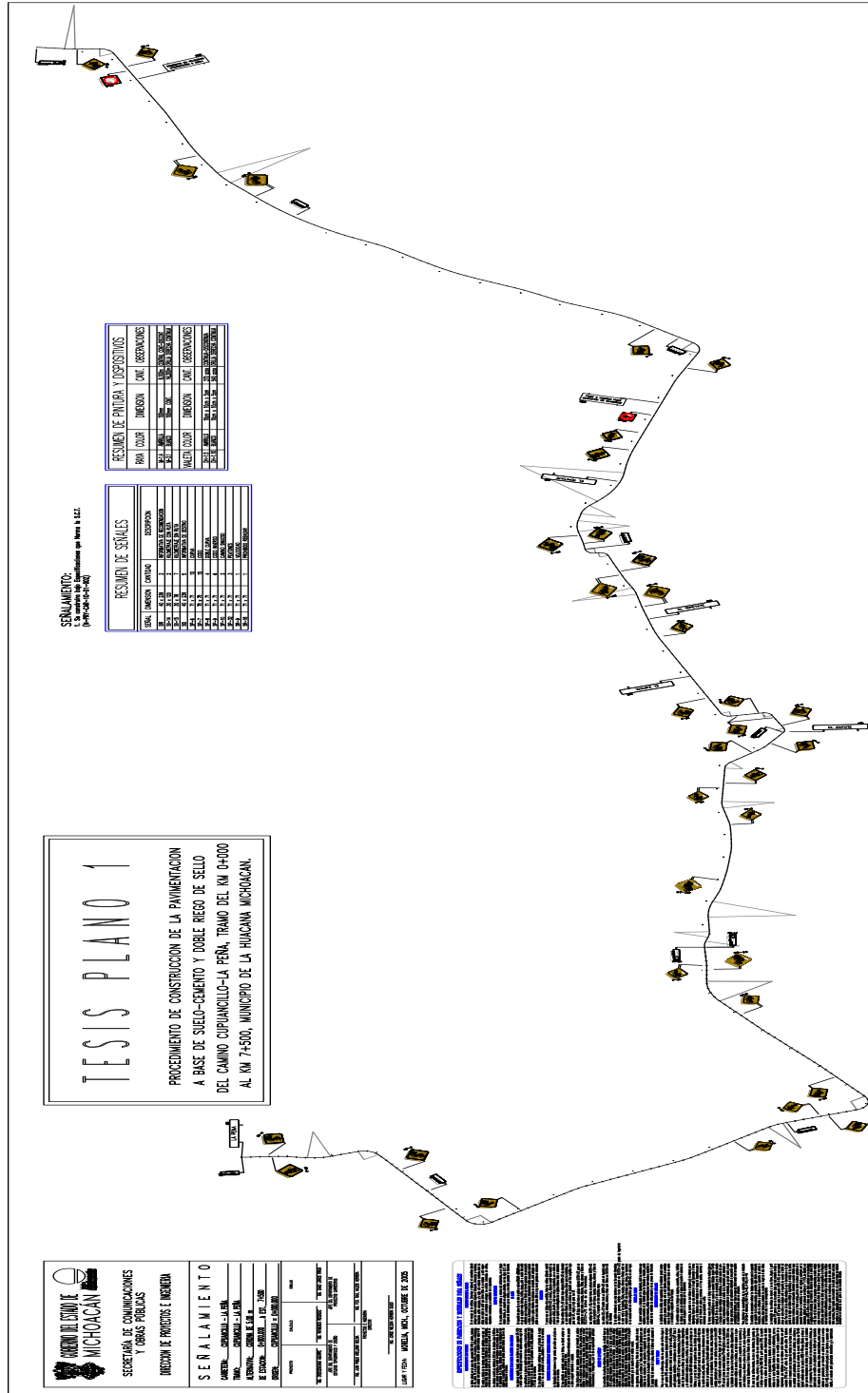
Debo manifestar, que me siento satisfecho por haber participado en la construcción de este camino y haber formado parte de una experiencia nueva llamada “**Suelo-Cemento**”, que a mi en lo personal me ha servido mucho para otras experiencias parecidas que he tenido en mi carrera profesional.

## **VI.- PLANOS Y ANEXOS.**

### **VI.1) Planos.**

- PLANO 1 Planta topográfica del camino
- PLANO 2 Planta y perfil del km 0+000 al 1+000
- PLANO 3 Planta y perfil del km 1+000 al 2+000
- PLANO 4 Planta y perfil del km 2+000 al 3+000
- PLANO 5 Planta y perfil del km 3+000 al 4+000
- PLANO 6 Planta y perfil del km 4+000 al 5+000
- PLANO 7 Planta y perfil del km 5+000 al 6+000
- PLANO 8 Planta y perfil del km 6+000 al 7+000
- PLANO 9 Planta y perfil del km 7+000 al 8+000
- PLANO 10 Secciones de construcción del km 0+000 al 1+000
- PLANO 11 Secciones de construcción del km 1+000 al 2+000
- PLANO 12 Secciones de construcción del km 2+000 al 3+000
- PLANO 13 Secciones de construcción del km 3+000 al 4+000
- PLANO 14 Secciones de construcción del km 4+000 al 5+000
- PLANO 15 Secciones de construcción del km 5+000 al 6+000
- PLANO 16 Secciones de construcción del km 6+000 al 7+000
- PLANO 17 Secciones de construcción del km 7+000 al 8+000
- PLANO 18 Planta de señalamiento.
- PLANO 19 Planos alcantarillas de tubo y losa
- PLANO 20 Planos alcantarillas de losa

