



**PROCEDIMIENTO CONSTRUCTIVO PARA LA EJECUCIÓN DEL
"DISTRIBUIDOR VIAL SALIDA A CHARO",
EN MORELIA, MICHOACÁN.**



**UNIVERSIDAD MICHOACANA DE
SAN NICOLAS
DE HIDALGO**

FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL

PRESENTACION DE TESIS PARA OBTENER
EL TITULO DE INGENIERO CIVIL

TESIS:

**PROCEDIMIENTO CONSTRUCTIVO PARA LA
EJECUCIÓN DEL "DISTRIBUIDOR VIAL
SALIDA A CHARO", EN MORELIA,
MICHOACÁN.**

PRESENTA: P.I.C. MIGUEL ANGEL GUZMÁN OCHOA

ASESOR: **ING. OSCAR JUAREZ
CONTRERAS.**

Morelia, Mich. Junio 2010





PROCEDIMIENTO CONSTRUCTIVO PARA LA EJECUCIÓN DEL "DISTRIBUIDOR VIAL SALIDA A CHARO", EN MORELIA, MICHOACÁN.



CONTENIDO

I	INTRODUCCIÓN.	4
II	TERRACERÍAS Y PAVIMENTOS EN GASAS PARA VUELTAS DERECHAS Y GLORIETA PARA VUELTAS IZQUIERDAS.	9
	II.1 TERRACERÍAS.	
	II.1.1 CORTES	
	II.2 OBRAS DE DRENAJE	
	II.2.1 EXCAVACIONES PARA ESTRUCTURAS	
	II.2.2 ALCANTARILLAS TUBULARES DE CONCRETO	
	II.2.3 CAJAS CAPTADORAS CON REJILLAS TIPO IRVING	
	II.3 PAVIMENTOS	
	II.3.1 CARACTERÍSTICAS Y TIPOS	
	II.3.2 PROCEDIMIENTO DE COLOCACIÓN DE BASE ESTABILIZADA CON ROAD CEM	
	II.3.2.1 CARACTERÍSTICAS DEL ROAD CEM	
	II.3.2.2 PROCEDIMIENTO	
	II.4 CARPETA ASFÁLTICA.	
	II.4.1 CARACTERÍSTICAS	
	II.4.2 PROCEDIMIENTO CONSTRUCTIVO DE LA CARPETA.	



PROCEDIMIENTO CONSTRUCTIVO PARA LA EJECUCIÓN DEL "DISTRIBUIDOR VIAL SALIDA A CHARO", EN MORELIA, MICHOACÁN.



III VIADUCTO PARA EL PASO SUPERIOR DE LA CALZADA MADERO A _____ 29 SALIDA CHARO.

III.1 INFRAESTRUCTURA.

III.2 SUBESTRUCTURA

III.2.1 COLUMNAS.

III.2.2 CABEZALES, CARGADORES, BANCOS Y TOPES LATERALES.

III.3 SUPERESTRUCTURA.

III.3.1 FABRICACIÓN DE TRABES.

III .3.1.1 VACIADO DE CONCRETO.

III.3.1.2 CARGA, TRANSPORTE Y MONTAJE.

III.3.2 DIAFRAGMAS.

III.3.3 LOSAS.

III.4 PAVIMENTOS.

IV TÚNEL PARA EL PASO SUBTERRÁNEO DEL LIBRAMIENTO _____ 49 DE MORELIA.

IV.1 ACCESOS

IV.1.1 PILOTES

IV.1.2 REMATE DE PILOTES

IV.1.3 MUROS DE CONTENCIÓN

IV.2 CONSTRUCCIÓN DEL TÚNEL A BASE DE DOVELAS PREFABRICADAS TIPO TECHSPAN

IV.2.1 MUROS DE CIMENTACIÓN PARA RECIBIR LAS DOVELAS.

IV.2.2 FABRICACIÓN DE DOVELAS.

IV.2.3 MONTAJE DE DOVELAS.

IV.2.4 INSTALACIÓN DE LA GEOMEMBRANA.



PROCEDIMIENTO CONSTRUCTIVO PARA LA EJECUCIÓN DEL "DISTRIBUIDOR VIAL SALIDA A CHARO", EN MORELIA, MICHOACÁN.



IV.2.5 RELLENOS CONTROLADOS.

IV.3 PAVIMENTOS CON CONCRETO HIDRÁULICO EN TÚNEL

IV.4 ESTABILIZACIÓN DE TALUDES EN LA INTERSECCIÓN
DEL TÚNEL CON EL PASO SUPERIOR VEHICULAR.

V TRABAJOS DIVERSOS._____71

V.1 ÁREAS VERDES Y SISTEMA DE RIEGO.

V.2 SISTEMA DE ILUMINACIÓN.

V.2.1 ILUMINACIÓN EN GASAS Y ACCESOS AL TÚNEL

V.2.2 ILUMINACIÓN EN TÚNEL.

V.2.3 ILUMINACIÓN EN EL PASO SUPERIOR VEHICULAR.

V.3 PUENTES PEATONALES.

V.4 GUARNICIONES Y BANQUETAS.

V.5 SEÑALAMIENTO HORIZONTAL Y VERTICAL.

VI CONCLUSIONES._____100

ANEXOS

BIBLIOGRAFÍA



PROCEDIMIENTO CONSTRUCTIVO PARA LA EJECUCIÓN DEL "DISTRIBUIDOR VIAL SALIDA A CHARO", EN MORELIA, MICHOACÁN.



I INTRODUCCION

I.1 GENERALIDADES

El Distribuidor Vial de la “Salida a Charo” es la obra más importante y reconocida de estos últimos tiempos en la ciudad de Morelia Michoacán, ya que gracias a esta magna obra, se solucionó el congestionamiento vial que existía anteriormente en el cruce de la Carretera Federal No. 126 y el Periférico Revolución, influyó en la mejora del entorno urbano e impactó en la calidad de vida de los morelianos.

Con la construcción del Distribuidor Vial, con pasos en tres distintos nivel se elimino el cruce a nivel que se presentaba en la Carretera Federal No. 126 y el Periférico Revolución, lo que permite mejorar las condiciones de circulación del tránsito local y de largo itinerario, además de que estimula el desarrollo económico de la región, al contar con una comunicación de mejores características, que eleve la seguridad y permita hacer más eficiente el transporte de mercancías y personas, beneficiando principalmente a las poblaciones de Morelia y Charo. Disminuyendo los tiempos de traslado y costos de operación de los usuarios; incrementando además la seguridad de los usuarios y peatones y disminuyendo el índice de accidentes y emisiones contaminantes.

Lo anterior se debe entre otros aspectos a que se elimino el congestionamiento provocado por los tiempos de espera necesarios para continuar la circulación con la



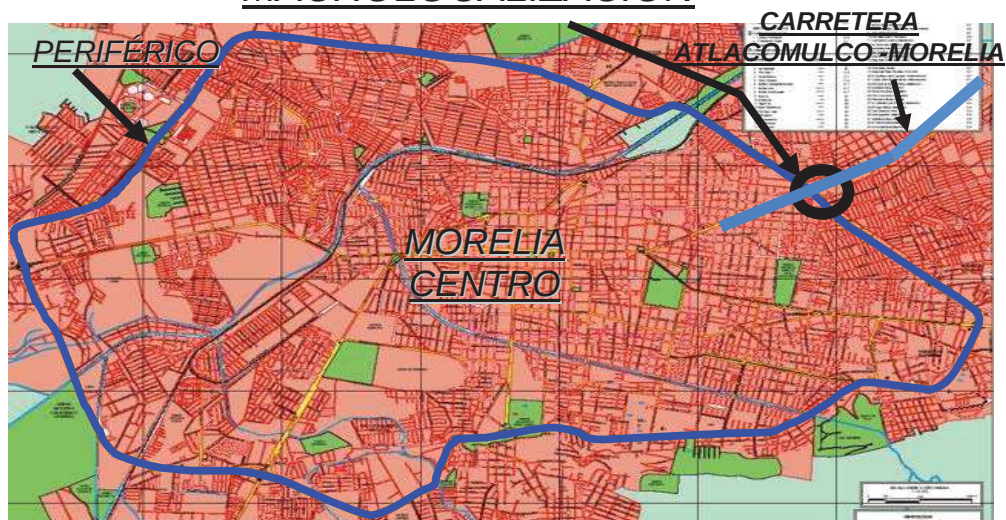
PROCEDIMIENTO CONSTRUCTIVO PARA LA EJECUCIÓN DEL "DISTRIBUIDOR VIAL SALIDA A CHARO", EN MORELIA, MICHOACÁN.



indicación de los semáforos, al hacer continua la circulación en tres distintos nivel, por lo que se contribuye a la disminución de los costos de operación vehicular y tiempos de recorrido, lo cual se traduce en una mayor eficiencia del transporte público y privado de la región; incrementó la seguridad de los peatones y de los automovilistas, pues disminuyó los riesgos de accidentes al eliminar los cruces a nivel; disminuyó los índices de contaminación en la zona al eliminar las emisiones de los escapes de los vehículos durante la esperan del turno correspondiente para continuar su trayectoria; se mejoró la imagen y el paisaje urbano del entorno al contar con estructuras vanguardistas perfectamente operacionales de acuerdo a las normas, especificaciones y requerimientos.