PLANO 1

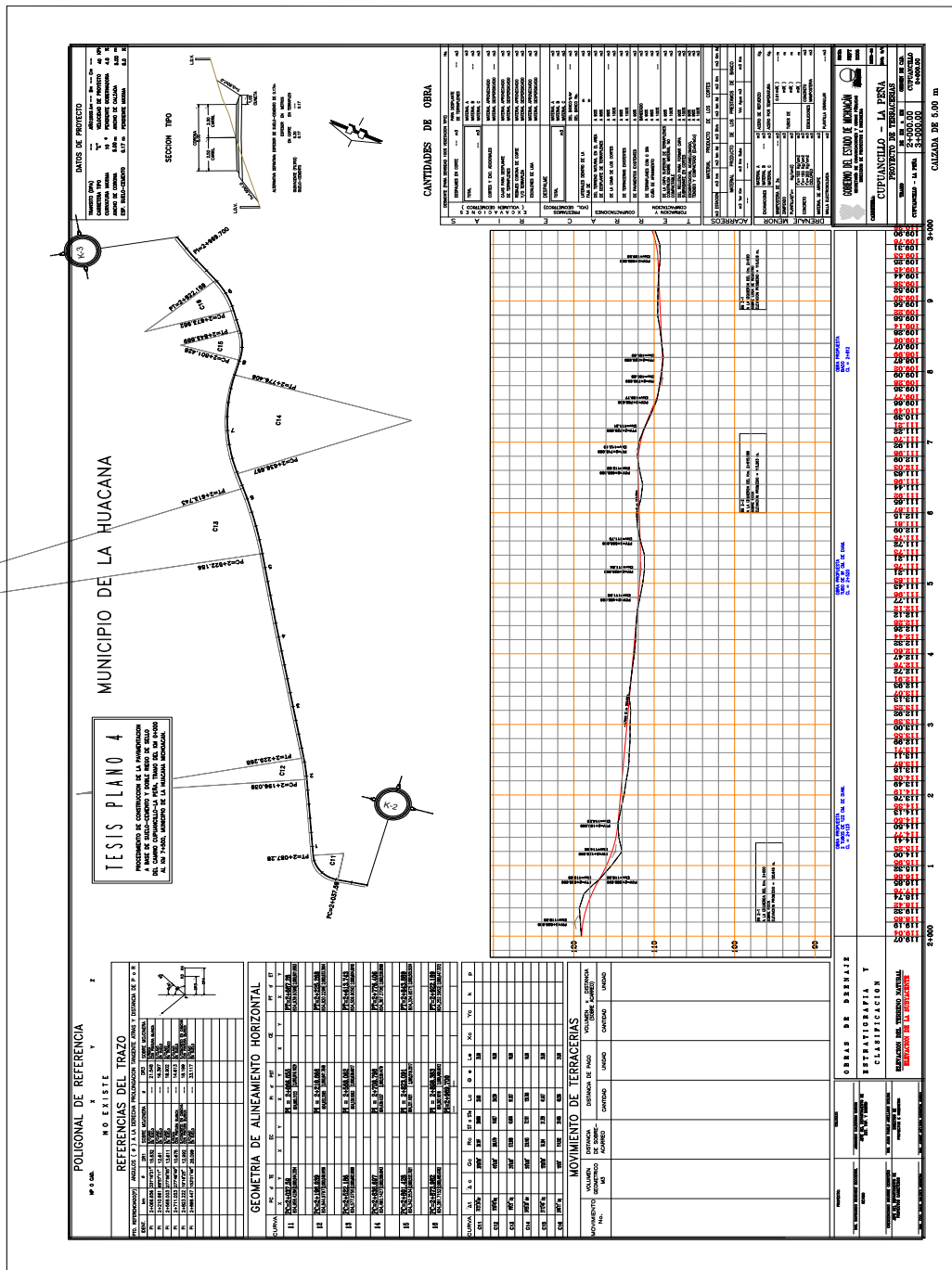




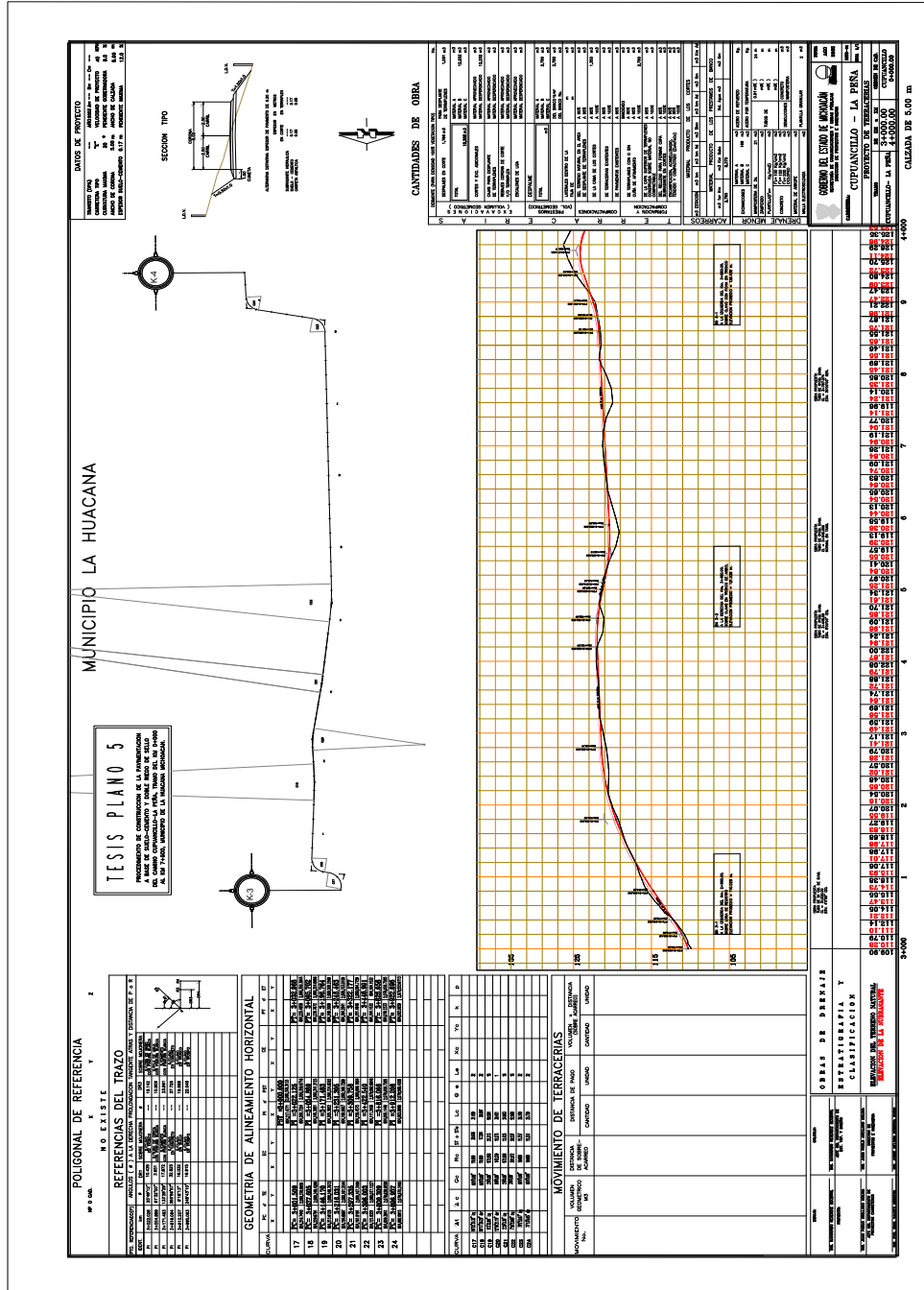




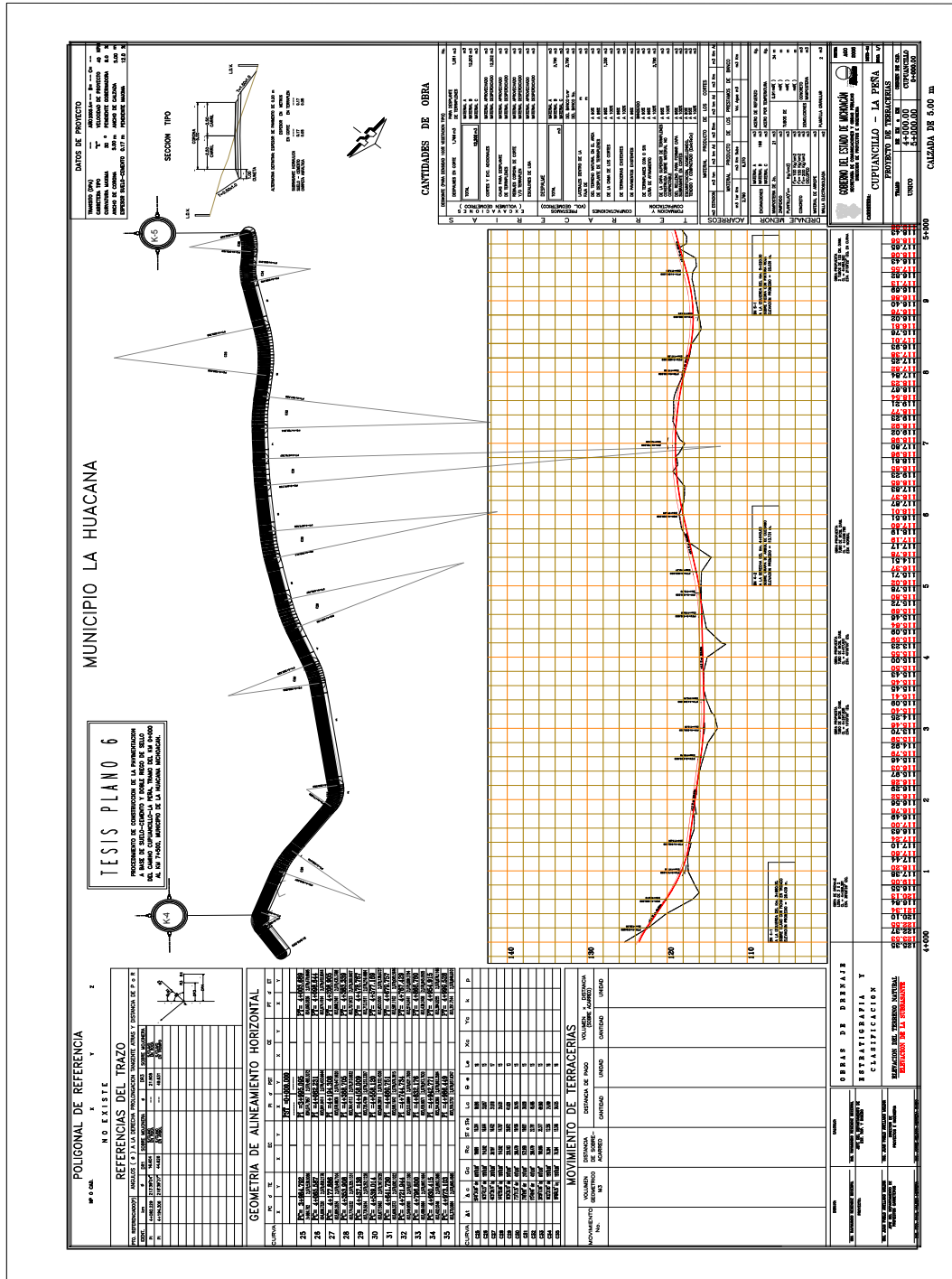
PLANO 4



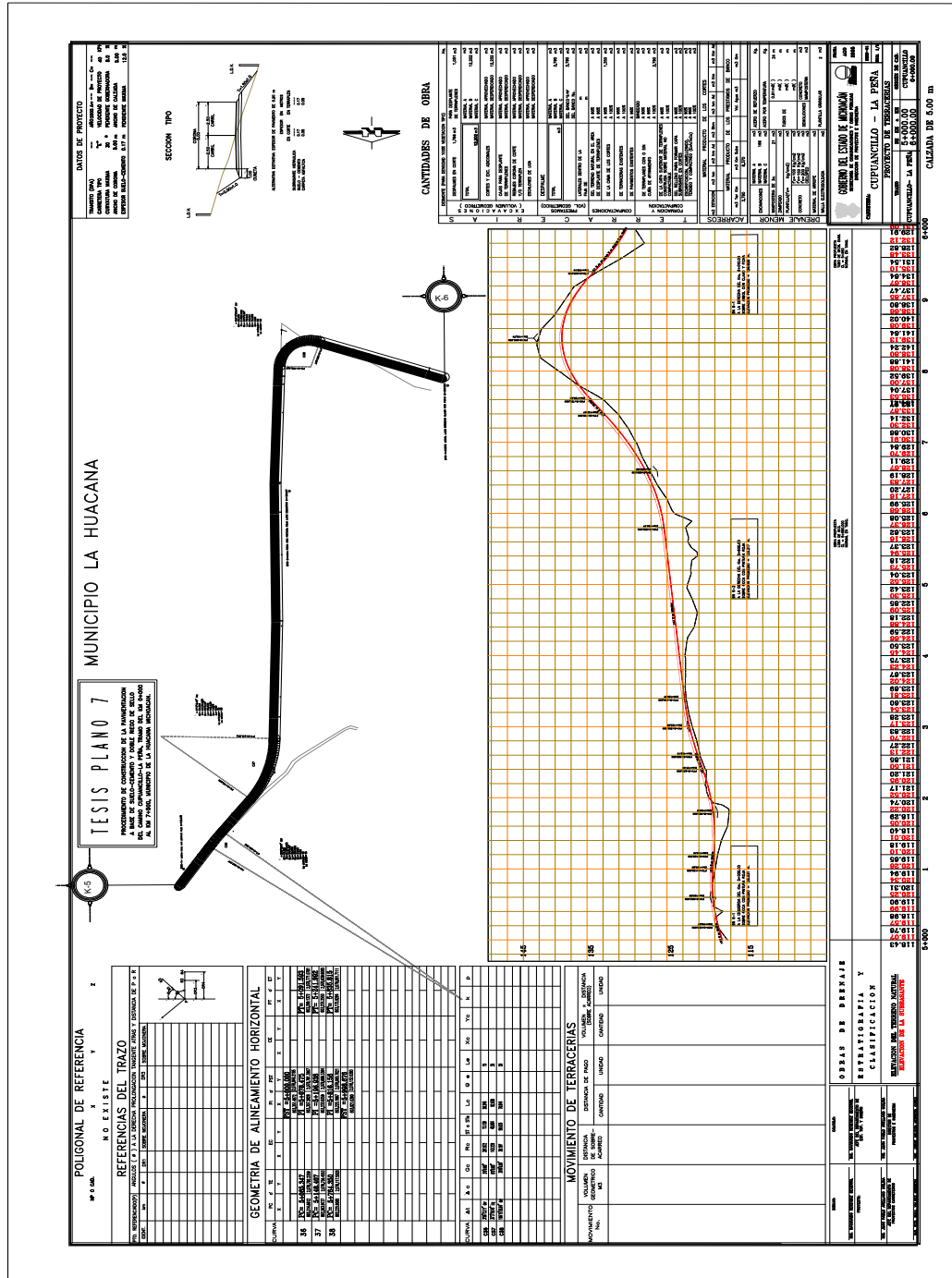
PLANO 5



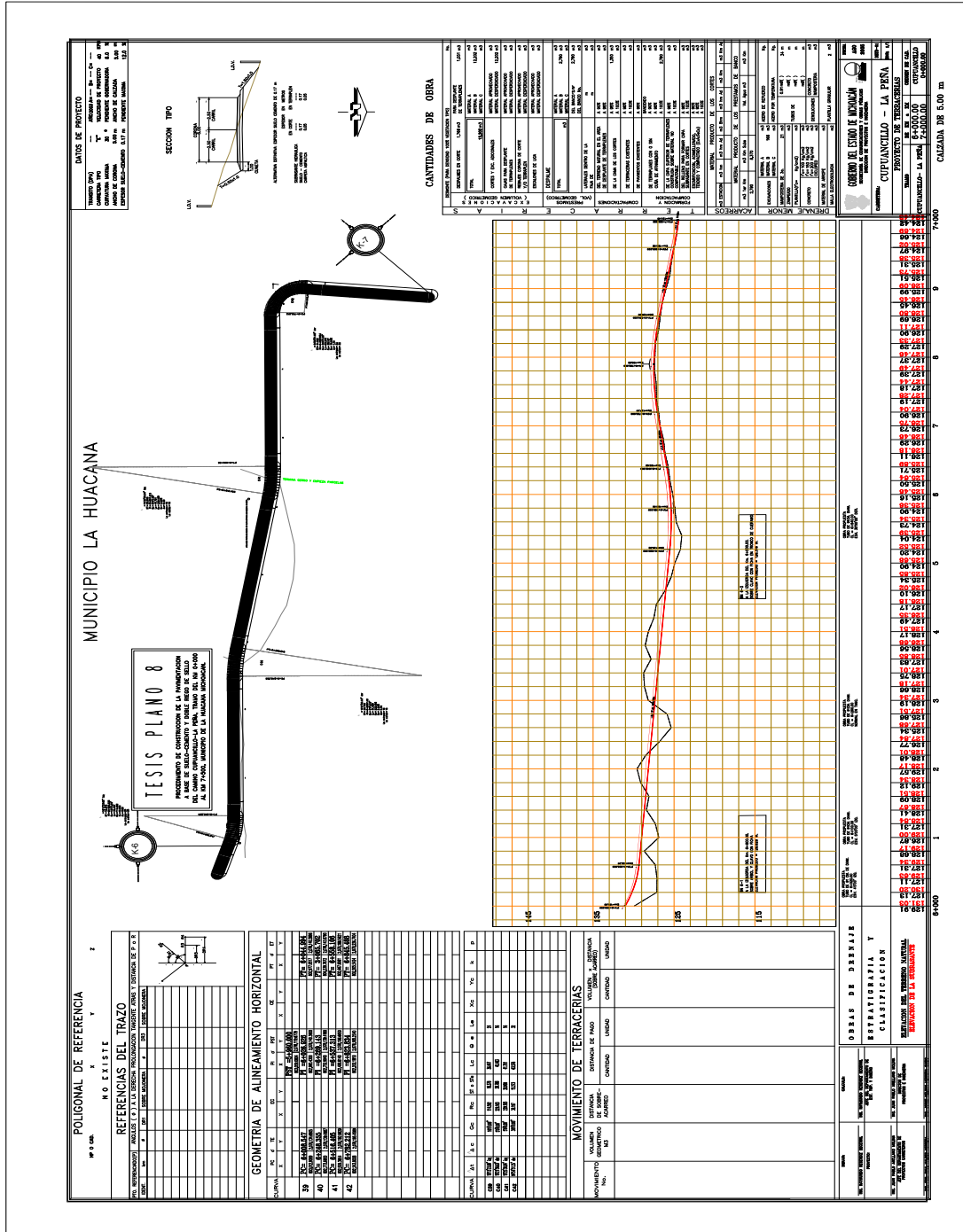
PLANO 6



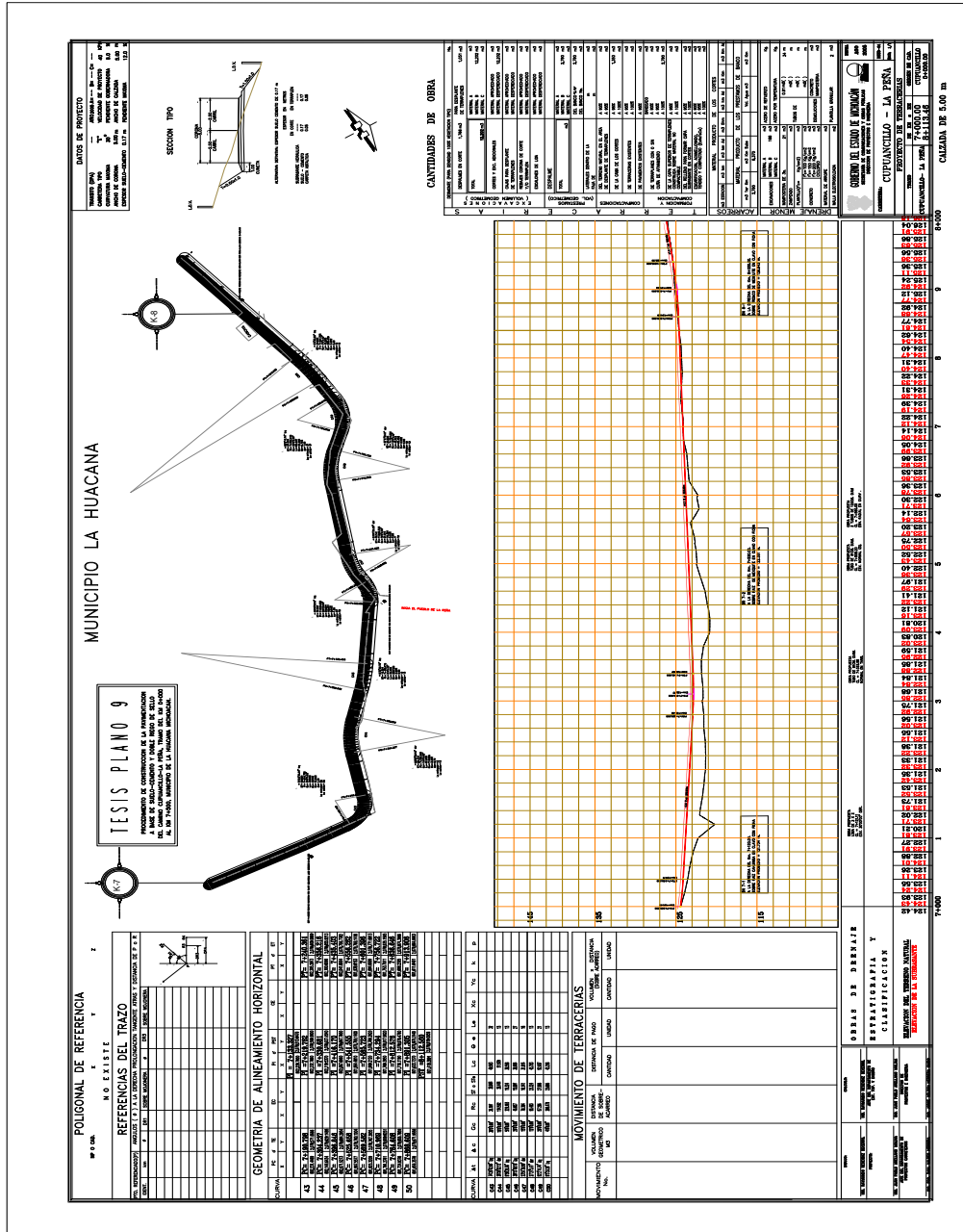
PLANO 7



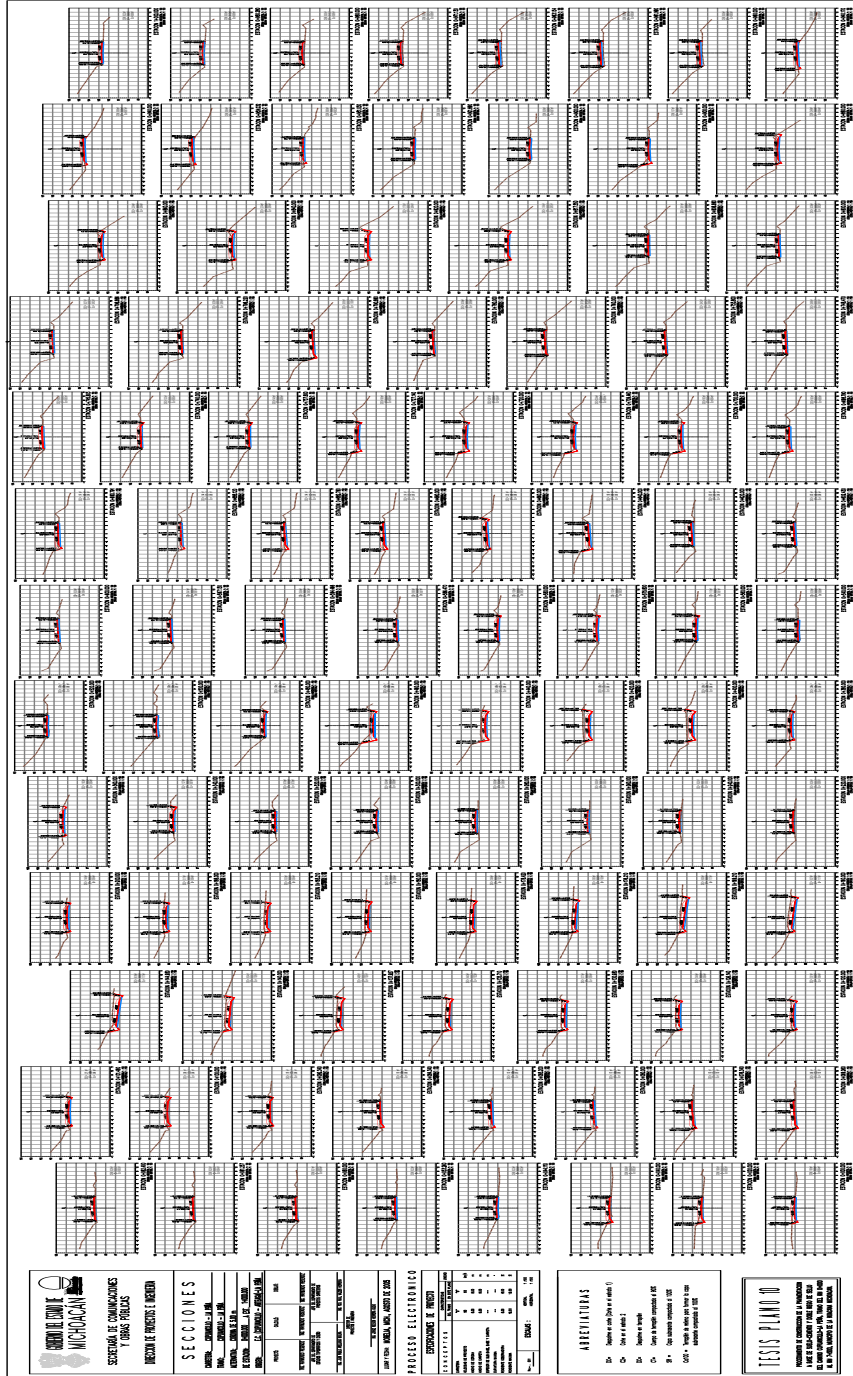
# PLANO 8



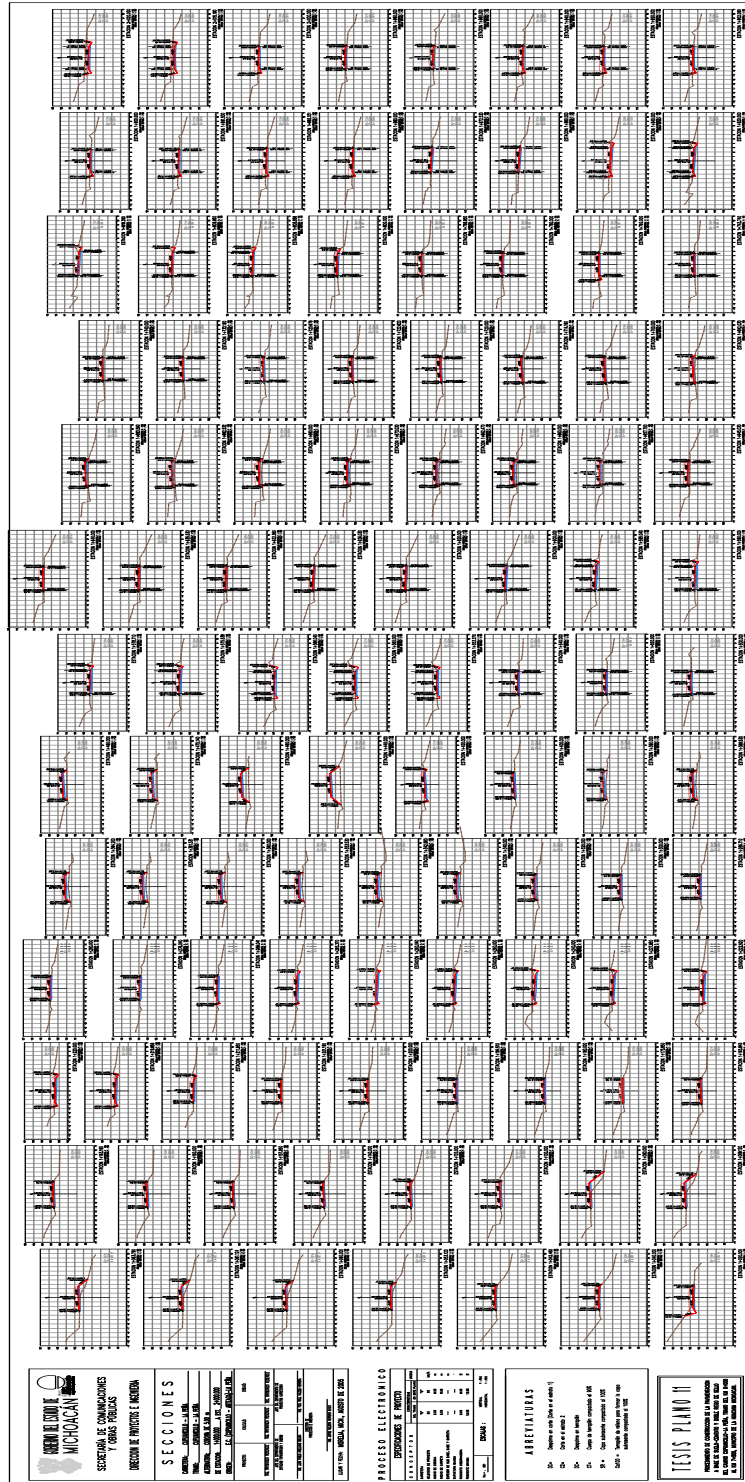
PLANO 9



PLANO 10

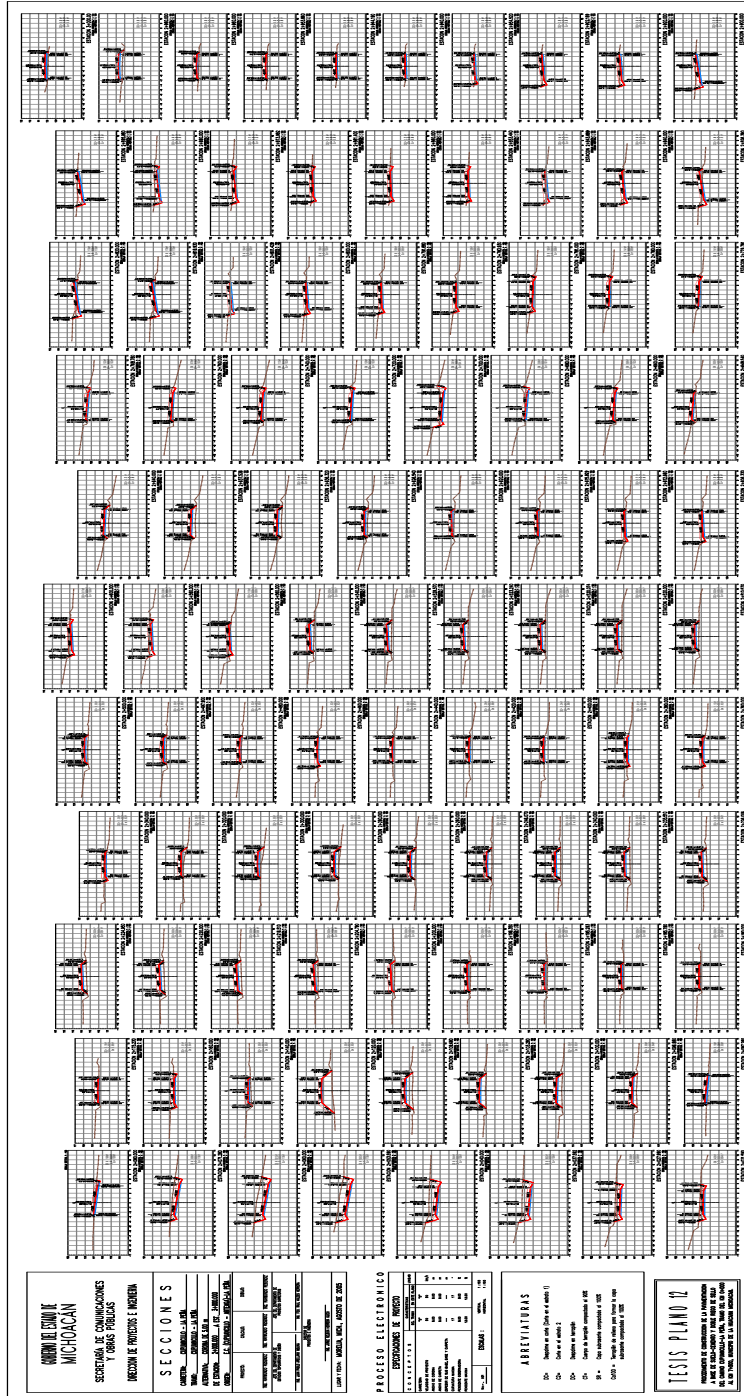


# PLANO 11

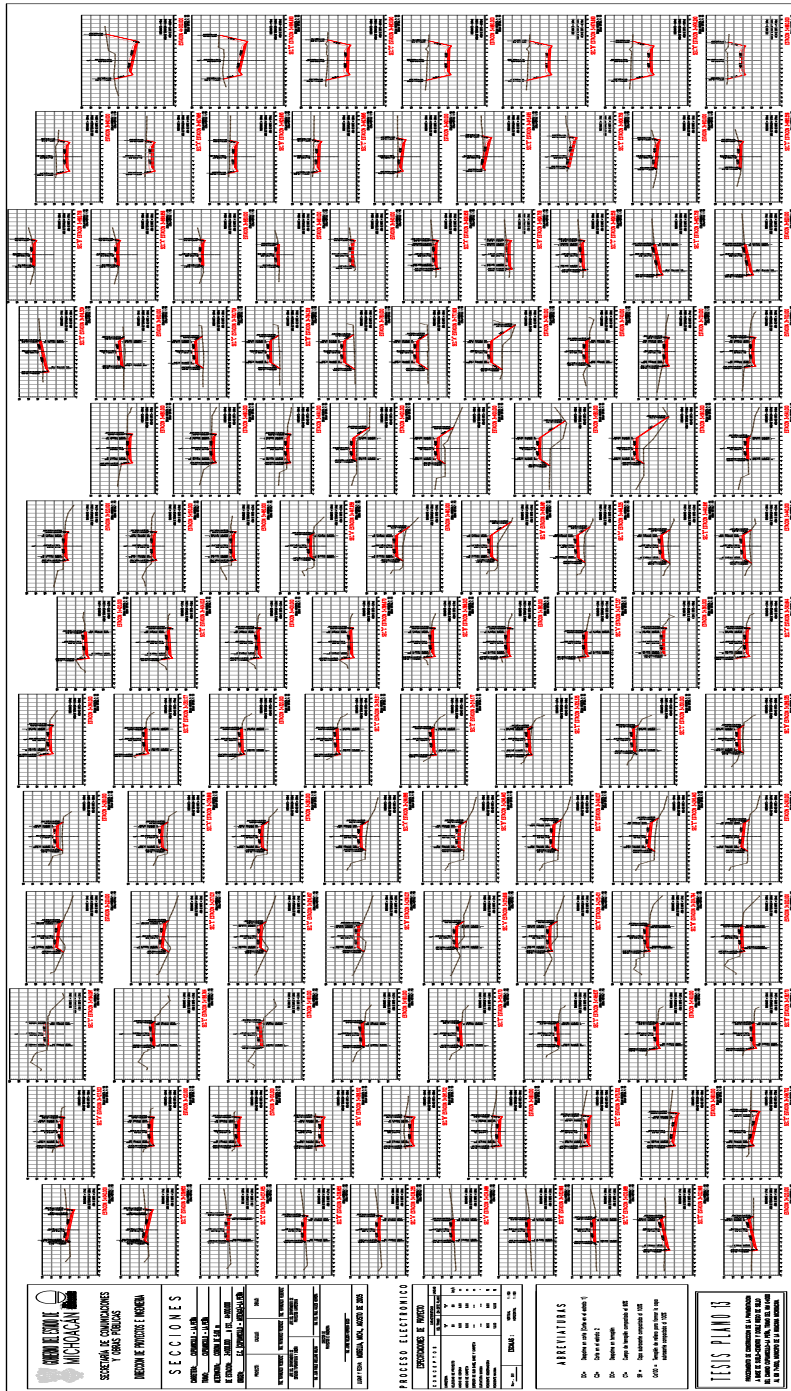




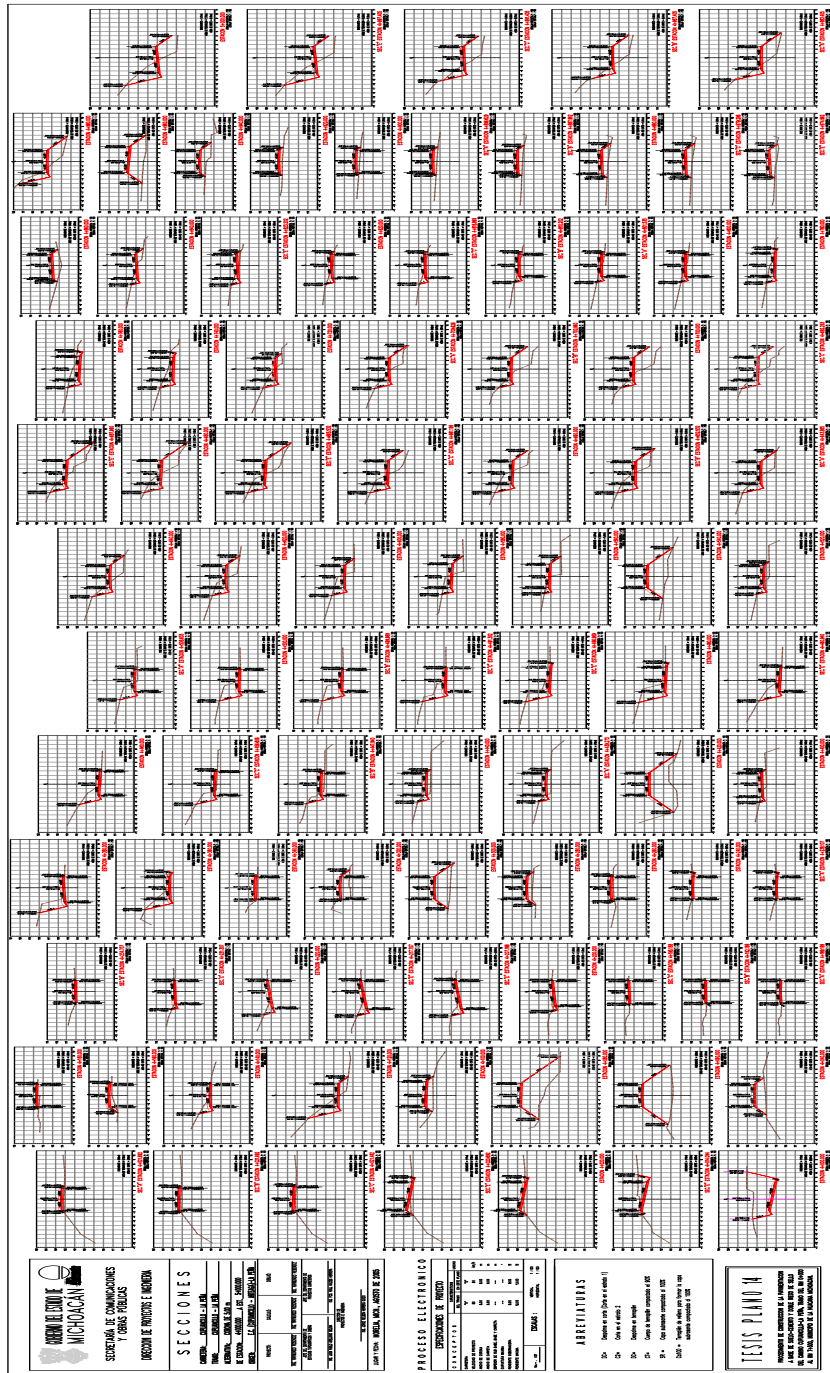
PLANO 12



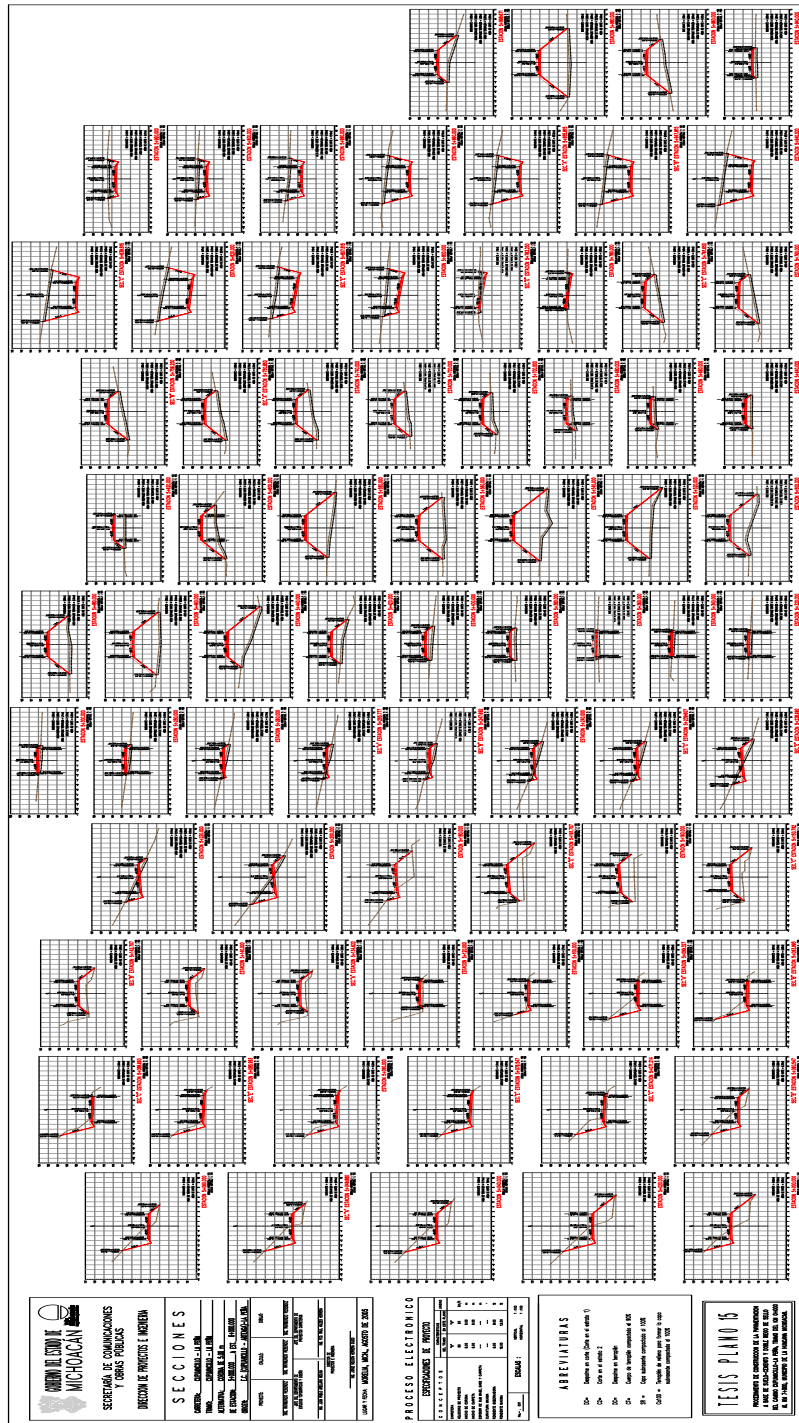
PLANO 13



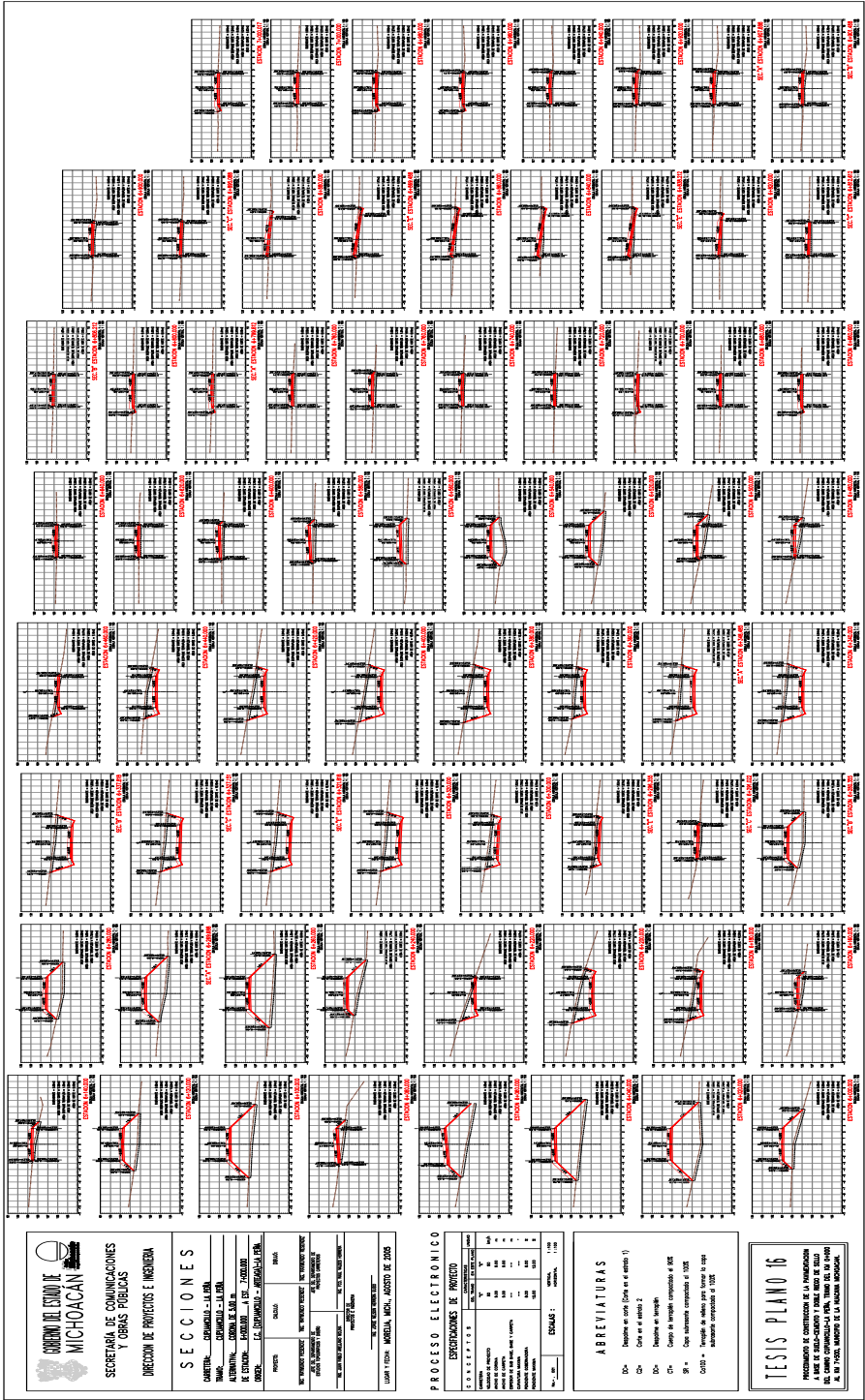
PLANO 14




PLANO 15



PLANO 16




**GOBIERNO DEL ESTADO DE MICHOACÁN**  
 SECRETARÍA DE COMUNICACIONES Y OBRAS PÚBLICAS  
 DIRECCIÓN DE PROYECTOS E INGENIERÍA