La obra está ubicada en el tramo carretero Atlacomulco – Morelia a la altura del km 169+200 en intersección con el periférico oriente de Morelia.

MACROLOCALIZACION





PROCEDIMIENTO CONSTRUCTIVO PARA LA EJECUCIÓN DEL "DISTRIBUIDOR VIAL SALIDA A CHARO", EN MORELIA, MICHOACÁN.



UBICACIÓN REGIONAL.



CARACTERISTICAS ORIGINALES DE LA ZONA

TRAMO	ANCHO DE SECCIÓN (M)	TIPO DE TERRENO	CARRILES	ESTADO FÍSICO	ACOTAMIENTOS
<i>Libramiento Oriente</i>	21.0	<i>Plano</i>	12	<i>Regular</i>	<i>Camellón central, Guarnición y banquetas</i>
<i>Carretera federal 126</i>	<i>Sección variable</i>	<i>Plano</i>	8	<i>Regular</i>	<i>Camellón central Guarnición y banquetas</i>



**PROCEDIMIENTO CONSTRUCTIVO PARA LA EJECUCIÓN DEL
"DISTRIBUIDOR VIAL SALIDA A CHARO",
EN MORELIA, MICHOACÁN.**



DEMANDA VEHICULAR

CONCEPTO	TDPA	AUTOS	AUTOBUSES	CAMIONES	NIVEL DE SERVICIO
<i>Total</i>	<i>50,000</i>	<i>37,000</i>	<i>4,500</i>	<i>8,500</i>	<i>E</i>
<i>%</i>	<i>100.0</i>	<i>74</i>	<i>9</i>	<i>17</i>	

CARACTERÍSTICAS DEL PROYECTO

El proyecto consiste en la construcción de dos túneles falsos con bóvedas tipo techpan, paralelos para el paso subterráneo continuo del periférico oriente, con una longitud de 204 m. uno para cada sentido de circulación; Dos accesos al túnel a base de muros de contención y pilotes tangenciales con longitudes de 240.0 metros del lado sur o camelinas (acceso I) y de 296.0 metros del lado norte o central de abastos (acceso II).

Un viaducto para el paso elevado de la Calzada Madero en dirección a la Carretera a Charo, que consta de dos accesos a base de muros de contención de concreto armado, de una longitud de 78.20 metros, en el acceso I (lado poniente o centro-catedral), y de 108m en el acceso II (lado oriente o Charo-Ciudad Industrial); 10 claros de losas de 18.90 metros de ancho por 32.60 metros de largo apoyados sobre 110 trabes tipo AASHTO IV de 32.60 metros de largo y 1.35 metros de peralte, 55 pilotes de 1.20 metros de diámetro y profundidades de 9 a 11 metros ordenados en 9 pilas y 2 cargadores.



PROCEDIMIENTO CONSTRUCTIVO PARA LA EJECUCIÓN DEL "DISTRIBUIDOR VIAL SALIDA A CHARO", EN MORELIA, MICHOACÁN.



Una glorieta central de circulación continua para las vueltas izquierdas e incorporaciones derechas a las cuatro gasas; En dirección avenida Madero – Libramiento (Gasa 11), Libramiento – avenida Madero (Gasa 21), Charo – Libramiento (Gasa 31), Libramiento – Charo (Gasa 41), dos puentes peatonales con rampas, para el cruce de peatones garantizando con esto la seguridad y comodidad de los usuarios; líneas de drenaje a base de tuberías de concreto y cajas captadoras con rejillas tipo Irving en los accesos al túnel para el desalojo de los escurrimientos pluviales en esta zona.

El sistema de iluminación en el interior del túnel fue a base de lámparas de Vapor de Sodio a alta presión y de aditivos metálicos de 250 W y 400W, las cuales expiden 33,200 y 56,500 lúmenes (unidad de medida de iluminación) de flujo luminoso respectivamente, logrando con ello que el área de iluminación sea la optima para los automovilistas y así evitar el deslumbramiento de los usuarios. En la parte exterior del distribuidor se colocaron postes de acero de 14 y 20 metros de altura provistos de lámparas de Vapor de Sodio a alta presión de 250 W y 400W, para la iluminación de gasas de y accesos al túnel.

Cuenta también con un sistema de riego automatizado que comprende; 73 emisores distribuidos en toda la superficie de las jardineras centrales, con un diámetro de alcance de goteo de hasta doce metros, una cisterna de 50 000 litros, una hidro bomba de 3 caballos de fuerza, así como una red de distribución con tubería principal de acero galvanizado de 3'' de diámetro y tubería secundarias de PVC de ½'' de diámetro hasta 3'' de diámetro dependiendo del gasto necesario; con lo



PROCEDIMIENTO CONSTRUCTIVO PARA LA EJECUCIÓN DEL "DISTRIBUIDOR VIAL SALIDA A CHARO", EN MORELIA, MICHOACÁN.



anterior se forman cuatro unidades de riego conectadas a los aspersores conformando así una retícula sobre las jardineras centrales.

En todos los trabajos de construcción realizados en **El Distribuidor Vial de la “Salida a Charo”**, se tuvo personal especializado de laboratorio de control de calidad, el cual realizó las verificaciones de calidad de los materiales empleados y los procesos constructivos de acuerdo a lo establecido en la normatividad vigente de la Secretaría de Comunicaciones y Transportes.



**PROCEDIMIENTO CONSTRUCTIVO PARA LA EJECUCIÓN DEL
"DISTRIBUIDOR VIAL SALIDA A CHARO",
EN MORELIA, MICHOACÁN.**



**II TERRACERIAS Y PAVIMENTOS EN GASAS PARA VUELTAS
DERECHAS Y GLORIETA PARA VUELTAS IZQUIERDAS.**

II.1 TERRACERÍAS

Se llama terracería al conjunto de obras compuestas de cortes y terraplenes, formadas principalmente por la sub-rasante y el cuerpo del terraplén, constituida generalmente por materiales no seleccionados y se dice que es la subestructura del pavimento. Cuando se va a construir un camino que presente un TPDA (Tránsito Promedio Diario Anual) mayor a 5000 vehículos, es necesario que se construya bajo la sub-rasante una capa conocida como sub-yacente.

II.1.1 CORTES

Los cortes son las excavaciones ejecutadas a cielo abierto en el terreno natural, en ampliación de taludes, en rebajes en la corona de cortes o terraplenes existentes y en derrumbes, con objeto de preparar y formar la sección requerida, de acuerdo con lo indicado en el proyecto. Para nuestro caso en particular en la construcción de las gasas laterales y glorieta se realizaron exclusivamente excavaciones en caja las cuales se llevaron a cabo con equipo mecánico tales como excavadoras sobre orugas, cargadores frontales, tractores y retroexcavadoras

Estas excavaciones en caja sirven para alojar la capa subrasante la cual es de 30 cm de espesor en todo lo ancho de la sección del proyecto, y en algunos casos donde el terreno se encontraba saturado o era muy inestable se procedió a excavar un



PROCEDIMIENTO CONSTRUCTIVO PARA LA EJECUCIÓN DEL "DISTRIBUIDOR VIAL SALIDA A CHARO", EN MORELIA, MICHOACÁN.



espesor mayor hasta encontrar terreno de regulares condiciones para alojar la terracería.