**SECCIONES**  
 CARRETERA: CUPUANCILLO-LA PEÑA  
 TRAMO: CUPUANCILLO-LA PEÑA  
 ALTERNATIVA: CARRERA DE SUELO A SUELO  
 OBSERVACIONES: C.C. CUPUANCILLO - PEÑASQUILA PERÚ

PROYECTO	FECHA
CONSTRUCCIÓN DEL TRAMO CARRERA DE SUELO A SUELO DE CUPUANCILLO A LA PEÑA	15/08/2015
REVISIÓN Y CORRECCIÓN DE DATOS	15/08/2015
REVISIÓN Y CORRECCIÓN DE DATOS	15/08/2015

ELABORÓ: J. GARCÍA / M. GARCÍA / M. GARCÍA  
 ESCALA: 1:100

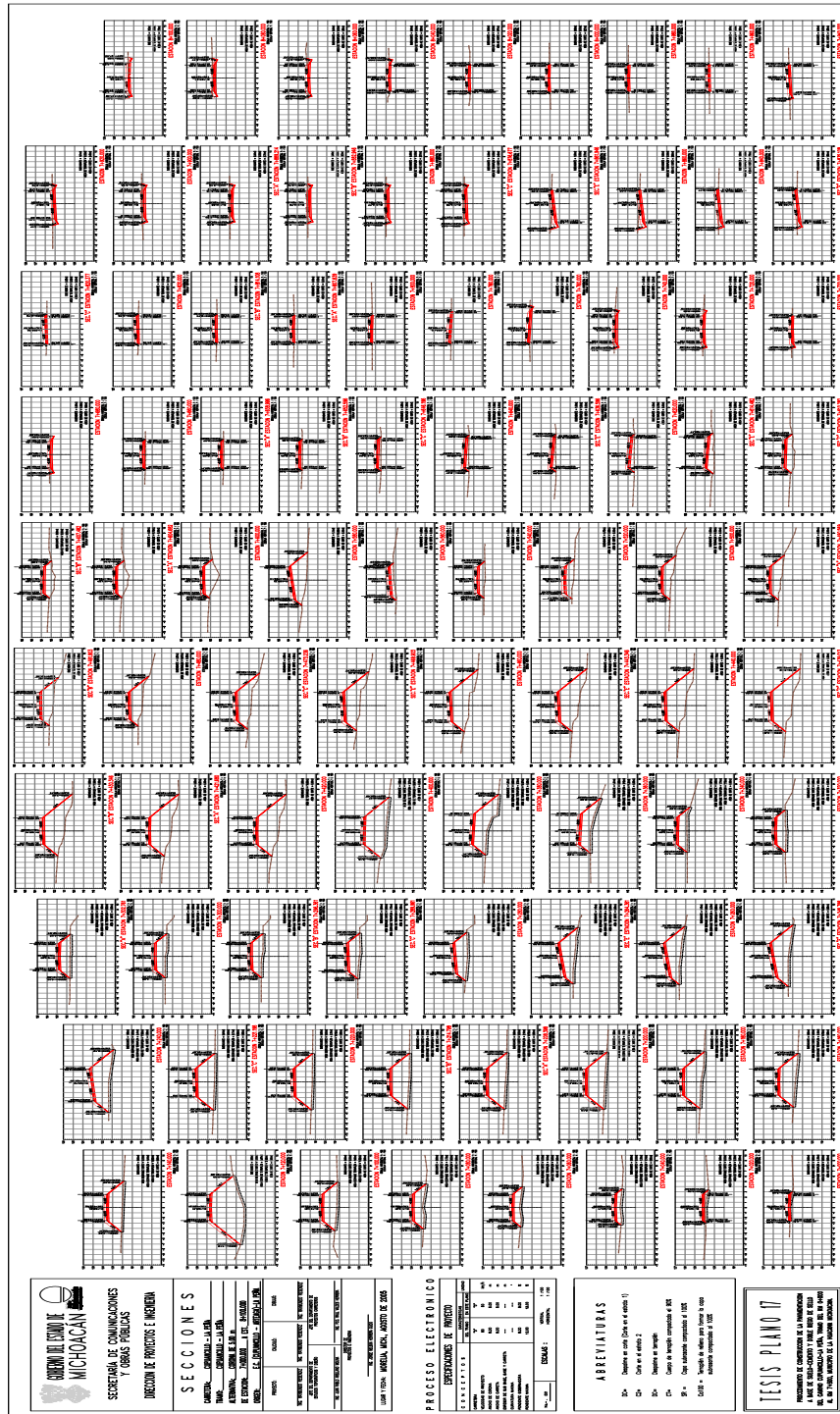
**PROCESO ELECTRONICO**  
**ESPECIFICACIONES DE PROYECTO**  
 CONSULTA: 15/08/2015  
 EMISIÓN: 15/08/2015

ESTADO	FECHA	ELABORADO POR	REVISADO POR
CONCEPTO	15/08/2015	J. GARCÍA	M. GARCÍA
DESARROLLO	15/08/2015	J. GARCÍA	M. GARCÍA
VALIDACIÓN	15/08/2015	J. GARCÍA	M. GARCÍA
REVISIÓN	15/08/2015	J. GARCÍA	M. GARCÍA
APROBACIÓN	15/08/2015	J. GARCÍA	M. GARCÍA

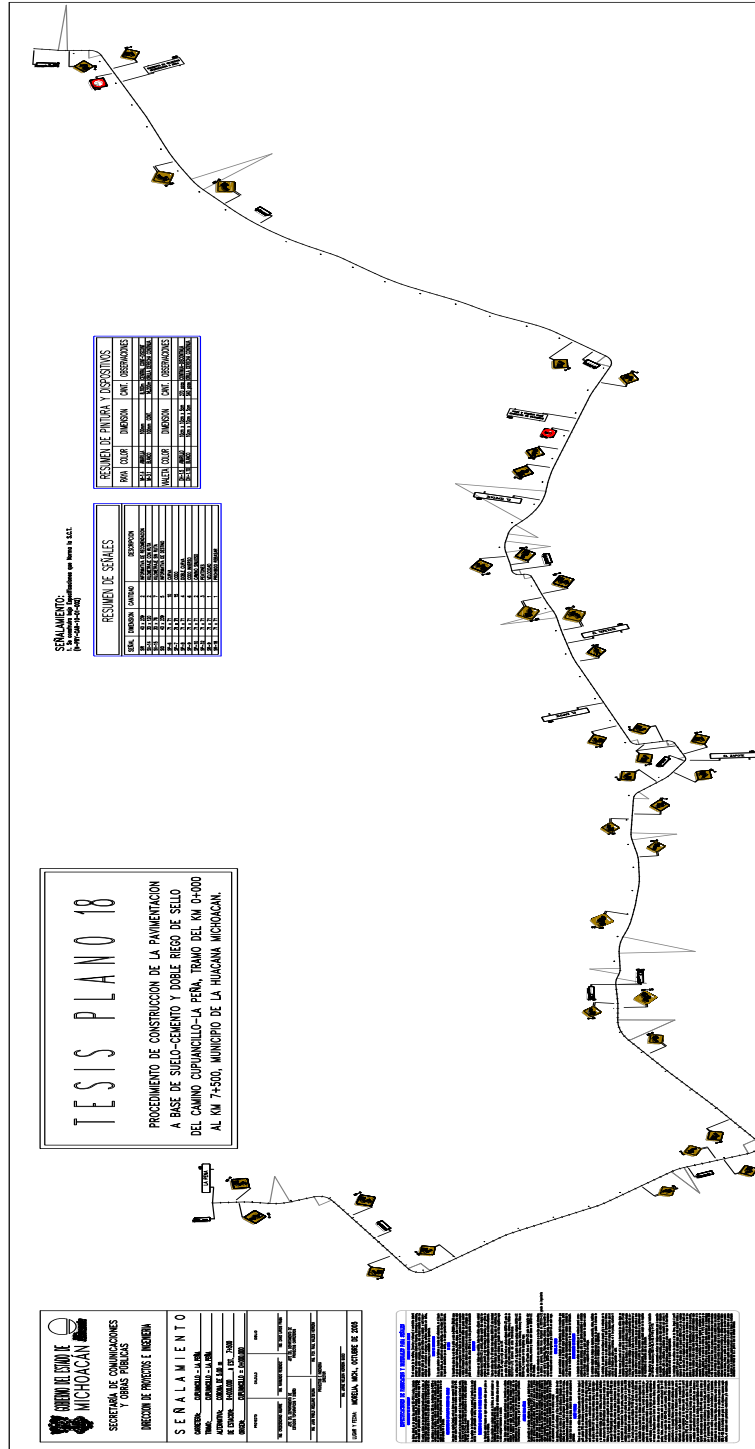
**ABREVIATURAS**  
 D= Espesor en centímetros (Cm) en el estado 1  
 C= Coeficiente de fricción  
 D= Espesor en milímetros  
 C= Coeficiente de fricción en el estado 2  
 S= Capa de sellado compuesta de SUELO  
 C= Capa de sellado compuesta de SUELO  
 C= Capa de sellado compuesta de SUELO  
 C= Capa de sellado compuesta de SUELO

**TESIS PLANO 16**  
 PROYECTO DE CONSTRUCCIÓN DE LA PAVIMENTACION A BASE DE SUELO-CEMENTO Y DOBLE RIEGO DE SELLO DEL CAMINO CUPUANCILLO-LA PEÑA, TRAMO DEL KM 0+000 AL 7+500, MUNICIPIO DE LA HUACANA, MICH.

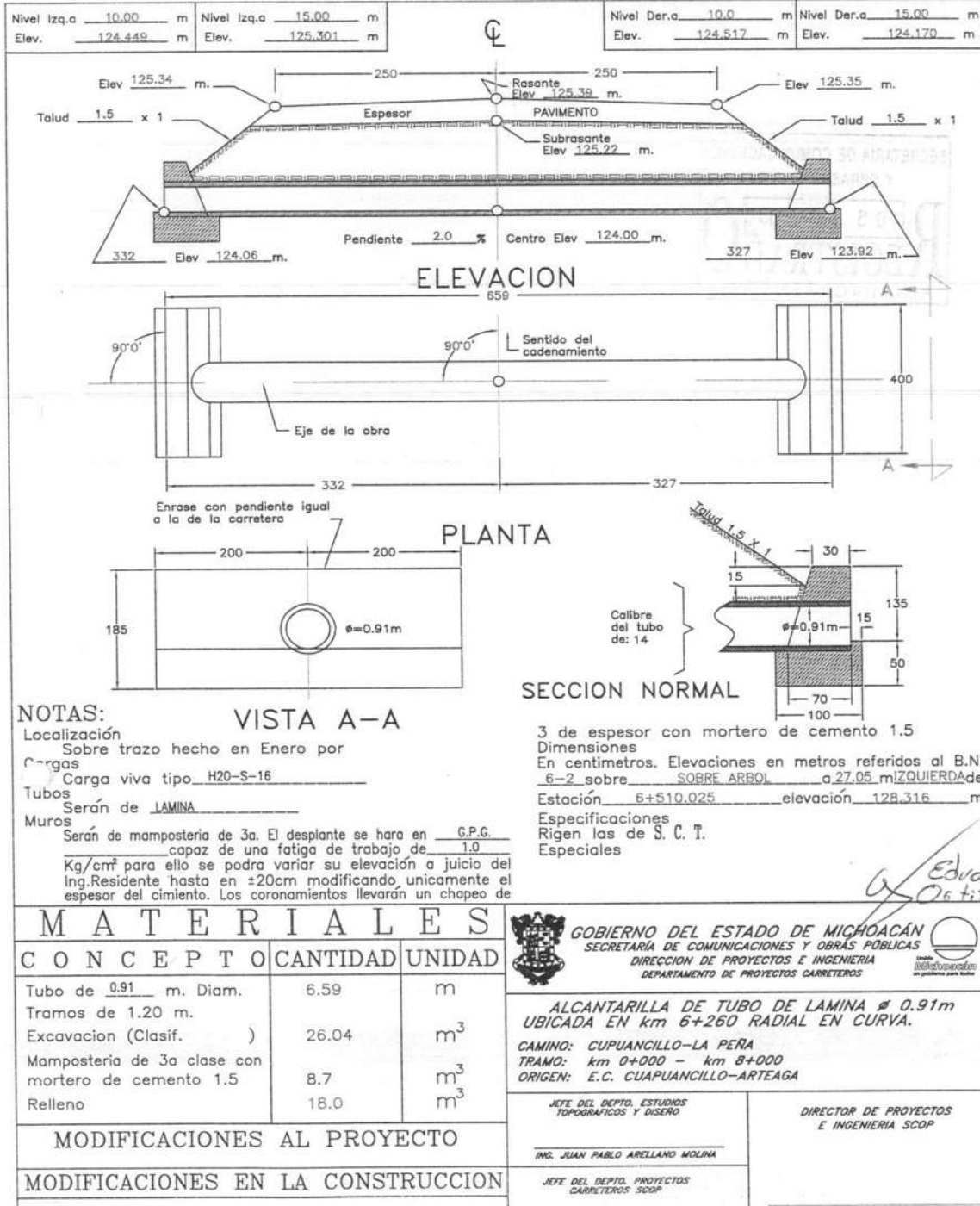
PLANO 17



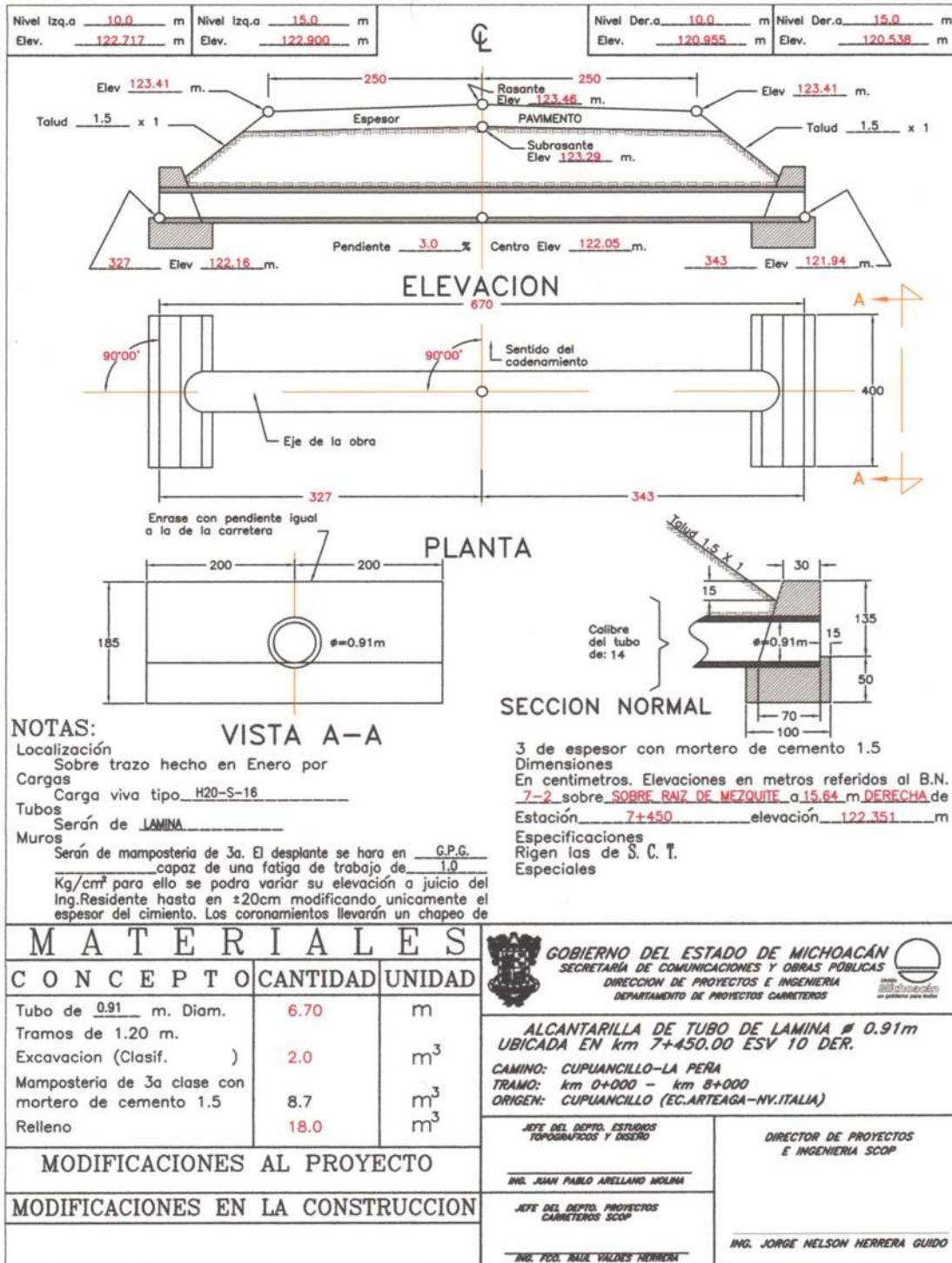
PLANO 18



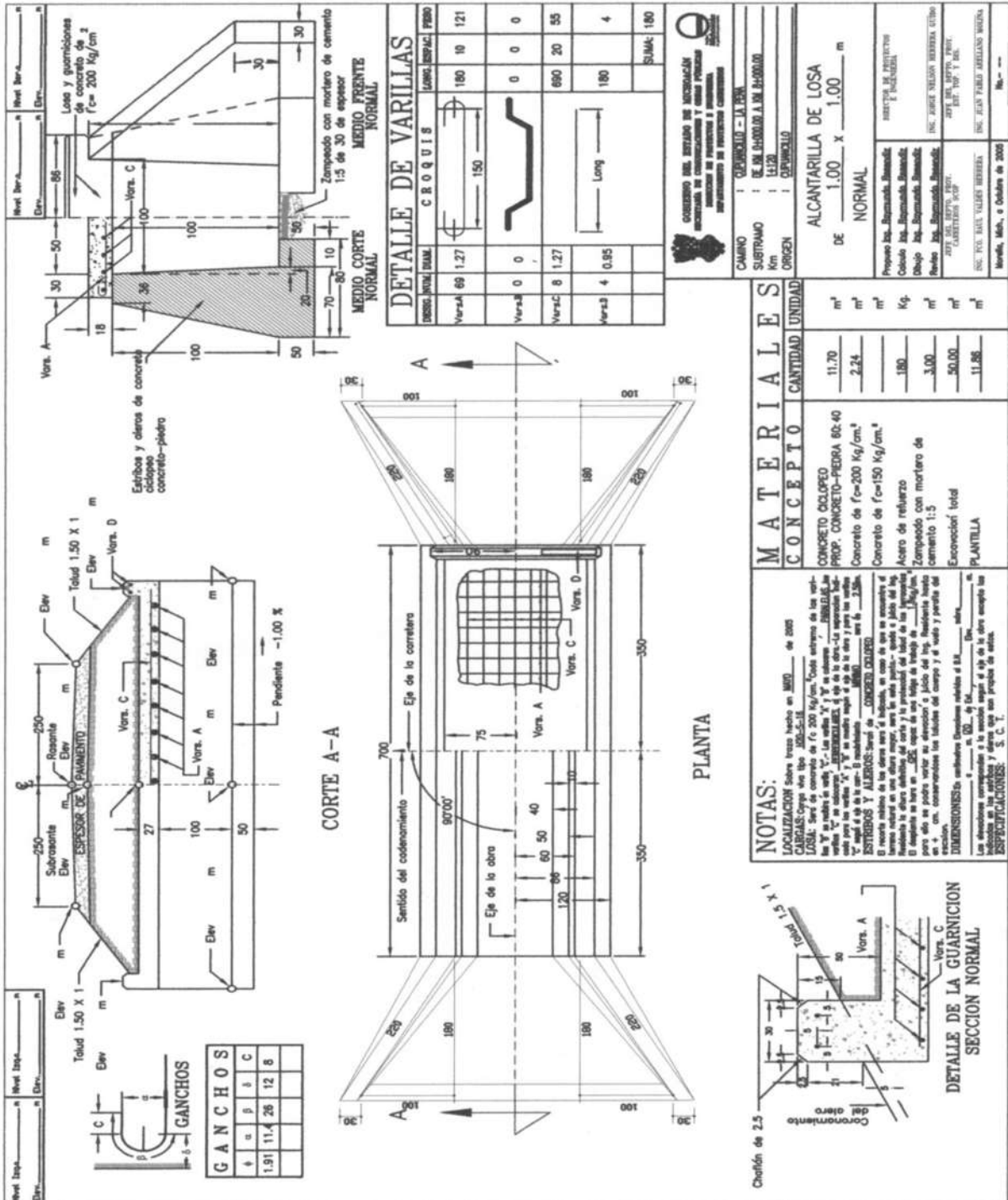
Se anexan dos alcantarillas de tubo, como ejemplo de las 15 construidas, lo que varia aparte de las cotas de nivel son la longitud.

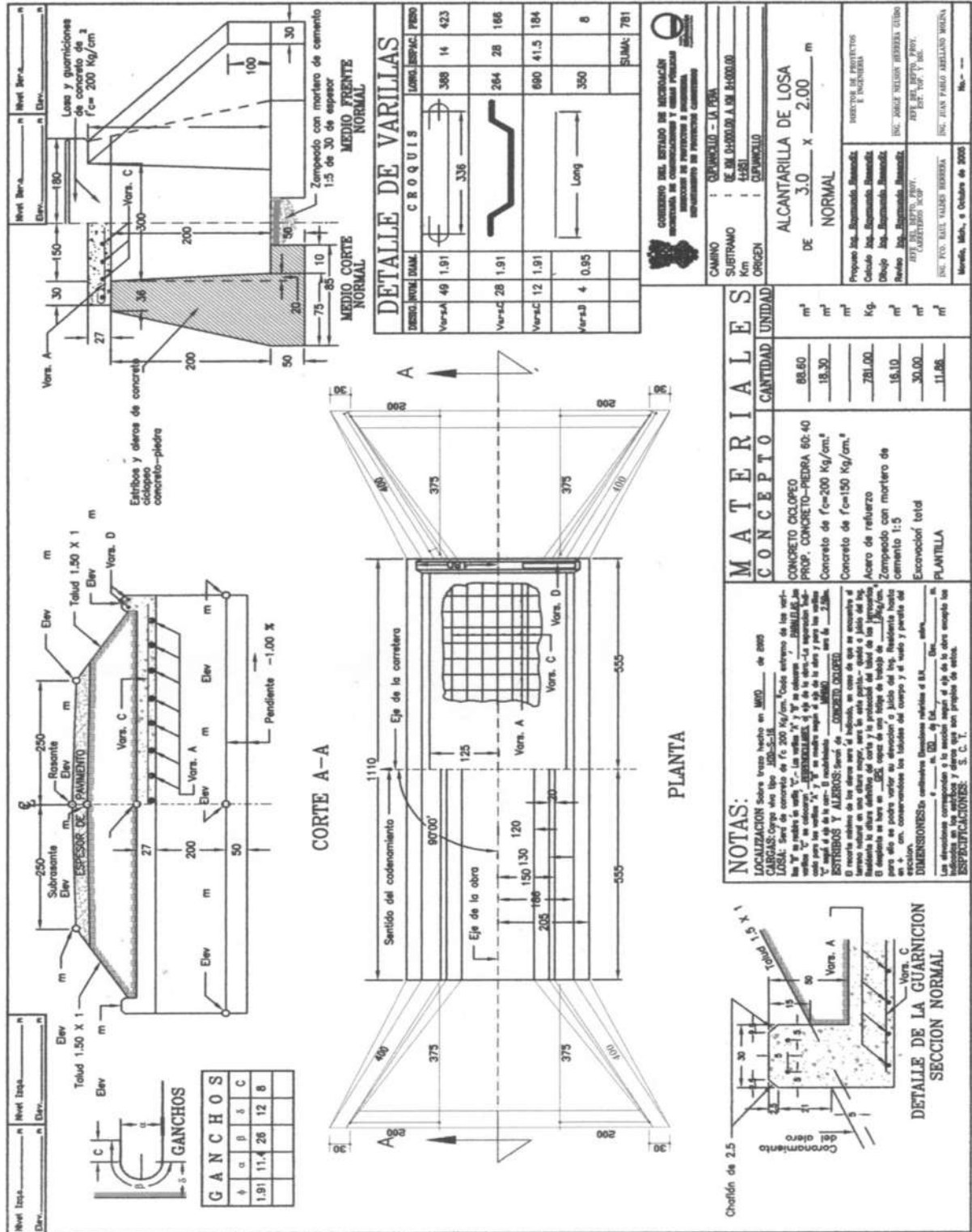


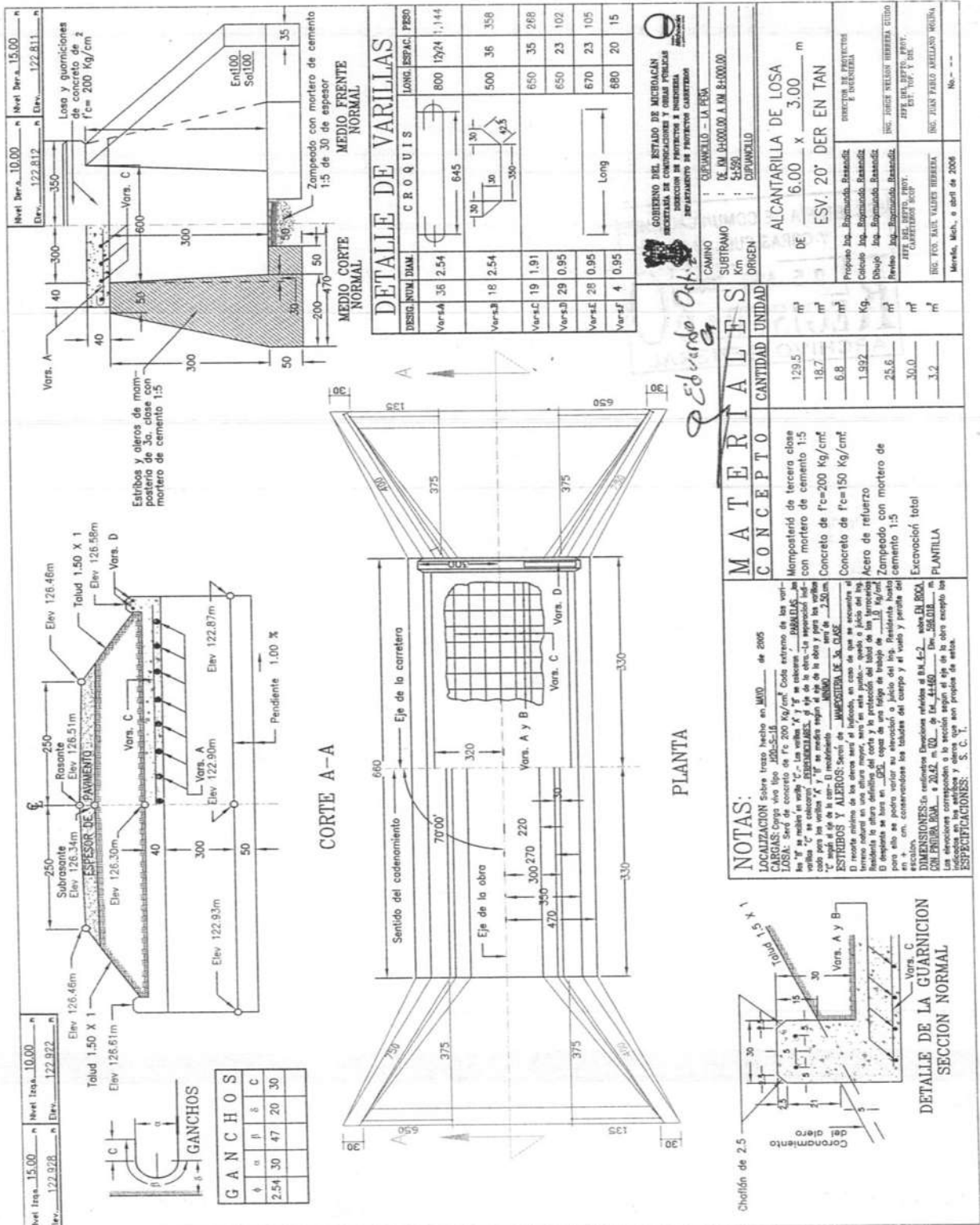


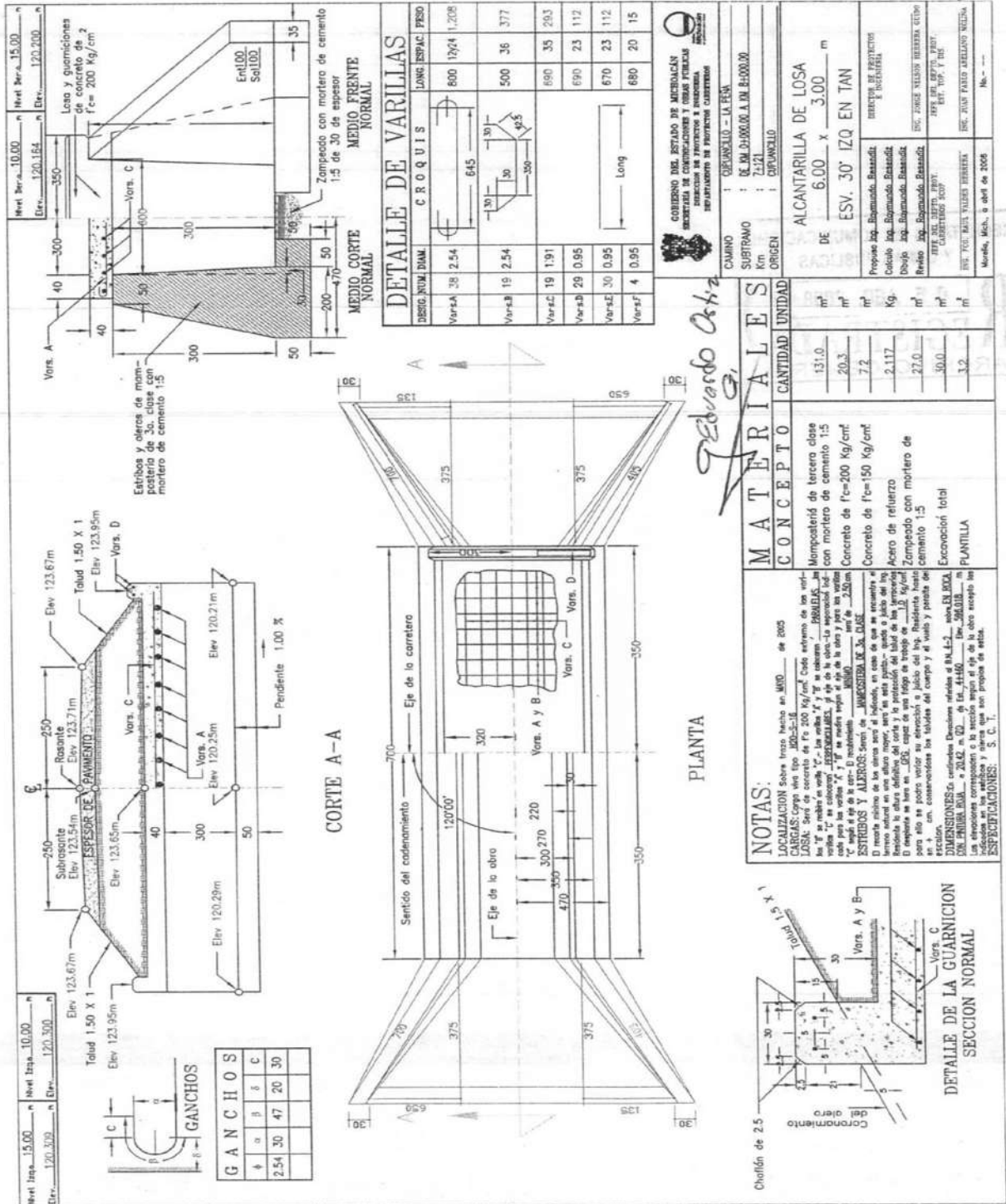


Se anexan cuatro alcantarillas de losa, por ser cuatro diferentes aunque se hallan construido 6 en total, tres fueron igual









## **VI.2) Anexos.**

- ANEXO 1 Solicitud de pavimentación de Camino, dirigida al Gobierno del estado por parte del C. Presidente Municipal de La Huacana, Mich.
- ANEXO 2 Caratula de Mecanismo de Coinversión SEPLADE, de la primera partida autorizada.
- ANEXO 3 Caratula de Mecanismo de Coinversión SEPLADE, de la segunda partida autorizada.
- ANEXO 4 Copia de nota de bitácora, especificando la dosificación de cemento autorizado para la elaboración de la mezcla Suelo-Cemento.
- ANEXO 5 Acta de Entrega-Recepción, Dependencia-Municipio.
- ANEXO 6 Resultados de pruebas de laboratorio.