Una vez realizada esta excavación se procedió a compactar el lecho bajo de la excavación (compactación del terreno natural) a un noventa y cinco por ciento del peso volumétrico seco máximo (PVSM) de la prueba AASHTO; para posteriormente formar la capa subrasante con los espesores, materiales y grados de compactación que establece el proyecto de la obra al 100% con respecto del peso volumétrico seco máximo (PVSM) de la prueba AASHTO.

Terminada la capa subrasante teniéndola nivelada y compactada al grado indicado por el proyecto se procede a mantenerla húmeda con riegos constantes para evitar que se disgregue la capa por el tránsito de vehículos ya que al estar construyendo las terracerías y pavimentos del entronque en ningún momento se nos permitió cerrar el tránsito vehicular de la zona.

II.2 OBRAS DE DRENAJE

II.2.1 EXCAVACIONES PARA ESTRUCTURAS

Las excavaciones para estructuras son las que se ejecutan a cielo abierto en el terreno natural o en rellenos existentes, para alojar estructuras y obras de drenaje, entre otras.



PROCEDIMIENTO CONSTRUCTIVO PARA LA EJECUCIÓN DEL "DISTRIBUIDOR VIAL SALIDA A CHARO", EN MORELIA, MICHOACÁN.



Con el fin de agilizar la excavación para estructuras, a continuación se describe paso a paso las actividades que intervienen:

- La excavación se efectuará de acuerdo a las dimensiones y niveles establecidos en el proyecto o aprobados por la Secretaría.
- Con el fin de proteger la excavación, si la estructura para la cual se ejecute no se inicia de manera inmediata y el fondo de dicha excavación está formado por materiales altamente erosionables o que puedan ser afectados rápidamente por el intemperismo, se suspenderá la excavación arriba del nivel de desplante, hasta que este por iniciarse la construcción de la estructura.
- Durante la ejecución de la excavación esta se protegerá de inundaciones y se asegurará su estabilidad, para evitar derrumbes, drenando toda el agua que afecte a la excavación. Las paredes de la excavación se harán tan verticales como el terreno lo permita.
- El material suelto o inestable, así como toda la materia vegetal, se removerá para asegurar la estabilidad de la excavación.
- Salvo que el proyecto o la Secretaría indique otra cosa, el material producto de la excavación se utilizará en el relleno de la misma.
- El material sobrante de la excavación se depositará en el sitio o banco de desperdicios que indique el proyecto o que apruebe la secretaria o se distribuirá uniformemente en áreas donde no impida el drenaje natural del terreno o que no invada cuerpos de agua, para favorecer el desarrollo de vegetación, según lo indique el proyecto o apruebe la secretaría.



PROCEDIMIENTO CONSTRUCTIVO PARA LA EJECUCIÓN DEL "DISTRIBUIDOR VIAL SALIDA A CHARO", EN MORELIA, MICHOACÁN.



- Si así lo indica el proyecto o lo aprueba la secretaría se construirá un firme nivelado de concreto hidráulico pobre en el fondo de la excavación, para el desplante de la estructura (plantilla).

II.2.2 ALCANTARILLAS TUBULARES DE CONCRETO.

Las alcantarillas tubulares de concreto son estructuras rígidas, que se construyen mediante tubos de concreto con o sin refuerzo, colocados sobre el terreno en una o varias líneas para dar paso libre al agua en sentido transversal o longitudinal de la vialidad.

Para nuestro proyecto se utilizó en la canalización del agua pluvial de los accesos al túnel y en el túnel mismo, por medio de una línea longitudinal de tubería de concreto, así como en bocas de tormenta en gasas laterales.

Una vez hecha la excavación correspondiente de acuerdo al trazo y niveles de proyecto, se verificará que el fondo de la excavación en que se asiente la alcantarilla estará exento de raíces, piedras salientes, oquedades u otras irregularidades. La tubería empleada en este proyecto fue de concreto reforzado y su diámetro de 0.60 metros.

La colocación de las alcantarillas se hace siempre de aguas abajo hacia aguas arriba, ubicando siempre el extremo con la junta tipo macho hacia aguas abajo y ligas de sello, las juntas entre tubos y las perforaciones para el manejo de los tubos, se sellaron con mortero de cemento - arena en proporción (1:3).



PROCEDIMIENTO CONSTRUCTIVO PARA LA EJECUCIÓN DEL "DISTRIBUIDOR VIAL SALIDA A CHARO", EN MORELIA, MICHOACÁN.



El relleno colocado en los costados (acostillado) y alrededor de los tubos circulares, se compactó simétricamente a mano o con equipo manual, en ambos lados en capas de 15 centímetros, con el material y el grado de compactación establecidos en el proyecto. Para protección de la estructura se formó sobre el tubo un terraplén de sección trapezoidal con base superior igual a 3 veces el diámetro de la alcantarilla y colchón mínimo de 1 metro, compactado a mano o con equipo manual.



II.2.3 CAJAS CAPTADORAS CON REJILLAS TIPO IRVING

Están formadas por un cajón rectangular con una losa de concreto armado de desplante, y en los costados muros de concreto doblemente armados con acero de refuerzo de $\frac{1}{2}$ '' de diámetro y coronado con un contramarco de ángulo de 2''x 4''x $\frac{5}{16}$ '' que recibe la rejilla tipo Irving.

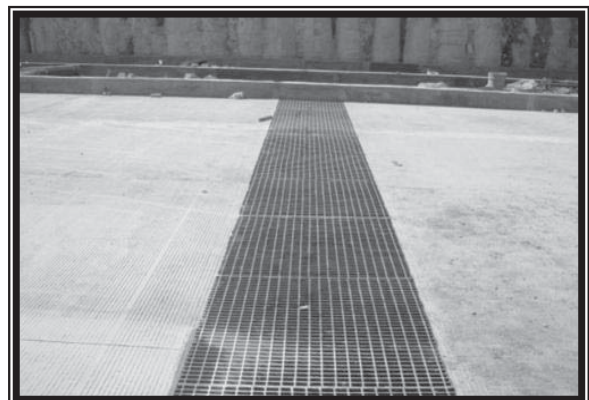


PROCEDIMIENTO CONSTRUCTIVO PARA LA EJECUCIÓN DEL "DISTRIBUIDOR VIAL SALIDA A CHARO", EN MORELIA, MICHOACÁN.



Estos elementos están situados en puntos estratégicos para recolectar la mayor cantidad de agua pluvial; En el caso del túnel están ubicados de manera perpendicular al eje del camino y en ambos sentidos de circulación, conectados entre sí por medio de la línea de drenaje principal del túnel que es de concreto reforzado de 0.60 metros de diámetro, quedando distribuidas de la siguiente manera: tres rejillas en el acceso lado camelinas en ambos sentidos y cuatro en el acceso lado abastos sentido camelinas – abastos, y tres en el sentido abastos – camelinas del mismo acceso, asegurando así la recolección de los escurrimientos generados por la precipitación pluvial de la zona del distribuidor vial.

En el caso de las gasas laterales, se ubicaron en las bocacalles (gasa No. 41, en el lado sur, sentido avenida camelinas – salida a Charo) y en puntos conflictivos como son los puntos de afluencia y sin salida pluvial como es la gasa No. 11, lado poniente, en el sentido calzada Madero – libramiento hacia avenida camelinas y en el acceso al paso superior vehicular (PSV) lado oriente o salida a Charo.





**PROCEDIMIENTO CONSTRUCTIVO PARA LA EJECUCIÓN DEL
"DISTRIBUIDOR VIAL SALIDA A CHARO",
EN MORELIA, MICHOACÁN.**



II.3 PAVIMENTOS

II.3.1 CARACTERÍSTICAS Y TIPOS

Se llama pavimento al conjunto de capas de material seleccionado que reciben en forma directa las cargas del tránsito y las transmiten a los estratos inferiores en forma disipada, proporcionando una superficie de rodamiento, la cual debe funcionar eficientemente. Las condiciones necesarias para un adecuado funcionamiento son las siguientes: anchura, trazo horizontal y vertical, resistencia adecuada a las cargas para evitar las fallas y los agrietamientos, además de una adherencia adecuada entre el vehículo y el pavimento aún en condiciones húmedas.

Deberá presentar una resistencia adecuada a los esfuerzos destructivos del tránsito, de la intemperie y del agua. Debe tener una adecuada visibilidad y contar con un paisaje agradable para no provocar fatigas.

Puesto que los esfuerzos en un pavimento decrecen con la profundidad, se deberán colocar los materiales de mayor capacidad de carga en las capas superiores, siendo de menor calidad los que se colocan en las terracerías además de que son los materiales que más comúnmente se encuentran en la naturaleza, y por consecuencia resultan los más económicos.

La división en capas que se hace en un pavimento obedece a un factor económico, ya que cuando determinamos el espesor de una capa el objetivo es darle el grosor mínimo que reduzca los esfuerzos sobre la capa inmediata



PROCEDIMIENTO CONSTRUCTIVO PARA LA EJECUCIÓN DEL "DISTRIBUIDOR VIAL SALIDA A CHARO", EN MORELIA, MICHOACÁN.



inferior. La resistencia de las diferentes capas no solo dependerá del material que la constituye, también resulta de gran influencia el procedimiento constructivo; siendo dos factores importantes la compactación y la humedad, ya que cuando un material no se acomoda adecuadamente, éste se consolida por efecto de las cargas y es cuando se producen deformaciones permanentes.

Existen dos tipos de pavimentos: **rígidos y flexibles.**

El pavimento rígido se compone de losas de concreto hidráulico que en algunas ocasiones presenta un armado de acero, tiene un costo inicial más elevado que el flexible, su periodo de vida varía entre 20 y 40 años; el mantenimiento que requiere es mínimo y solo se efectúa (comúnmente) en las juntas de las losas.

El pavimento flexible resulta más económico en su construcción inicial, tiene un periodo de vida de entre 10 y 15 años, pero tienen la desventaja de requerir mantenimiento constante para cumplir con su vida útil. Este tipo de pavimento está compuesto principalmente de una carpeta asfáltica, de la base y de la sub-base.

Para este proyecto se construyó un pavimento tipo flexible en las gasas para las vueltas derechas y en la glorieta para las vueltas izquierdas. A su vez se utilizó un pavimento rígido en el total del túnel y accesos, esto debido a la inestabilidad de la capa de desplante encontrada por la presencia de agua y arcillas de baja capacidad de carga.



PROCEDIMIENTO CONSTRUCTIVO PARA LA EJECUCIÓN DEL "DISTRIBUIDOR VIAL SALIDA A CHARO", EN MORELIA, MICHOACÁN.



En la particularidad de nuestro proyecto, se plantea una solución radical e innovadora para el problema de la presencia de agua en la capa de desplante de las estructuras y caso particular del desplante de los pavimentos, tal solución se denomina base estabilizada con **“ROAD CEM”**.

II.3.2 PROCEDIMIENTO DE COLOCACIÓN DE BASE ESTABILIZADA CON ROAD CEM

II.3.2.1 CARACTERÍSTICAS DEL ROAD CEM

Este producto está expresamente diseñado para su aplicación en la construcción de caminos y estabilización de suelos. Es un grano fino elaborado con una nueva tecnología a base de metales de tierra alcalinos y zeolitas sintéticas, complementados con un complejo activador que otorgan propiedades únicas. Mejora el rendimiento e incrementa la resistencia y flexibilidad de los materiales utilizados en la construcción de caminos y carreteras. Utilizado en conjunto con cemento, permite la construcción de caminos, inclusive, con materiales que anteriormente se consideraban inadecuados para este fin.

II.3.2.2 PROCEDIMIENTO

1.- PREPARACIÓN DE LA SUPERFICIE.

La superficie que se va a tratar con Road Cem se debe acondicionar con la utilización de una Motoconformadora, hasta dejarla aceptablemente nivelada, posteriormente se disgrega el material con la utilización de una recicladora.



PROCEDIMIENTO CONSTRUCTIVO PARA LA EJECUCIÓN DEL "DISTRIBUIDOR VIAL SALIDA A CHARO", EN MORELIA, MICHOACÁN.



Equipo requerido: Motoconformadora y Recicladora.

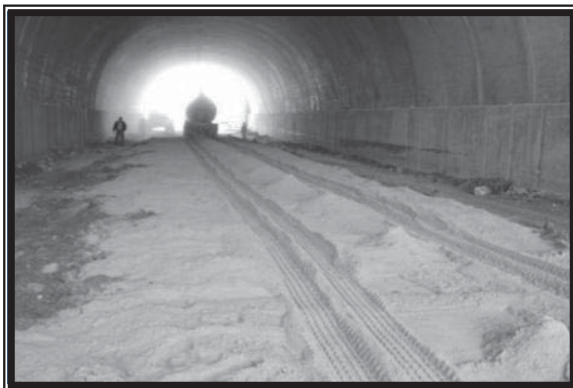


2.- INCORPORACIÓN DE CEMENTO A GRANEL.

Se distribuye adecuadamente el cemento a razón de 180 kg/m^3 en el área a tratar con la utilización de una Motoconformadora.

Equipo requerido:

Tolva de cemento y Motoconformadora





PROCEDIMIENTO CONSTRUCTIVO PARA LA EJECUCIÓN DEL "DISTRIBUIDOR VIAL SALIDA A CHARO", EN MORELIA, MICHOACÁN.



3.- MEZCLADO DE CEMENTO Y MATERIAL INERTE.

Una vez que el cemento ha sido colocado se procede a mezclar el cemento con el material inerte, dándole una pasadas con la recicladora para homogenizar la mezcla.

Equipo requerido:

Recicladora



4.- INCORPORACIÓN DEL ROAD-CEM.

El ROAD CEM se distribuirá en forma manual sobre la superficie ya mezclada con cemento, esparciendo en forma uniforme y distributiva sobre la superficie a tratar.

Es necesario obtener un peso exacto del ROAD CEM de acuerdo a la proporción con relación a la superficie a tratar, la cual para la base de pavimentos es de 1.8 kg/m³.

Equipo requerido:



PROCEDIMIENTO CONSTRUCTIVO PARA LA EJECUCIÓN DEL "DISTRIBUIDOR VIAL SALIDA A CHARO", EN MORELIA, MICHOACÁN.



Báscula y tamiz.



5.-MEZCLADO DE MATERIAL INERTE, CEMENTO Y ROAD CEM.

Es necesario proporcionar un mezclado adecuado y uniforme de los distintos materiales hasta lograr la homogeneidad en toda la mezcla.

Equipo requerido:

Recicladora.





PROCEDIMIENTO CONSTRUCTIVO PARA LA EJECUCIÓN DEL "DISTRIBUIDOR VIAL SALIDA A CHARO", EN MORELIA, MICHOACÁN.



6.- INCORPORACIÓN DE AGUA.

Una vez que la mezcla de materiales ha quedado homogénea, se le agrega agua con una pipa con esparcidor para la distribución uniforme del agua y lograr una perfecta humedad.

Equipo requerido:

Pipa con esparcidor.



7.- MEZCLADO DE MATERIALES HUMEDECIDOS.

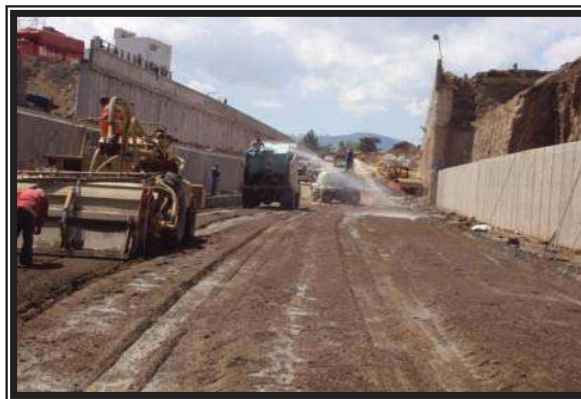
Se efectúa el mezclado en todo el espesor especificado de la mezcla con ayuda de la recicladora, procurando que el Road Cem quede bien homogenizado con el resto de los materiales y revisando manualmente el grado de humedad para evitar la saturación de la mezcla.

Equipo requerido:

Recicladora.



PROCEDIMIENTO CONSTRUCTIVO PARA LA EJECUCIÓN DEL "DISTRIBUIDOR VIAL SALIDA A CHARO", EN MORELIA, MICHOACÁN.