**PRESIDENCIA MUNICIPAL**  
PORTAL ALLENDE No. 37  
TELS. 01 (425) 547.0022 Y 547.0478  
LA HUACANA, MICH.

**DEPENDENCIA: PRESIDENCIA MPAL.**  
**EXPEDIENTE: PM/SM/01.**  
**No. DE OFICIO: 095/2005.**

**ASUNTO:** Se solicita pavimentación de tramo carretero.

La Huacana, Mich., a 20 de agosto del 2005.

**ANTROP. LAZARO CARDENAS BATEL,**  
**GOBERNADOR CONSTITUCIONAL DEL ESTADO DE**  
**MICHOACAN DE OCAMPO.**  
**PRESENTE.**

Por este conducto me dirijo a Usted atentamente con la finalidad de solicitar la pavimentación del tramo carretero que comprende las localidades de La Peña de Cupuan-Potrerrillos de Rentería (Cupuancillo), cuya longitud es de 8.1 kilómetros.

Dicha obra resolvería la problemática de comunicación y de traslado de niños a las escuelas que existe entre estas comunidades y la localidad de Cupuán del Río; además de cumplir con el compromiso contraído por el Gobierno Estatal y Municipal con las comunidades de la región.

Agradeciendo de antemano su atención a la presente y en espera de una respuesta favorable a la misma, le envío un cordial saludo.

**ATENTAMENTE**  
**SUFRAGIO EFECTIVO, NO REELECCIÓN**



**H. AYUNTAMIENTO**  
**PRESIDENCIA MUNICIPAL**  
**2005-2007**  
**LA HUACANA, MICH.**

**BIÓL. MARIO M. ROMERO TINOCO**  
**PRESIDENTE MUNICIPAL**



MMRT/TVR/Vaa.

*Por un Municipio Sustentable*



**GOBIERNO DEL ESTADO DE MICHOACAN  
SEPLADE**



**DATOS GENERALES DEL PROYECTO**

TIPO DE INVERSION \_\_\_\_\_

NUMERO DE EXPEDIENTE \_\_\_\_\_

DEPENDENCIA	CLAVE	08
PROGRAMA		UB
SUBPROGRAMA		02
MUNICIPIO		035
LOCALIDAD		0189

DESCRIPCION  
SCOP - DIR. DE CONSTRUCCION DE CAMINOS  
CAMINOS RURALES  
CONSTRUCCION DE CAMINOS RURALES  
LA HUACANA  
CUPUANCILLO

NOMBRE Y DESCRIPCION DE LA OBRA:

PAVIMENTACION A BASE DE SUELO CEMENTO  
Y RIEGO DE SELLO DEL CAMINO  
CUPUANCILLO-LA PEÑA

**FUENTE DE FINANCIAMIENTO:**

INVERSION 2005	\$	2,160,000.00
ESTATAL	\$	2,160,000.00
FEDERAL	\$	
BENEFICIARIOS	\$	
MUNICIPIO	\$	
CREDITO	\$	

	100%
	100%

MODALIDAD DE EJECUCION  CONTRATO ( )

ADMINISTRACION ( X )

INICIO SEPTIEMBRE DEL 2005

TERMINO DICIEMBRE DEL 2005

METAS 3.5 KM

BENEFICIARIO: 1,850 PERSONAS

EMPLEOS FIJOS \_\_\_\_\_

EVENTUALES \_\_\_\_\_

FECHA DE ELABORACION: SEPTIEMBRE DEL 2005







**GOBIERNO DEL ESTADO DE MICHOACAN  
SEPLADE**



**DATOS GENERALES DEL PROYECTO**

<b>TIPO DE INVERSION</b>	_____	<b>NUMERO DE EXPEDIENTE</b>	_____
<b>DEPENDENCIA</b>	<b>CLAVE</b>	<b>DESCRIPCION</b>	
<b>PROGRAMA</b>	08	SCOP - DIR. DE CONSTRUCCION DE CAMINOS	
<b>SUBPROGRAMA</b>	UB	CAMINOS RURALES	
<b>MUNICIPIO</b>	02	CONSTRUCCION DE CAMINOS RURALES	
<b>LOCALIDAD</b>	035	LA HUACANA	
	0189	CUPUANCILLO	

**NOMBRE Y DESCRIPCION DE LA OBRA:** PAVIMENTACION A BASE DE SUELO CEMENTO Y RIEGO DE SELLO DEL CAMINO CUPUANCILLO-LA PEÑA (AMPLIACION) TRAMO DEL KM 3+500 AL 7+500


**FUENTE DE FINANCIAMIENTO:**

INVERSION 2005	\$ 2,840,000.00	100%
ESTATAL	\$ 2,840,000.00	100%
FEDERAL	\$ _____	
BENEFICIARIOS	\$ _____	
MUNICIPIO	\$ _____	
CREDITO	\$ _____	


<b>MODALIDAD DE EJECUCION</b>	CONTRATO ( )	ADMINISTRACION ( X )	
<b>INICIO</b>	NOVIEMBRE DEL 2005	<b>TERMINO</b>	DICIEMBRE DEL 2005
<b>METAS</b>	4.0 KM	<b>BENEFICIARIOS</b>	1,850 PERSONAS
<b>EMPLEOS FIJOS</b>	_____	<b>EVENTUALES</b>	_____

**FECHA DE ELABORACION:** NOVIEMBRE DEL 2005

Nota de bitácora mostrando la dosificación de cemento que se autorizo para la mezcla Suelo-Cemento.por parte del departamento de control de calidad de SCOP.



GOBIERNO DEL ESTADO DE MICHOACAN  
SECRETARIA DE COMUNICACIONES Y OBRAS PUBLICAS  
DIRECCION DE CONSTRUCCION DE CAMINOS



DIRECCION CONSTRUCCION DE CAMINOS  
 CONTRATO No. ADMINISTRACION FOLIO No. 000005

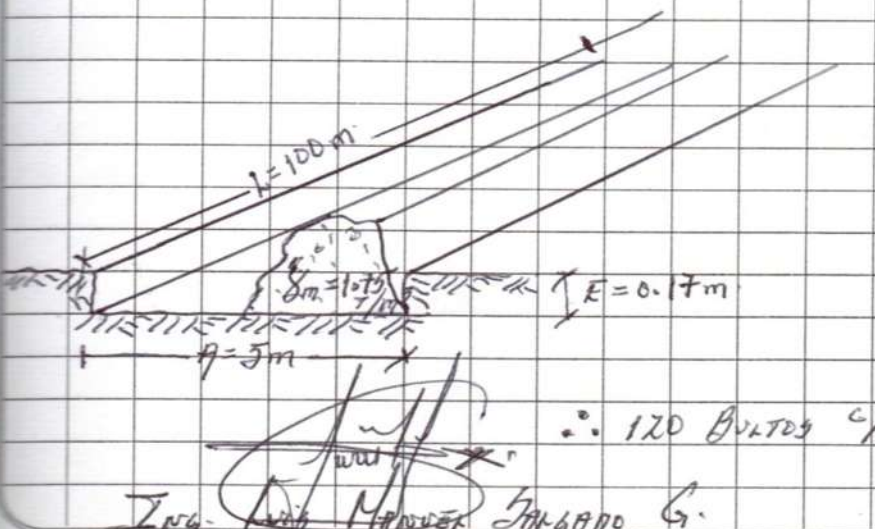
Nota No. 5 16/SEP/05

REVISADO

06 JUN. 2006

DEPTO. DE OBRA PUBLICA ESTATAL

Con esta fecha, el Ing. Omar Juárez Gutiérrez, Encargado de las Aplicaciones de Cemento en Vías Terrestres del Departamento de Pavimentos de Cemex México, nos hizo llegar de manera económica en Borrador el procedimiento constructivo del pavimento a base de suelo-cemento del camino Cupuancillo - La Peña, así como el proporcionamiento del cemento a utilizar, de acuerdo al análisis que hizo a los resultados de las pruebas de laboratorio realizadas por parte de la SCOP, recomendando un porcentaje de cemento del 4% del volumen de material de suelo por tratar, que en síntesis se trata de escaificar 17 cm. de suelo con un ancho de 5 mts. y para empezar en una longitud de 100 mts, realizando el cálculo siguiente:



$$\gamma_m = 1.75 \text{ ton/m}^3$$

$$Vol = a \times E \times L$$

$$= 5 \times 0.17 \times 100$$

$$= 85 \text{ m}^3$$

$$\gamma = \frac{m}{Vol.}$$

$$m = \gamma \times Vol.$$

$$= 1.75 \times 85 (0.04)$$

$$= 5.95 \text{ ton. CEMENT.}$$

∴ 120 Bultos c/100m. → @ = 80 cm.

Ing. Omar Juárez Gutiérrez  
RESIDENTE

Copia del acta entrega-recepción de la obra entre Dependencia-Municipio.



2002-2008

**Secretaría de Comunicaciones y Obras Públicas**  
**Gobierno del Estado de Michoacán**



DIRECCIÓN DE CONSTRUCCIÓN DE CAMINOS

**ACTA DE ENTREGA- RECEPCIÓN DE OBRA PÚBLICA**  
OBRA POR ADMINISTRACIÓN ESTATAL

AYUNTAMIENTO  
OBRAS PÚBLICAS  
2005-2009  
LA HUACANA, MICHOACÁN

Acta que se elabora a efecto de dar cumplimiento a lo ordenado por los artículos 49 y 50 de la Ley de Obras Públicas del Estado de Michoacán de Ocampo y de sus Municipios, y mediante la cual se hace constar la entrega-recepción de los trabajos relativos a la Obra: PAVIMENTACION A BASE DE SUELO CEMENTO Y RIEGO DE SELLO DEL CAMINO CUPUANCILLO-LA PEÑA, EN LA LOCALIDAD DE CUPUANCILLO, MUNICIPIO DE LA HUACANA, ESTADO DE MICHOACÁN, que hace la Secretaría de Comunicaciones y Obras Públicas, a través de la Dirección de Construcción de Caminos, al Ayuntamiento de La Huacana, Michoacán.

**I.- LUGAR, FECHA Y HORA:** En la Población de Cupuancillo, Mich., siendo las 12:00 Hrs. Del día 22 de Noviembre de 2006, en el sitio de los trabajos motivo de la Obra Pública que se detalla en el apartado de Antecedentes de la presente Acta.

**II.- ASISTENTES Y CARÁCTER CON QUE INTERVIENEN:** Por la Secretaría de Comunicaciones y Obras Públicas, los C.C. Ings. Miguel Ángel Liera Flores, Director de Construcción de Caminos, Antonio Espinoza Mandujano, Jefe del Departamento de Construcción y Supervisión de Caminos y Eduardo Ortiz González, Residente de Obra, y por el Ayuntamiento de La Huacana, Mich., el C. Biólogo Mario Manuel Romero Tinoco, en su carácter de Presidente Municipal, y la Arq. Metzamany Calderón Castro, en su carácter de Director de Urbanística del Municipio

**III.- DESCRIPCIÓN DE LA OBRA Y ANTECEDENTES:**

**ANTECEDENTES:**

Para cubrir las erogaciones derivadas de la obra correspondiente, la Secretaría de Planeación y Desarrollo Estatal, autorizó la inversión correspondiente mediante oficio N° AI014326/05 de fecha 28 de Octubre del año 2005, por un monto de \$2'160,000.00 y ampliación de recursos al mismo numero de oficio de fecha 11 de Noviembre de 2005 por un monto total de \$ 2'840,000.00, dando un total de \$ 5'000,000.00 (Cinco Millones de Pesos 00/100 M.N.).



**Secretaría de Comunicaciones y Obras Públicas**  
**Gobierno del Estado de Michoacán**



2002-2008


Construcción de Caminos, Antonio Espinoza Mandujano, Jefe del Departamento de Construcción y Supervisión de Caminos y Eduardo Ortiz González, Residente de Obra, realicen la formal entrega de la Obra para su operación y mantenimiento posterior al Ayuntamiento de La Huacana, Michoacán, representado por el C. Biólogo Mario Manuel Romero Tinoco, Presidente Municipal del mismo y la Arq. Metzamany Calderón Castro, en su carácter de Director de Urbanística del Municipio

Una vez efectuado el recorrido y verificación física de los trabajos y encontrándolos en condiciones aceptables de calidad, de acuerdo a las normas y especificaciones técnicas aplicables, el H. Ayuntamiento, las recibe para su operación y mantenimiento posterior.

V.- CIERRE DEL ACTA: Siendo las 14:00 horas del día 22 de Noviembre de 2006, se dio por terminada la presente, firmando previa lectura y ratificación los que intervienen.

**INTERVIENEN:**

POR LA SECRETARIA DE COMUNICACIONES Y OBRAS PÚBLICAS


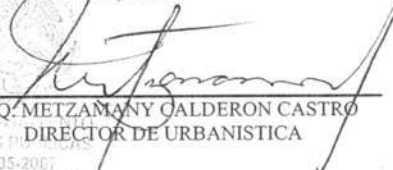
  
ING. MIGUEL ANGEL LIERA FLORES  
DIRECTOR DE CONSTRUCCION DE CAMINOS

  
ING. ANTONIO ESPINOZA MANDUJANO  
JEFE DEL DEPTO DE CONSTRUCCION

  
ING. EDUARDO ORTIZ GONZALEZ  
RESIDENTE DE OBRA

POR EL AYUNTAMIENTO DE LA HUACANA, MICH

  
  
BIOLOGO MARIO MANUEL ROMERO TINOCO  
PRESIDENTE MUNICIPAL DE LA HUACANA

  
  
ARQ. METZAMANY CALDERON CASTRO  
DIRECTOR DE URBANISTICA

Resultados de las pruebas de laboratorio que se llevaron a cabo por parte del Departamento de Control de Calidad de la SCOP, en esta obra.

**GOBIERNO DEL ESTADO DE MICHOACÁN**  
**SECRETARÍA DE COMUNICACIONES Y OBRAS PÚBLICAS**  
**DEPARTAMENTO DE ANÁLISIS DE MATERIALES**

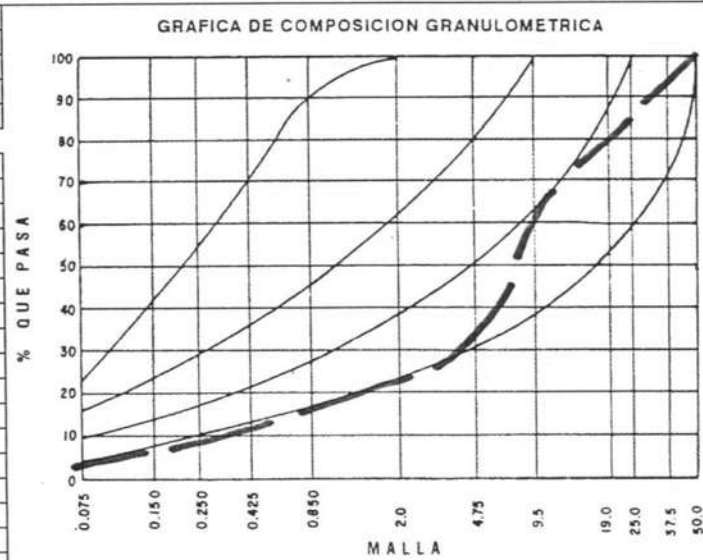


**INFORME DE ENSAYE EN MATERIALES PARA SUB-BASE Y BASE**

OBRA: Pavimentación del Camino Cupuancillo-La Peña	ENSAYE N° 1809/1812
LOCALIZACION: Municipio de La Huacana, Mich.	FECHA DE RECIBO: Julio 06 DEL 2006
	FECHA DE INFORME: Agosto 02 DEL 2006

DATOS DEL MUESTREO	MATERIAL PARA CAPA DE BASE	CAPA SUELO- CEMENTO XX
	DESCRIPCION PETROGRAFICA DEL MATERIAL	Grava arena de rio con cemento portland
	CLASE DE DEPOSITO MUESTREADO	Material acamellonado en km. 4+700 sub-tramo km. 4+540-4+900
	TRATAMIENTO PREVIO AL MUESTREO	Mezclado
UBICACIÓN DEL BANCO		

P.E. SECO SUELTO kg/m3	1622
P.E.S. MAXIMO kg/m3	2141
HUMEDAD OPTIMA %	8.5
P.E. DEL LUGAR kg/m3	
HUMEDAD DEL LUGAR %	



COMPOSICION GRANULOMETRICA	MALLA % RETENIDO	
	T.M	2 1/2"
EN 50 0	13.5	
EN 37.5		
	MALLA	% QUE PASA
	50 0	100
	37.5	94
	25.0	83
	19.0	79
	9.5	64
	4.75	28
	2.00	22
	0.850	17
	0.425	10
	0.250	7
	0.150	5
	0.075	3

V.R.S (ESTANDAR) %	80.5
EXPANSIÓN %	0.22
VALOR CEMENTANTE kg/cm2	
EQUIVALENTE DE ARENA %	68.6

PRUEBAS EN MAT. MAYOR QUE LA MALLA N° 9.5	
ABSORCION %	1.4
DENSIDAD	2.8
DURABILIDAD	

**PRUEBAS SOBRE MATERIAL TAMIZADO POR LA MALLA N° 0.425**

LIMITE LIQUIDO %	33
LIMITE PLASTICO %	NO PLASTICO
INDICE PLASTICO %	NO PLASTICO

EQUIV HUM DE CAMPO %	
CONTRACCION LINEAL %	0.3
CLASIFICACION S.U.C.S	*GP*

**OBSERVACIONES Y RECOMENDACIONES:**  
 El material ensayado presenta características físicas aceptables para capa suelo-cemento.