Se procede a seguir incorporando agua y mezclando con ayuda de la recicladora cuantas veces sea necesario, hasta alcanzar un grado de humedad óptimo.

Equipo requerido:

Pipa con esparcidor y Recicladora.



8.- EXTENDIDO.

Posteriormente y después de haber alcanzado la humedad óptima así como el mezclado homogenizado, se procede a extender la mezcla elaborada.

Equipo requerido:

Motoconformadora.



PROCEDIMIENTO CONSTRUCTIVO PARA LA EJECUCIÓN DEL "DISTRIBUIDOR VIAL SALIDA A CHARO", EN MORELIA, MICHOACÁN.



9.- COMPACTACIÓN.

Una vez extendido el material, se compacta la superficie a un 95% del peso volumétrico seco y suelto (PVSS) hasta conseguir que el material no ceda a la compresión del rodillo.

Equipo requerido:

Vibrocompactador



10.- CURADO DE LA CAPA.

Se deberá mantener húmeda la superficie del material durante 24 horas para obtener un fraguado uniforme de la capa de la base estabilizada con Road Cem.

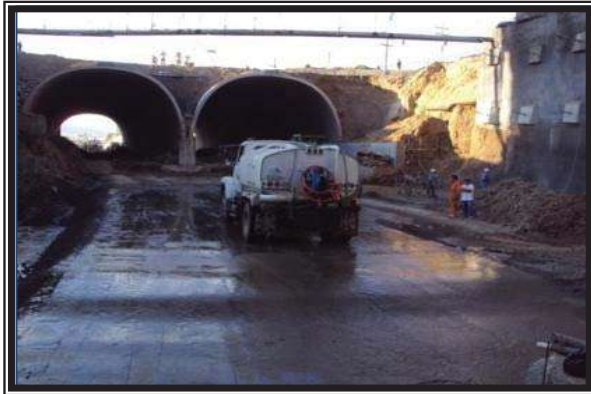


PROCEDIMIENTO CONSTRUCTIVO PARA LA EJECUCIÓN DEL "DISTRIBUIDOR VIAL SALIDA A CHARO", EN MORELIA, MICHOACÁN.



Equipo requerido:

Pipa con esparcidor



II.4 CARPETA ASFÁLTICA.

II.4.1 CARACTERÍSTICAS

La carpeta asfáltica es la parte superior del pavimento flexible que proporciona la superficie de rodamiento, es elaborada con material pétreo seleccionado y un producto asfáltico dependiendo del tipo de camino que se va a construir, las principales características que debe cumplir el pétreo son las siguientes:

- Un diámetro menor de una pulgada y tener una granulometría adecuada.
- Deberá tener cierta dureza para lo cual se le efectuarán los ensayos de desgaste los Ángeles, intemperismo acelerado, densidad y durabilidad.
- La forma de la partícula deberá ser lo más cúbica posible,



**PROCEDIMIENTO CONSTRUCTIVO PARA LA EJECUCIÓN DEL
"DISTRIBUIDOR VIAL SALIDA A CHARO",
EN MORELIA, MICHOACÁN.**



En las mezclas asfálticas, es de gran importancia conocer la cantidad de asfalto por emplearse, debiéndose buscar un contenido óptimo; ya que en una mezcla este elemento forma una membrana alrededor de las partículas de un espesor tal que sea suficiente para resistir los efectos del tránsito y de la intemperie, pero no debe resultar muy gruesa ya que además de resultar antieconómica puede provocar una pérdida de la estabilidad en la carpeta, además este exceso de asfalto puede hacer resbalosa la superficie, para calcular este óptimo se tienen las pruebas de compresión simple para mezclas en frío, la prueba Marshall para mezclas en caliente.

El tipo y espesor de una carpeta asfáltica se elige de acuerdo con el tránsito que va a transitar por ese camino, tomando en cuenta el siguiente criterio.

<i>Intensidad del tránsito pesado en un solo sentido</i>	<i>Tipo de carpeta</i>
Mayor de 2000 vehículo/día	Mezcla en planta de 7.5 cms. de espesor mínimo
1000 a 2000	Mezcla en planta con un espesor mínimo de 5 cms.
500 a 1000	Mezcla en el lugar o planta de 5 cms. como mínimo
Menos de 500	Tratamiento superficial simple o múltiple.



PROCEDIMIENTO CONSTRUCTIVO PARA LA EJECUCIÓN DEL "DISTRIBUIDOR VIAL SALIDA A CHARO", EN MORELIA, MICHOACÁN.



II.4.2 PROCEDIMIENTO CONSTRUCTIVO DE LA CARPETA.

Sobre la capa de base estabilizada con ROAD CEM debidamente terminada y aproximadamente 2 horas antes de que llegue el concreto asfáltico se aplicará en todo el ancho de la sección en trabajo de acuerdo al proyecto, un riego de impregnación y de liga con emulsión asfáltica catiónica a razón de 1.2 litros/m².



Esta capa de emulsión nos ayudará a que exista una adherencia adecuada entre el suelo de la base estabilizada y la carpeta asfáltica, se barren los charcos de asfalto excesivo y se elimina el total de la basura y materiales extraños, para evitar que este riego sea desprendido por las ruedas de los vehículos. Después de la aplicación del riego de liga, se construye una carpeta de concreto asfáltico de 0.07 metros de espesor, utilizando material procedente del banco y cemento asfáltico AC-20 con una dosificación aproximadamente de 130 kg/m³ de material pétreo seco y suelto, la mezcla se elaboró en planta y en caliente, el tendido se efectuó compactándola al 95% de su peso volumétrico determinado en la Prueba Marshall.



PROCEDIMIENTO CONSTRUCTIVO PARA LA EJECUCIÓN DEL "DISTRIBUIDOR VIAL SALIDA A CHARO", EN MORELIA, MICHOACÁN.



La mezcla asfáltica debe llegar para su colocación a una temperatura no menor de 120° C, esto se verifica con un termómetro. La mezcla se vacía en la máquina extendedora que forma una capa de mezcla asfáltica, se recomienda tener una cuadrilla de rastrillos que aseguren una textura conveniente en la superficie y que borren las juntas longitudinales entre franjas. Inmediatamente después de colocar la carpeta y a una temperatura no menor de 120° C se le aplica una compactación con un rodillo ligero de entre 8 y 10 toneladas de peso; los rodillos se moverán paralelamente al eje del camino y de la orilla hacia el centro, y del lado interior hacia el exterior en las curvas.



PROCEDIMIENTO CONSTRUCTIVO PARA LA EJECUCIÓN DEL "DISTRIBUIDOR VIAL SALIDA A CHARO", EN MORELIA, MICHOACÁN.



Después de hacer esto con el rodillo ligero, se compacta con un rodillo neumático más pesado hasta alcanzar el grado de compactación que marca el proyecto (min. 95%) la compactación deberá terminar cuando se llegue a esta posición y para comprobarlo se efectuarán calas, para esto se corta en frío usando un chaflán y procurando no dañar la base, para de esa manera realizar los ajustes necesarios.

La carpeta deberá presentar un índice de permeabilidad menor del 10%. Por último en la carpeta se agrega un riego de sello, el cual consiste en una emulsión, la cual se cubre con un material pétreo del tipo 3E, esto se compacta para que penetre en la carpeta y con ello evitar que se introduzca el agua en ella, además protege a la carpeta del desgaste y proporciona una superficie antiderrapante.



**PROCEDIMIENTO CONSTRUCTIVO PARA LA EJECUCIÓN DEL
"DISTRIBUIDOR VIAL SALIDA A CHARO",
EN MORELIA, MICHOACÁN.**



**III VIADUCTO PARA EL PASO SUPERIOR DE LA CALZADA
MADERO A SALIDA CHARO**

III.1 INFRAESTRUCTURA.

La infraestructura es la parte de la construcción que está bajo el nivel del suelo, es decir, la cimentación. La cimentación del paso superior vehicular está conformada por 55 pilotes, ordenados en 2 cargadores y 9 pilas; (5 pilotes por cada una); los cuales fueron colados en sitio.

De acuerdo con la terminología utilizada por la Secretaría de Comunicaciones y Transportes para referirse a los puentes, se denominará pilote al elemento de cimentación profunda de ancho de sección mayor a 60 cm. que se cuela en sitio en perforaciones previas en el terreno; Y se utiliza el término pila para referirse a la parte vertical de la subestructura que es generalmente visible, se encuentra al aire libre y apoya directamente a la superestructura.

Los pilotes forman 10 claros, y de acuerdo al proyecto provisto por la Secretaría deben de cumplir con 1.20 metros de diámetro y desplantes a una profundidad que oscilan desde los 9.00 metros a los 13.00 metros, utilizando concreto con una resistencia a la compresión de $f'_c = 250 \text{ Kg. /cm}^2$, cuyo revenimiento es de 18 centímetros y agregado grueso con tamaño máximo de 2.5 centímetros de diámetro, se vibra y acomoda al colocarlo por medio del sistema Tremie.

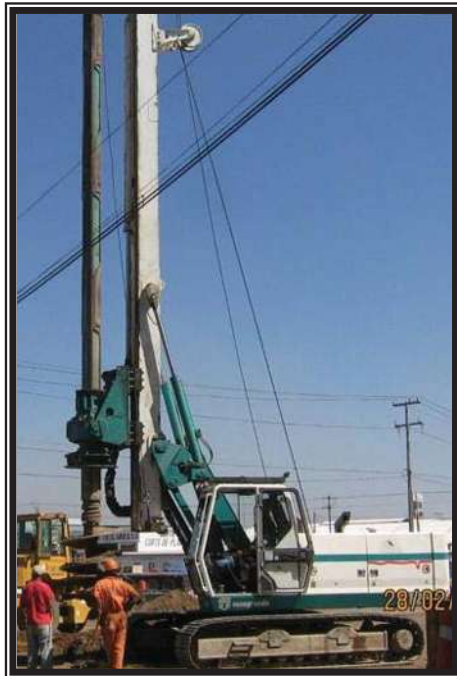
Se utilizó acero de refuerzo de límite elástico de $f_y = 4200 \text{ Kg. /cm}^2$.



PROCEDIMIENTO CONSTRUCTIVO PARA LA EJECUCIÓN DEL "DISTRIBUIDOR VIAL SALIDA A CHARO", EN MORELIA, MICHOACÁN.



Las perforaciones se realizaron con una perforadora rotatoria equipada con brocas en espiral y botes que cuentan con dientes y cuchillas de acero de alta resistencia, así mismo cuenta con un conjunto de poleas que sirven para izar los armados hasta el sitio de la perforación.



Previo a la perforación se realiza la limpieza, se ubican y trazan los sitios de perforación de los pilotes conforme lo indique el proyecto; Se ejecutan sin ademes dado que el suelo es firme y compacto y las paredes de la excavación se pueden mantener verticales y no se presentan derrumbes, tratando de no alterar el suelo adyacente para que se obtenga una cavidad limpia, manteniendo la perforación vertical siempre.



PROCEDIMIENTO CONSTRUCTIVO PARA LA EJECUCIÓN DEL "DISTRIBUIDOR VIAL SALIDA A CHARO", EN MORELIA, MICHOACÁN.



El armado de los pilotes se hace conforme lo señalado en el proyecto otorgado por la secretaría de comunicaciones y transportes, (Ver anexo III).



Para la colocación del concreto en los pilotes no se empleo ningún tipo de cimbra y se utilizó el procedimiento Tremie, el cual consiste en la colocación de un tubo de 20 a 30 centímetros de diámetro con varios tramos de tubería de varias longitudes para su mejor acoplamiento a la profundidad del elemento a colar, está provisto de un embudo en su parte superior y de elementos de sujeción y suspensión.



PROCEDIMIENTO CONSTRUCTIVO PARA LA EJECUCIÓN DEL "DISTRIBUIDOR VIAL SALIDA A CHARO", EN MORELIA, MICHOACÁN.



Dicho procedimiento evita la segregación de los agregados pétreos y la lechada de cemento por el efecto de vaciado de concreto a gran altura, a demás de que ayuda a la expulsión de agua (si se presentara), evitando la mezcla con el concreto por efecto de la densidad del mismo y además ayuda al vibrado y acomodo con los movimientos de chaqueteo de la tubería.



El tubo Tremie es de diámetro constante y cumple las siguientes condiciones:

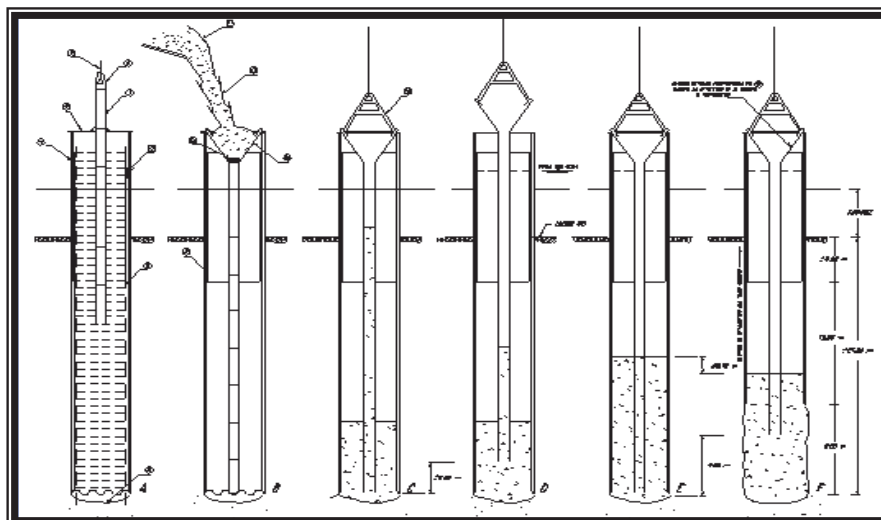
- ❖ El diámetro interior será mayor de seis veces (6) el tamaño máximo del agregado y en cualquier caso mayor de ciento cincuenta milímetros.



PROCEDIMIENTO CONSTRUCTIVO PARA LA EJECUCIÓN DEL "DISTRIBUIDOR VIAL SALIDA A CHARO", EN MORELIA, MICHOACÁN.



- ❖ La tubería debe ser perfectamente lisa en su interior y es aconsejable que también lo sea por fuera, lo primero para facilitar el flujo continuo y uniforme durante el colado y lo segundo para evitar que la tubería se atore con el armado.
- ❖ Para iniciar con el vaciado del concreto, el tubo Tremie debe colocarse sobre el fondo de la perforación, y después irlo levantarle de diez a veinte centímetros.
- ❖ Durante el vaciado, el tubo Tremie debe estar siempre inmerso en el concreto por lo menos tres metros. En caso de conocerse con precisión el nivel de concreto, la profundidad mínima de inmersión podrá reducirse a dos metros. En caso necesario y sólo cuando el concreto llegue cerca de la superficie del suelo, se podrá reducir la profundidad mencionada para facilitar el vertido del concreto.



PROCEDIMIENTO DE COLADO DE PILOTES EN SITIO CON EL SISTEMA TREMIE



PROCEDIMIENTO CONSTRUCTIVO PARA LA EJECUCIÓN DEL "DISTRIBUIDOR VIAL SALIDA A CHARO", EN MORELIA, MICHOACÁN.



- ❖ Es conveniente que el suministro se lleve a cabo a un ritmo superior a veinticinco metros cúbicos por hora de forma continua y sin interrupciones, para evitar que durante la espera el concreto inicie su fraguado y se provoquen taponamientos o juntas frías.
- ❖ Una vez colocado y fraguado el concreto, se realizará el descabezado del pilote el cual consiste en demoler el concreto saliente de la excavación para dejar libre el acero de refuerzo y así poder continuar con el armado del siguiente elemento estructural.

III.2 SUBESTRUCTURA

La subestructura es la parte que inicia desde el nivel del terreno natural y es la que soporta o sirve como apoyo de la superestructura, consiste principalmente en las columnas, cargadores y cabezales, bancos y topes laterales.

III.2.1 COLUMNAS.

Las columnas de este proyecto son construidas con un diámetro de 1.20 metros y una altura de hasta 4.50 metros. Se empleo concreto de $f'_c = 250 \text{ Kg. /cm}^2$, cuya compacidad no será menor de 0.80, con revenimiento de 14 centímetros y agregado grueso con tamaño máximo de 2.5centímetros; se debe vibrar el concreto a la hora de colocarlo para lograr su adecuado acomodo.