*Francisco Méndez Ortiz*  
 FRANCISCO MENDOZ ORTIZ  
 LABORATORISTA

T.P. JUAN VICTOR JASSO RODRIGUEZ  
 JEFE DE LABORATORIO

*Ing. Eduardo García Ornela*  
 ING. EDUARDO GARCIA ORNELA  
 JEFE DE DEPARTAMENTO

**GOBIERNO DEL ESTADO DE MICHOACÁN**  
 SECRETARIA DE COMUNICACIONES Y OBRAS PÚBLICAS  
 DEPARTAMENTO DE ANÁLISIS DE MATERIALES



**INFORME DE PRUEBAS DE CONTROL DE CONCRETO HIDRAULICO**

ENVIADA POR: Ing. Supervisor de la Obra	EXPEDIENTE: DC/DAM/03/2006.
OBRA: Pavimentación del Camino Cupuancillo-La Peña	FECHA DE RECIBO: Julio 13 del 2006.
LOCALIZACIÓN: Municipio de La Huacana, Mich.,	FECHA DE REPORTE: Agosto 10 del 2006.

**IDENTIFICACIÓN**

ENSAYE No	2211	2212	2213	2214	2215	2216
MUESTRA No	207	208	209	210	211	212
TOMADA DE:	Losa de alcantarilla km: 4+069.					

**DATOS DEL PROPORCIONAMIENTO**

PROPORCIONAMIENTO No Y FECHA	S/N.					
F'c(Kg7cm <sup>2</sup> ) RELACIÓN A/C REVENIMIENTO	200 kg/cm2.					
ADICIONANTE, MARCA, FINALIDAD Y CANTIDAD USADA	Acelerante sicalret 300 ml/saco de cemento					

**DATOS DE LA OBRA**

EQUIPO DE MEZCLADO	Revolvedora de un saco					
VIBRADO O SIN VIBRAR	Vibrado					
CEMENTO, MARCA, TIPO, Y CONSUMO/m <sup>2</sup>	Tolteca CPC 30 R.					
AGUA DE CONSUMO/SACO						
REVENIMIENTO cm.	N.S.D.	N.S.D.	N.S.D.	N.S.D.	N.S.D.	N.S.D.
DATOS DEL ESPECIMEN	DIAMETRO cm.	15.0	15.0	15.0	15.0	15.0
	SECCIÓN cm.	176.7	176.7	176.7	176.7	176.7
	FECHA DE COLADO	Jul/13/06	Jul/13/06	Jul/13/06	Jul/13/06	Jul/13/06
	FECHA DE RUPTURA	Ags/10/06	Ags/10/06	Ags/10/06	Ags/10/06	Ags/10/06
	EDAD, EN DIAS	28	28	28	28	28
	CARGA DE RUPTURA Kg.	47000	46800	43600	43800	44400
	RESISTENCIA Kg/cm <sup>2</sup>	266	265	247	248	251
	% DE LA RESISTENCIA DE PROYECTO	133	133	124	124	126

**OBSERVACIONES:**

Las resistencias obtenidas a la edad de 28 dias cumplen con la f'c de proyecto.

 C. FRANCISCO MÉNDEZ ORTÍZ LABORATORISTA	 T.P. JUAN V. JASSO RGUEZ JEFE DEL LABORATORIO	 ING. EDUARDO GARCÍA OBREGÓN JEFE DEL DEPARTAMENTO
--	--	--

FR-DAM-020 REVISION: 01

**GOBIERNO DEL ESTADO DE MICHOACÁN**  
**SECRETARÍA DE COMUNICACIONES Y OBRAS PÚBLICAS**  
**DEPARTAMENTO DE ANÁLISIS DE MATERIALES**

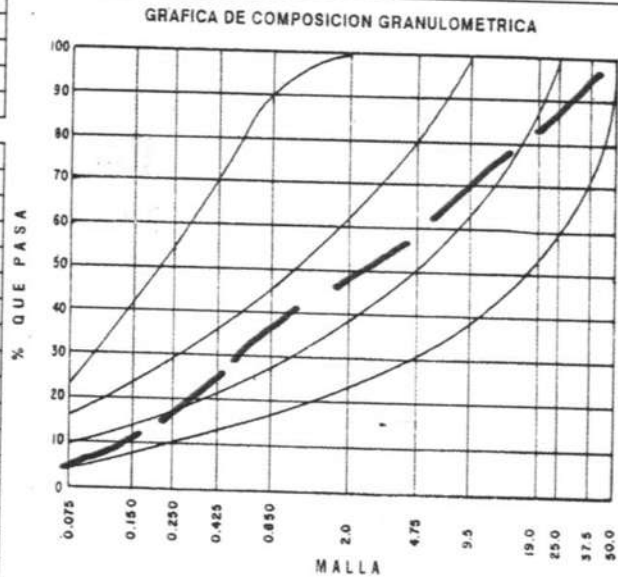


**INFORME DE ENSAYE EN MATERIALES PARA SUB-BASE Y BASE**

OBRA	Pavimentación del camino Cupuancillo-La Peña	ENSAYE N°	2042/2045
LOCALIZACION	Municipio de La Huacana, Mich.	FECHA DE RECIBO	Julio 19 DEL 2006
		FECHA DE INFORME	Agosto 11 DEL 2006.

<b>DATOS DEL MUESTREO</b>	MATERIAL PARA CAPA DE	CAPA SUELO CEMENTO	SUB-BASE
	DESCRIPCION PETROGRAFICA DEL MATERIAL	Grava arena de rio con cemento portland	
	CLASE DE DEPOSITO MUESTREADO	Material acamellonado en el sub-tramo km: 5+600-6+060	
	TRATAMIENTO PREVIO AL MUESTREO	Cribado y mezclado	
	UBICACION DEL BANCO		

P E SECO SUELTO kg/m3	1821
P E S MAXIMO kg/m3	2103
HUMEDAD OPTIMA %	5.9
P E DEL LUGAR kg/m3	
HUMEDAD DEL LUGAR %	



COMPOSICION GRANULOMETRICA	MALLA % RETENIDO	
	T.M	2 1/2*
	EN 50.0	4.9
	MALLA	% QUE PASA
	50.0	100
	37.5	95
	25.0	86
	19.0	82
	9.5	69
	4.75	58
	2.00	49
	0.850	40
	0.425	23
	0.250	14
	0.150	10
	0.075	6

V R S (ESTANDAR) %	90.7
EXPANSION %	0.00
VALOR CEMENTANTE kg/cm2	
EQUIVALENTE DE ARENA %	78.1

PRUEBAS EN MAT. MAYOR QUE LA MALLA N° 9.5	
ABSORCION %	1.9
DENSIDAD	2.6
DURABILIDAD	

PRUEBAS SOBRE MATERIAL TAMIZADO POR LA MALLA N° 0.425	
LIMITE LIQUIDO %	22
LIMITE PLASTICO %	NO PLASTICO
INDICE PLASTICO %	NO PLASTICO

EQUIV. HUM. DE CAMPO %	
CONTRACCION LINEAL %	0.0
CLASIFICACION S U C S	*SW-SM*

**OBSERVACIONES Y RECOMENDACIONES:**  
 El material ensayado presenta características físicas aceptables para capa suelo-cemento.

FRANCISCO MENDOZA MARTÍNEZ  
 LABORATORISTA  
*Francisco Mendoza*

T.P. JUAN VICTOR ASS...  
 JEFE DE LABORATORIO  
*Juan Victor Ass...*

ING. EDUARDO...  
 JEFE DE DEPARTAMENTO  
*Ing. Eduardo...*

FR-DAM-028 REVISION: 01

**GOBIERNO DEL ESTADO DE MICHOACÁN**  
 SECRETARÍA DE COMUNICACIONES Y OBRAS PÚBLICAS  
 DEPARTAMENTO DE ANÁLISIS DE MATERIALES

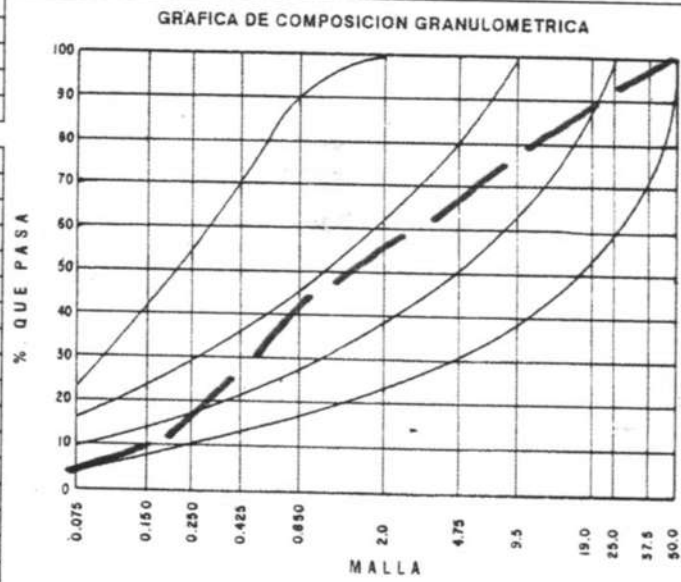


**INFORME DE ENSAYE EN MATERIALES PARA SUB-BASE Y BASE**

OBRA: Pavimentación de camino Cupuancillo-La Peña	ENSAYE N° 2172/2175
LOCALIZACION: Municipio de La Huacana, Mich.	FECHA DE RECIBO: Agosto 03 DEL 2006
	FECHA DE INFORME: Agosto 16 DEL 2006

<b>DATOS DEL MUESTREO</b>	MATERIAL PARA CAPA DE BASE	CAPA SUELO CEMENTO
	DESCRIPCION PETROGRAFICA DEL MATERIAL	Grava arena de río con cemento portland
	CLASE DE DEPOSITO MUESTREADO	Material acamellonado en el sub-tramo km: 6+120-6+240
	TRATAMIENTO PREVIO AL MUESTREO	Cribado y mezclado
	UBICACIÓN DEL BANCO	

P.E. SECO SUELTO kg/m <sup>3</sup>	1702
P.E.S. MAXIMO kg/m <sup>3</sup>	2004
HUMEDAD OPTIMA %	6.6
P.E. DEL LUGAR kg/m <sup>3</sup>	
HUMEDAD DEL LUGAR %	



COMPOSICION GRANULOMETRICA	MALLA % RETENIDO	
	T.M	2 1/2"
	EN 50.0	8.8
	EN 37.5	
	MALLA	% QUE PASA
	50.0	100
	37.5	98
	25.0	92
	19.0	88
	9.5	77
	4.75	66
	2.00	53
	0.850	43
	0.425	23
	0.250	13
	0.150	8
	0.075	4

V.R.S (ESTANDAR) %	114.2
EXPANSIÓN %	0.00
VALOR CEMENTANTE kg/cm <sup>2</sup>	
EQUIVALENTE DE ARENA %	65.8

PRUEBAS EN MAT. MAYOR QUE LA MALLA N° 9.5	
ABSORCION %	2.0
DENSIDAD	2.6
DURABILIDAD	

PRUEBAS SOBRE MATERIAL TAMIZADO POR LA MALLA N° 0.425	
LIMITE LIQUIDO %	24
LIMITE PLASTICO %	NO PLASTICO
INDICE PLASTICO %	NO PLASTICO

EQUIV. HUM. DE CAMPO %	
CONTRACCION LINEAL %	0.0
CLASIFICACION S.U.C.S	"GW"

**OBSERVACIONES Y RECOMENDACIONES:**  
 El material ensayado presenta características físicas aceptables para capa suelo-cemento.

*Francisco Martínez Ortiz*  
 FRANCISCO MARTÍNEZ ORTIZ  
 LABORATORISTA

*T.P. Juan Víctor Arce Rodríguez*  
 T.P. JUAN VÍCTOR ARCE RODRÍGUEZ  
 JEFE DE LABORATORIO

*Ing. Eduardo García Oregel*  
 ING. EDUARDO GARCÍA OREGEL  
 JEFE DE DEPARTAMENTO



**GOBIERNO DEL ESTADO DE MICHOACÁN**  
 SECRETARIA DE COMUNICACIONES Y OBRAS PÚBLICAS  
 DEPARTAMENTO DE ANÁLISIS DE MATERIALES



**INFORME DE PRUEBAS DE CONTROL DE CONCRETO HIDRAULICO**

ENVIADA POR: Ing. Supervisor de la Obra.	EXPEDIENTE: DC/DAM/11/2006.					
OBRA: Pavimentación del Camino Cupuancillo-La Peña	FECHA DE RECIBO: Julio 29 del 2006					
LOCALIZACION: Municipio de La Huacana, Mich.,	FECHA DE REPORTE: Agosto 26 del 2006.					
ENSAYE No	2904	2905	2906	2907	2908	2909
MUESTRA No	334	335	336	337	338	339
TOMADA DE:	Losa de alcantarilla km: 7+121					

**DATOS DEL PROPORCIONAMIENTO**

PROPORCIONAMIENTO No Y FECHA	S/N.					
F <sub>c</sub> (Kg/cm <sup>2</sup> ) RELACIÓN A/C REVENIMIENTO	200 kg/cm <sup>2</sup> .					
ADICIONANTE, MARCA, FINALIDAD Y CANTIDAD USADA	Ninguno					

**DATOS DE LA OBRA**

EQUIPO DE MEZCLADO	Revolvedora de un saco						
VIBRADO O SIN VIBRAR	Vibrado						
CEMENTO, MARCA, TIPO, Y CONSUMO/m <sup>3</sup>	Tolteca CPC 30 R.						
AGUA DE CONSUMO/SACO							
REVENIMIENTO cm.	N.S.D.	N.S.D.	N.S.D.	N.S.D.	N.S.D.	N.S.D.	
DATOS DEL ESPECIMEN	DIAMETRO cm.	14.95	14.90	14.95	15.2	14.95	14.9
	SECCIÓN cm.	175.53	174.36	175.53	181.45	175.53	173.19
	FECHA DE COLADO	Jul/29/06	Jul/29/06	Jul/29/06	Jul/29/06	Jul/29/06	Jul/29/06
	FECHA DE RUPTURA	Ags/26/06	Ags/26/06	Ags/26/06	Ags/26/06	Ags/26/06	Ags/26/06
	EDAD, EN DIAS	28	28	28	28	28	28
	CARGA DE RUPTURA Kg.	59800	61800	56400	53000	51400	50800
	RESISTENCIA Kg/cm <sup>2</sup>	341	354	321	292	293	293
	% DE LA RESISTENCIA DE PROYECTO	170	177	161	146	147	147

**OBSERVACIONES:**

La resistencia obtenida a la edad de 28 días cumple con la f<sub>c</sub> de proyecto.

 FRANCISCO MENDEZ ORTIZ LABORATORISTA	 T.P. JUAN V. JASSO RODRÍGUEZ JEFE DEL LABORATORIO	 ING. EDUARDO GARCÍA OREGEL JEFE DEL DEPARTAMENTO
---	--	---

FR-DAM-020 REVISIÓN: 01

**GOBIERNO DEL ESTADO DE MICHOACÁN**  
 SECRETARIA DE COMUNICACIONES Y OBRAS PÚBLICAS  
 DEPARTAMENTO DE ANÁLISIS DE MATERIALES



REPORTE DE CALIDAD PARA SELLO

C.ING: Eduardo Ortiz González,  
 Supervisor de la Dirección de  
 Construcción de Caminos.  
 Edificio:

EXPEDIENTE No. DC/DAM/11/2006.  
 FECHA DE RECIBO: Agosto 03 del 2006  
 FECHA DE REPORTE: Agosto 21 del 2006

DATOS DE LA OBRA

NOMBRE DEL CAMINO:	Camino Cupuancillo-La Peña.
UBICACIÓN:	Municipio de La Huacana, Mich.,
TRAMO:	
DESCRIPCIÓN:	Sello tipo 3-A.
USO:	Riego de sello.
TOMADA DE:	Almacén de la obra.
UBICACIÓN DEL BANCO:	Banco "Cerrito Colorado" Nueva Italia, Mich.,
ENSAYES N°:	2548/2551

DATOS DEL MATERIAL

GRANULOMETRIA

MALLA N°	% PASA	ESPECIFICACION
1/ 2"	99	100
3/ 8"	95	95 MINIMO
N° 8	3	5.0 MAXIMO
N° 40	2	0.0

DATOS COMPLEMENTARIOS

P.V.S.S. (KG/M <sup>3</sup> ) :	1021
DENSIDAD :	1.9

ABSORCION (%) :	7.8
ADHERENCIA :	BUENA

OBSERVACIONES:

El material ensayado presenta características físicas aceptables para sello tipo 3-A.  
 Se recomienda lavar el sello previo a su aplicación.