Se utilizó acero de refuerzo de límite elástico $f_y = 4200 \text{ Kg. /cm}^2$, el cual fue habilitado conforme lo indica el proyecto otorgado por la Secretaria en la parte



PROCEDIMIENTO CONSTRUCTIVO PARA LA EJECUCIÓN DEL "DISTRIBUIDOR VIAL SALIDA A CHARO", EN MORELIA, MICHOACÁN.



saliente del pilote, (ver anexo III). Posteriormente se procedió a colocar la cimbrará metálica, por su practicidad y reutilización, teniendo especial cuidado en el plomeo y contraventeo del elemento para evitar cualquier desfaseamiento.

Una vez fraguado el concreto, se repite el procedimiento para cada una de las columnas que forman las pilas y los cargadores.



III.2.2 CABEZALES, CARGADORES, BANCOS Y TOPES LATERALES.

Los cabezales y cargadores son los elementos estructurales que se apoyan sobre las columnas, cuya finalidad es soportar y repartir las cargas axiales de las trabes.

Los bancos son los elementos donde se colocan los neoprenos para descansar las trabes sobre los cabezales y cargadores, así mismo los topes laterales conjuntamente con los neoprenos respectivos funcionan para retener lateralmente las trabes extremas y ocultar la junta constructiva. Son de concreto armado de $f'c = 250 \text{ Kg. /cm}^2$ y cuya compacidad no es menor de 0.80, con revenimiento de 14



PROCEDIMIENTO CONSTRUCTIVO PARA LA EJECUCIÓN DEL "DISTRIBUIDOR VIAL SALIDA A CHARO", EN MORELIA, MICHOACÁN.



centímetros y agregado grueso con tamaño máximo de 2.5centímetros y acero de refuerzo de límite elástico $f_y = 4200 \text{ Kg. /cm}^2$.

Para mayor seguridad, y la correcta colocación de la cimbra de madera se hizo uso de andamiaje de acero, (marcos, crucetas y vigas). Se habilita y coloca la cimbra de madera en el cabezal y en los bancos de apoyos de las trabes pretensadas, los cuales se checan topográficamente, ya que cada uno de los once bancos van a distinta elevación, en cada cabezal y en cada pila.

Una vez verificado el armado de acero conforme al proyecto se procede a colar por medio de una bomba hidráulica y camiones mezcladores de concreto, se prevé la correcta limpieza y calzado del elemento así como el vibrado, (ver anexo III).



Este procedimiento se realiza para cada uno de los cabezales, con lo cual se concluye la subestructura.



PROCEDIMIENTO CONSTRUCTIVO PARA LA EJECUCIÓN DEL "DISTRIBUIDOR VIAL SALIDA A CHARO", EN MORELIA, MICHOACÁN.



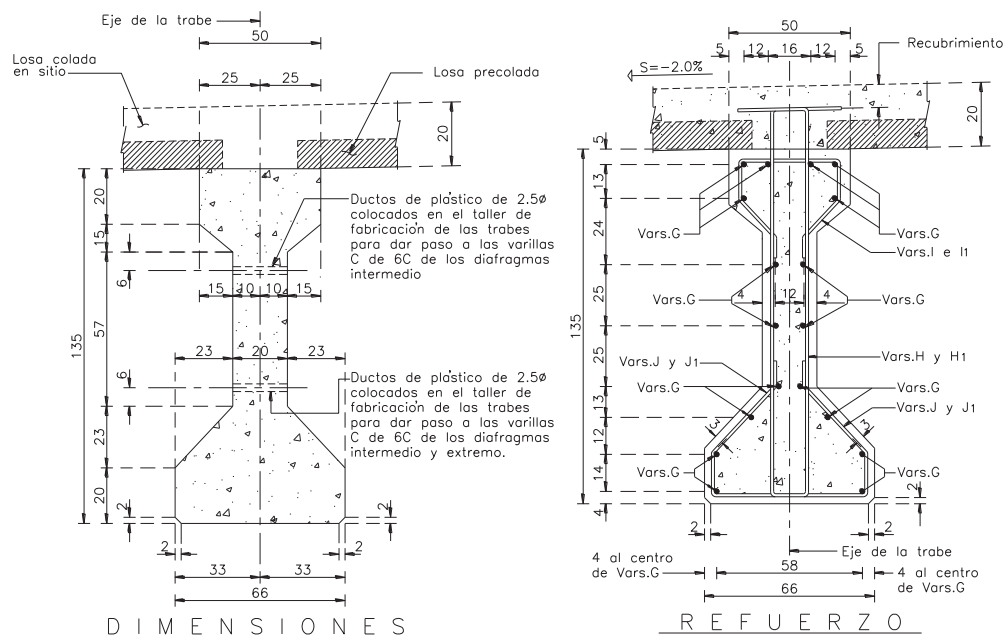
III.3 SUPERESTRUCTURA.

Formada por diez claros de losa de concreto reforzado, sobre 111 trabes de concreto precolado pretensado Tipo AASHTO IV de 32.60 metros de largo y un peralte de 1.35 metros. Ancho total de losas de 18.90 metros para carga móvil de diseño de T3S2R4 tipo I (75ton) en todos los carriles de circulación.

III.3.1 FABRICACIÓN DE TRABES.

Las trabes son Tipo AASHTO IV de 32.60 metros de largo y peralte de 1.35 metros de acuerdo a lo indicado en los planos de proyecto; El armado del acero de refuerzo se realizará siguiendo los planos, colocando las varillas sobre polines de madera, con la finalidad de evitar que se contamine si está en contacto con el suelo.

SECCIÓN TIPO





**PROCEDIMIENTO CONSTRUCTIVO PARA LA EJECUCIÓN DEL
"DISTRIBUIDOR VIAL SALIDA A CHARO",
EN MORELIA, MICHOACÁN.**



Para los movimientos de los armados de acero de refuerzo, se utilizará una grúa de 18 Ton. Capacidad, la cual se colocó en un sitio estratégico para que pueda suministrar los armados a las mesas de tensado sin efectuar grandes movimientos.

Armada la trabe se procede a la colocación de los ductos para los diafragmas ubicándolos de acuerdo a lo indicado en los planos de proyecto, (ver anexo III). Desde el inicio de los trabajos se selecciona y nivela el área destinado para este fin, donde se instalaron dos mesas de tensado (cama de pre esfuerzo) incluyendo dos moldes tipo ASSHTO IV para iniciar los colados respectivos.

Una vez colocado el acero previamente habilitado en la mesa de tensado, se calza con separadores de concreto ("pollos") y de la misma forma se le da el recubrimiento indicado en el proyecto, tanto en la parte inferior como en las paredes de contacto con los moldes.

Posteriormente se coloca el acero de pre esfuerzo (Torón) de 1.27 de diámetro con limite de ruptura de $LR=19,000\text{kg/cm}^2$, en unos devanadores para poder tender los cables sobre la mesa de trabajo, y se insertan en los armados acomodándose en los orificios de los peines extremos para colocarle los dispositivos de anclaje denominados barriletes.

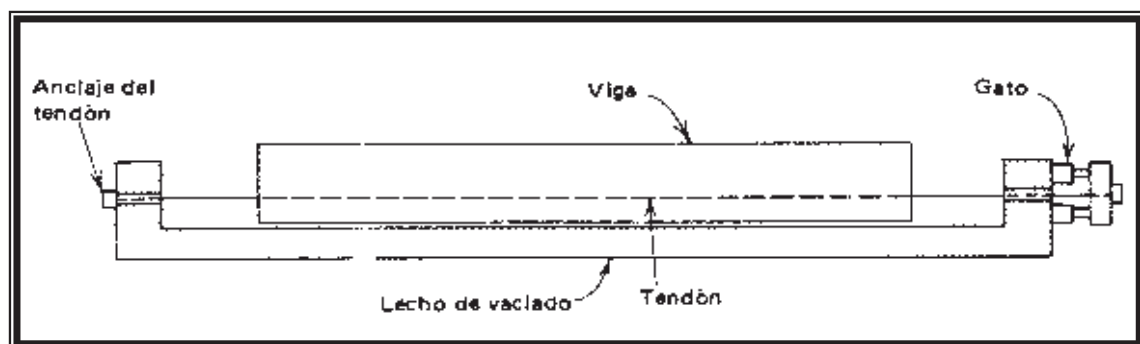


PROCEDIMIENTO CONSTRUCTIVO PARA LA EJECUCIÓN DEL "DISTRIBUIDOR VIAL SALIDA A CHARO", EN MORELIA, MICHOACÁN.