FRANCISCO MÉNDEZ O. LABORATORISTA	T.P. JUAN VÍCTOR JASSO RODRÍGUEZ JEFE DEL LABORATORIO	ING. EDUARDO GARCÍA O. JEFE DEL DEPARTAMENTO

FR-DAM-022 REVISIÓN 01

**GOBIERNO DEL ESTADO DE MICHOACÁN**  
 SECRETARIA DE COMUNICACIONES Y OBRAS PÚBLICAS  
 DEPARTAMENTO DE ANÁLISIS DE MATERIALES



REPORTE DE CALIDAD PARA SELLO

C.ING: Eduardo Ortiz González,  
 Supervisor de la Dirección de  
 Construcción de Caminos.  
 Edificio:

EXPEDIENTE No. DC/DAM/11/2006  
 FECHA DE RECIBO: Julio 19 del 2006  
 FECHA DE REPORTE: Agosto 11 del 2006

DATOS DE LA OBRA

NOMBRE DEL CAMINO:	Camino Cupuancillo-La Peña.
UBICACIÓN:	Municipio de La Huacana, Mich.,
TRAMO:	
DESCRIPCIÓN:	Sello tipo 3-A.
USO:	Riego de sello.
TOMADA DE:	Almacén del Banco
UBICACIÓN DEL BANCO:	Banco "Cerrito Colorado" Nueva Italia, Mich.,
ENSAYES N°:	2512/2515

DATOS DEL MATERIAL

GRANULOMETRIA

MALLA N°	% PASA	ESPECIFICACION
1/ 2"	99	100
3/ 8"	94	95 MINIMO
N° 8	2	5.0 MAXIMO
N° 40	1	0.0

DATOS COMPLEMENTARIOS

P.V.S.S. (KG/M <sup>3</sup> ) :	985	ABSORCION (%) :	6.2
DENSIDAD :	2.0	ADHERENCIA :	BUENA

OBSERVACIONES:

El material ensayado presenta características físicas aceptables para sello tipo 3-A.  
 Se recomienda lavar el sello previo a su aplicación.

 FRANCISCO MÉNDEZ O. LABORATORISTA	 T.P. JUAN VÍCTOR JASSO RODRÍGUEZ JEFE DEL LABORATORIO	 ING. EDUARDO GARCÍA O. JEFE DEL DEPARTAMENTO
--	--	---

FR-DAM-022 REVISIÓN 01

**GOBIERNO DEL ESTADO DE MICHOACAN**

SECRETARIA DE COMUNICACIONES Y OBRAS PÚBLICAS  
DEPARTAMENTO DE ANÁLISIS DE MATERIALES



**INFORME DE ENSAYES DE AGREGADOS INERTES PARA CONCRETO Y/O MORTERO**

EXPEDIENTE N° : DC/DAM/11/2006  
 FECHA DE RECIBO : Septiembre 01 del 2006  
 FECHA DE INFORME : Septiembre 29 del 2006  
 MATERIAL ANALIZADO : Grava y arena de río

TOMADA DE : Almacen de la obra  
 PROCEDENCIA : Camino Cupuancillo -La Peña  
 Municipio de la Huacana, Mich.  
 PARA USARSE EN : Elaboración de concreto  
 Hidráulico.

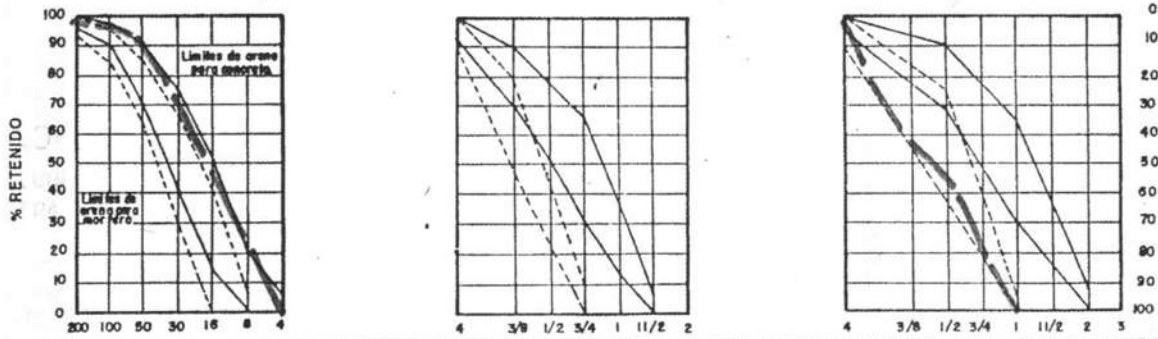
Ing. Ing. Eduardo Ortiz González  
 Supervisor de la Dirección de  
 Dirección de Caminos y Carreteras  
 Edificio :

ENSAYE N°  
 P.V.S.S. kg/m<sup>3</sup>  
 P.V.S.C. kg/m<sup>3</sup>  
 DENSIDAD APARENTE  
 ABSORCION %  
 MAT. ORG. N° DE COLOR  
 CONTRACCION LINEAL (%)  
 MUESTRA LAVADA  
 % DE GRAVA EN LA MUESTRA  
 % DE ARENA EN LA MUESTRA  
 EQUIVALENTE DE ARENA

ARENA	GRAVA
3294/3297	3298/3301
1543	1583
1706	1695
2.60	2.55
2.75	2.1
0.0	
*	
60.0	60.0
40.0	40.0
88.6	

COMPOSICION GRANULOMETRICA			
MALLA N°	% RETENIDO ACUMULATIVO	MALLA N°	% RETENIDO
1 1/2"		4	0
1"	0	8	22
3/4"	20	16	49
1/2"	49	30	68
3/8"	64	50	92
N° 4	100	100	98
		200	99
		M.F.	3.2

**GRAFICAS DE COMPOSICION GRANULOMETRICA**



**OBSERVACIONES:**

Los materiales ensayados presentan características físicas aceptables para la elaboración de concreto hidráulico.  
 Para cunetas.

FRANCISCO MENDEZ ORTIZ  
 LABORATORISTA

T.P. JUAN VICTOR JASSO RODRIGUEZ  
 JEFE DE LA OFICINA DE ANÁLISIS DE MATERIALES

ING. EDUARDO GARCÍA OREGGEL  
 JEFE DE DEPARTAMENTO

**GOBIERNO DEL ESTADO DE MICHOACÁN**  
 SECRETARIA DE COMUNICACIONES Y OBRAS PÚBLICAS  
 DEPARTAMENTO DE ANÁLISIS DE MATERIALES



**INFORME DE PRUEBAS DE COMPACTACIÓN**


EXPEDIENTE N° : DC/DAM/11/2006  
 OBRA : Pavimentación del camino  
Cupuancillo-La Peña  
 LOCALIZACION : Municipio de la Huacana, Mich.  
 FECHA : Septiembre 01 del 2006.  
 REPT. DE COMPACTACION DE : \_\_\_\_\_  
Suelo-cemento  
 COMPACTACION DE PROYECTO : \_\_\_\_\_  
95%

ING. Eduardo Ortiz González.  
 Supervisor de la Dirección de  
 Construcción de Caminos  
 Edificio: \_\_\_\_\_

ENSAYE N°	UBICACION		ALTURA O ESP. CAPA CM.		ANCHO DE CAPA CMS	PESO VOLUM. KG/M3		HUMEDAD %		% COMPACTACIÓN
	ESTACION	LADO	ACTUAL	PROYECTO		MAXIMO	DEL LUGAR	OPTIMA	DEL LUGAR	
SUB-TRAMO KM: 6+000-7+500										
2810	6+120	C	27.0	17.0	510	2079	2039	8.4	4.5	98
2811	6+300	I	19.0	17.0	505	2079	2023	8.4	5.6	97
2812	6+500	D	20.0	17.0	500	2079	2031	8.4	6.3	98
2813	6+720	C	22.5	17.0	510	2079	2000	8.4	3.6	96
2814	6+960	I	27.0	17.0	510	2079	1991	8.4	5.3	96
2815	7+200	D	19.5	17.0	505	2079	1981	8.4	6.4	95
2816	7+320	C	19.5	17.0	505	2079	2003	8.4	6.7	96
2817	7+480	I	27.0	17.0	505	2079	2025	8.4	4.9	97

**OBSERVACIONES**

Los porcentajes de compactación obtenidos cumplen con el mínimo especificado en proyecto.

  
 MIGUEL GLEZ NAVARRETE  
 LABORATORISTA

  
 T.P. JUAN VICTOR JASSO  
 JEFE DEL LABORATORIO

  
 ING. EDUARDO GARCÍA CREGEL  
 JEFE DEL DEPARTAMENTO

FR-DAM-025 REVISIÓN 01

**GOBIERNO DEL ESTADO DE MICHOACÁN**  
 SECRETARIA DE COMUNICACIONES Y OBRAS PÚBLICAS  
 DEPARTAMENTO DE ANÁLISIS DE MATERIALES



**INFORME DE PRUEBAS DE COMPACTACIÓN**

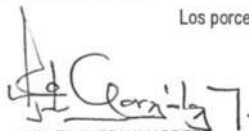
EXPEDIENTE N° : DC/DAM/03/2006.  
 OBRA : Pavimentación del camino  
Cupuancillo-La Peña  
 LOCALIZACION : Municipio de La Huacana, Mich.,  
 FECHA : Julio 19 del 2006.  
 REPTE. DE COMPACTACION DE : \_\_\_\_\_  
capa de suelo-cemento.  
 COMPACTACION DE PROYECTO : \_\_\_\_\_  
95%

ING. Eduardo Ortiz González.  
Supervisor de la Dirección de  
Construcción de Caminos  
 Edificio: \_\_\_\_\_

ENSAYE N°	UBICACIÓN		ALTURA O ESP. CAPA CM.		ANCHO DE CAPA CMS	PESO VOLUM. KG/M3		HUMEDAD %		% COMPACTACIÓN
	ESTACION	LADO	ACTUAL	PROYECTO		MAXIMO	DEL LUGAR	OPTIMA	DEL LUGAR	
	SUB-TRAMO KM: 4+120-5+000.									
1741	4+140	D	19.5	17.0	520	2120	2056	8.4	5.8	97
1742	4+300	I	18.5	17.0	540	2120	2031	8.4	6.5	96
1743	4+340	C	17.0	17.0	530	2120	2082	8.4	5.0	98
1744	4+580	D	17.0	17.0	500	2120	2051	8.4	7.4	87
1745	4+750	I	19.0	17.0	515	2120	2034	8.4	5.4	96
1746	4+900	C	19.5	17.0	525	2120	2010	8.4	8.5	95
1747	4+980	D	18.0	17.0	540	2120	2060	8.4	6.4	97

**OBSERVACIONES**

Los porcentajes de compactación obtenidos cumplen con el mínimo especificado en proyecto.

  
 MIGUEL GLEZ NAVARRETE  
 LABORATORISTA

  
 T.P. JUAN VICTOR JASSO RODRIGUEZ  
 JEFE DEL LABORATORIO

  
 ING. EDUARDO ORTIZ GONZALEZ  
 JEFE DEL DEPARTAMENTO

FR-DAM-025 REVISIÓN 01

**GOBIERNO DEL ESTADO DE MICHOACÁN**  
 SECRETARIA DE COMUNICACIONES Y OBRAS PÚBLICAS  
 DEPARTAMENTO DE ANÁLISIS DE MATERIALES



**INFORME DE PRUEBAS DE COMPACTACIÓN**

EXPEDIENTE N° : DC/DAM/03/2006.  
 OBRA : Pavimentación del Camino  
Cupuancillo-La Peña.  
 LOCALIZACION : La Huacana, Mich.,  
 FECHA : Agosto 03 del 2006.  
 REPTE. DE COMPACTACION DE : \_\_\_\_\_  
Capa de suelo-cemento  
 COMPACTACION DE PROYECTO : \_\_\_\_\_  
95%

ING. Eduardo Ortiz González.  
 Supervisor de la Dirección de  
Construcción de Caminos.  
 Edificio: \_\_\_\_\_

ENSAYE N°	UBICACIÓN		ALTURA O ESP. CAPA CM.		ANCHO DE CAPA CMS	PESO VOLUM. KG/M3		HUMEDAD %		% COMPACTACIÓN
	ESTACION	LADO	ACTUAL	PROYECTO		MAXIMO	DEL LUGAR	OPTIMA	DEL LUGAR	
SUB-TRAMO KM: 5+000-5+700.										
2070	5+060	D	21.0	17.0	510	2128	2088	9.1	5.3	98
2071	5+140	I	19.0	17.0	501	2128	2059	9.1	5.7	97
2072	5+220	C	21.0	17.0	520	2128	2026	9.1	3.9	95
2073	5+340	D	18.5	17.0	510	2128	288	9.1	4.2	98
2074	5+420	I	18.5	17.0	515	2128	2085	9.1	4.3	98
2075	5+540	C	17.0	17.0	515	2128	2099	9.1	3.6	99
2076	5+680	D	19.0	17.0	510	2128	2061	9.1	5.6	97

**OBSERVACIONES**

Los porcentajes de compactación obtenidos cumplen con el mínimo especificado en proyecto.

  
 C. MIGUEL SAEZ NAVARRETE  
 LABORATORISTA

  
 T.P. JUAN VICTOR JASSO PAREDES  
 JEFE DEL LABORATORIO

  
 ING. EDUARDO GARCIA BREGEL  
 JEFE DEL DEPARTAMENTO

FR-DAM-025 REVISIÓN 01

# GOBIERNO DEL ESTADO DE MICHOACÁN

SECRETARIA DE COMUNICACIONES Y OBRAS PÚBLICAS  
DEPARTAMENTO DE ANÁLISIS DE MATERIALES



## INFORME DE PRUEBAS DE COMPACTACIÓN

EXPEDIENTE N° : DC/DAM/10/2006.

OBRA : Pavimentación camino

Cupuancillo-La Peña-

LOCALIZACION : Municipio de La Huacana, mich.

FECHA : Agosto 11 del 2006.

REPTE. DE COMPACTACION DE : \_\_\_\_\_

Capa suelo-Cemento

COMPACTACION DE PROYECTO : \_\_\_\_\_

95%

ING. Eduardo Ortiz González,

Supervisor de la Dirección de

Construcción de Caminos.

Edificio : \_\_\_\_\_

ENSAYE N°	UBICACIÓN		ALTURA O ESP. CAPA CM.		ANCHO DE CAPA CMS	PESO VOLUM. KG/M3		HUMEDAD %		% COMPACTACIÓN
	ESTACION	LADO	ACTUAL	PROYECTO		MAXIMO	DEL LUGAR	OPTIMA	DEL LUGAR	
SUB-TRAMO KM: 5+700-6+020.										
2108	5+720	D	19.0	17.0	515	2111	2041	8.8	6.2	97
2109	5+800	C	21.0	17.0	520	2111	2027	8.8	4.4	96
2110	5+840	I	18.5	17.0	510	2111	2043	8.8	4.8	97
2111	5+960	D	18.5	17.0	510	2111	2069	8.8	5.8	98

**OBSERVACIONES**

Los porcentajes de compactación obtenidos cumplen con el mínimo especificado en proyecto.

C. MIGUEL ÁNGEL NAJARRETE  
LABORATORISTA

T.P. JUAN VÍCTOR JASSO RODRÍGUEZ  
JEFE DEL LABORATORIO

ING. EDUARDO ORTIZ GONZÁLEZ  
JEFE DEL DEPARTAMENTO



**GOBIERNO DEL ESTADO DE MICHOACÁN**  
 SECRETARIA DE COMUNICACIONES Y OBRAS PÚBLICAS  
 DEPARTAMENTO DE ANÁLISIS DE MATERIALES



**INFORME DE PRUEBAS DE COMPACTACIÓN**

EXPEDIENTE N° : DC/DAM/03/2006.  
 OBRA : Pavimentación del camino Cupuancillo-La Peña.

LOCALIZACION : Municipio de La Huacana, Mich.,

FECHA : Julio 13 del 2006.

REPTE. DE COMPACTACION DE : \_\_\_\_\_  
 Capa suelo-cemento.

COMPACTACION DE PROYECTO : \_\_\_\_\_  
 95%

ING. Eduardo Ortiz González,  
 Supervisor de la Dirección de  
 Construcción de Caminos  
 Edificio:

ENSAYE N°	UBICACIÓN		ALTURA O ESP. CAPA CM.		ANCHO DE CAPA CMS	PESO VOLUM. KG/M3		HUMEDAD %		% COMPACTACIÓN
	ESTACION	LADO	ACTUAL	PROYECTO		MAXIMO	DEL LUGAR	OPTIMA	DEL LUGAR	
SUB-TRAMO KM: 3+720-4+060..										
1718	3+740	D	18.0	17.0	560	2106	2055	8.4	6.7	98.0
1719	3+830	I	19.0	17.0	810	2106	2038	8.4	5.7	97
1720	3+900	D	17.5	17.0	520	2106	2028	8.4	6.8	96
1721	3+990	I	18.5	17.0	500	2106	2037	8.4	7.4	97

**OBSERVACIONES**  
 Los porcentajes de compactación obtenidos suplen con el mínimo especificado en proyecto.

P.A. Miguel Glez Navarrete  
 LABORATORISTA

T.P. Juan Víctor Jasso Rodríguez  
 JEFE DEL LABORATORIO

Ing. Eduardo Ortiz González  
 JEFE DEL DEPARTAMENTO

## **VII.- BIBLIOGRAFIA.**

-M. en I. Eduardo de la Fuente Lavalle

Suelo-Cemento, sus usos, propiedades y aplicaciones

Fondo editorial IMCYC

(Instituto Mexicano del Cemento y del Concreto, A.C.)

-Secretaria de Comunicaciones y Obras Públicas (SCOP)

Expediente de la obra (libro blanco)

-Secretaria de Comunicaciones y Transportes (S.C.T.)

Normas y especificaciones para la construcción de caminos

-José Alfonso Mier Suarez

Introducción a la Ingeniería de Caminos

U.M.S.N.H.

-Diseño de Pavimentos Suelo-Cemento

Método de la Portland Cement Association (PCA)

-Mecánica de Suelos

Instructivo para Ensaye de Suelos

Secretaria de Recursos Hidráulicos