El tensado del acero de pre esfuerzo se realiza por medio de una bomba hidráulica y un gato mono-torón para poder tensar cable por cable. La fuerza a aplicar a los cables fue de $14,250 \text{ kg/cm}^2$.

Los tendones, que generalmente son de cable torcido con varios torones de varios alambres cada uno, se re-estiran o tensan entre apoyos que forman parte permanente de la mesa de tensado, como se ilustra en la figura.





PROCEDIMIENTO CONSTRUCTIVO PARA LA EJECUCIÓN DEL "DISTRIBUIDOR VIAL SALIDA A CHARO", EN MORELIA, MICHOACÁN.



Se mide el alargamiento de cada uno de los torones, así como la fuerza de tensión aplicada por los gatos.



III .3.1.1 VACIADO DE CONCRETO.

Previo al vaciado del concreto se coloca un aditivo desmoldante, el concreto empleado en la fabricación de las trabes fue de un $f'c = 450 \text{ kg/cm}^2$ de acuerdo a los planos de proyecto otorgado por la Secretaría. Se utilizó un revenimiento de 20 centímetros, esto debido al acelerante a 24 horas requerido, ya que al momento del vaciado en el molde el concreto disminuye su revenimiento a 16 centímetros, el cual nos permitía el perfecto acomodo del mismo.

Para evitar las juntas frías en el elemento se procuro la correcta programación de los camiones revoladores de concreto, de tal manera que cuando se estuviera vertiendo la primera hoyo, ya estuviera en el patio de fabricación la siguiente, y así sucesivamente hasta terminar el colado de la trabe.



PROCEDIMIENTO CONSTRUCTIVO PARA LA EJECUCIÓN DEL "DISTRIBUIDOR VIAL SALIDA A CHARO", EN MORELIA, MICHOACÁN.



Cuando el concreto haya fraguado se descimbra y se aplica una membrana de curado para evitar que los elementos pierdan humedad, Después de haberse logrado suficiente resistencia, al menos de un 90 % conforme marca el proyecto, se cortan los torones, estos tienden a acortarse, pero no lo hacen por estar ligados por adherencia al concreto. En esta forma, la fuerza de pre esfuerzo es transferida al concreto, en su mayor parte cerca de los extremos de la viga, y no se necesita de ningún anclaje especial. Se trasladan a un patio de almacenamiento previamente seleccionado utilizando para ello dos grúas de la capacidad adecuada.

III.3.1.2 CARGA, TRANSPORTE Y MONTAJE.

Las trabes se acarrean del patio de almacenamiento y producción por medio de tractocamiones y dollies habilitados especialmente para su traslado; La carga y montaje se realiza con dos grúas de 75 Ton de capacidad de acuerdo con la



PROCEDIMIENTO CONSTRUCTIVO PARA LA EJECUCIÓN DEL "DISTRIBUIDOR VIAL SALIDA A CHARO", EN MORELIA, MICHOACÁN.



longitud y peso de las trabes. Previo a esta actividad se colocaron los neoprenos de sección rectangular de 20 x 30 x 7 centímetros en los bancos de apoyo así como el tope lateral.



III.3.2 DIAFRAGMAS.

Después de haber montado el grupo de trabes se procederá a colar los diafragmas que son los elementos de sujeción entre trabe y trabe. Estos elementos son de concreto armado de un $f'c=250 \text{ kg/cm}^2$ y acero conforme a proyecto, se cuela con ayuda de una bomba de concreto y camiones mezcladores. Llevan elementos de sujeción en el sentido longitudinal





PROCEDIMIENTO CONSTRUCTIVO PARA LA EJECUCIÓN DEL "DISTRIBUIDOR VIAL SALIDA A CHARO", EN MORELIA, MICHOACÁN.



consistente en varillas con puntas roscadas y placas de $\frac{1}{2}$ '' rectangulares de 10 x 20 centímetros, así como rondanas de presión y tuercas galvanizadas.

III.3.3 LOSAS.

Una vez que el grupo de trabes entre pilas se hayan montado, se procede a la colocación de las prelosas previamente prefabricadas, las cuales son de concreto armado y sirven como cimbra perdida para la construcción de las losas. Son 310 piezas por claro y están ordenadas en 10 filas de 31 elementos. Con la utilización de las prelosas prefabricadas se reduce el tiempo y costo de cimbrado por no tener que habilitar y usar cimbra de madera en los espacios reducidos entre las trabes, además de que se contribuye a la ecología con el ahorro en la utilización de la madera.

Aunado a las prelosas, se coloca un bolado de cimbra de madera de un metro de ancho por 32.60 m de largo de cada lado, esto para cumplir con el ancho requerido de proyecto y a su vez alojar el acero correspondiente a la guarnición del parapeto metálico.

Una vez que las prelosas han sido colocadas y sujetadas entre las trabes se procede al armado de acero de refuerzo, revisando que no esté contaminado ni contenga demasiado óxido, ya que puede corroerlo, se realiza de acuerdo a lo indicado en el proyecto entregado por la Secretaría, (ver anexo III).

Colocado el acero de refuerzo, se realiza limpieza y lavado con agua a presión en



PROCEDIMIENTO CONSTRUCTIVO PARA LA EJECUCIÓN DEL "DISTRIBUIDOR VIAL SALIDA A CHARO", EN MORELIA, MICHOACÁN.



trabes y prelosas para posteriormente colocarle un aditivo unidor de concreto viejo con nuevo y proceder a realizar el colado respectivo de la losa, la cual tiene un espesor de 20 centímetros, se utiliza concreto de un $f'c = 250 \text{ kg/cm}^2$ con revenimiento de 14 centímetros y tamaño máximo del agregado grueso de 2.5 centímetros utilizando para ello camiones revolvedores y una bomba de concreto con pluma para alcanzar la altura del colado.

Para el perfecto acomodo y acabado del concreto se utilizó una regla vibratoria deslizante sobre rieles de 9 m de largo, con la cual se garantizó un espesor constante y un adecuado acomodo del concreto.



El curado se realiza aplicando una membrana de curado cuya base es agua y parafina de pigmentación blanca con ayuda de una bomba a presión.

Esta acción se repite en todas las losas hasta culminar toda la superficie del viaducto. Una vez terminadas las losas se construyen las guarniciones y los parapetos metálicos conforme lo indica el proyecto.

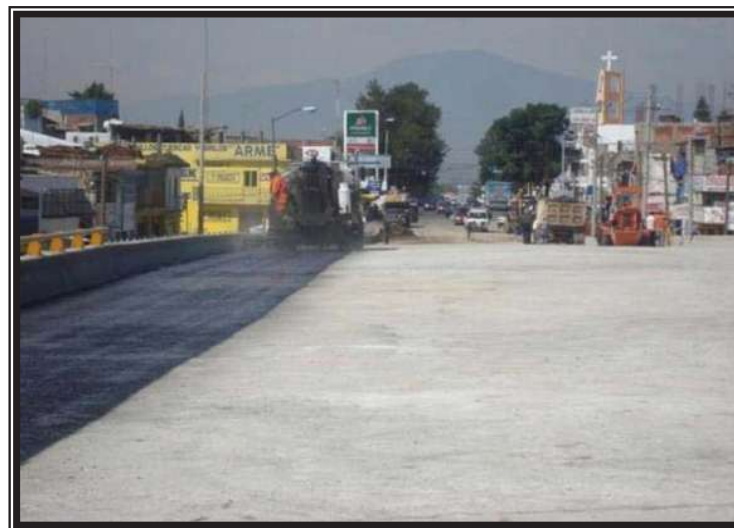


PROCEDIMIENTO CONSTRUCTIVO PARA LA EJECUCIÓN DEL "DISTRIBUIDOR VIAL SALIDA A CHARO", EN MORELIA, MICHOACÁN.



III.4 PAVIMENTOS.

Se realiza un barrido de la superficie por medio de una barredora autopropulsada, con el fin de dejar limpia la superficie que permita posteriormente aplicar el riego de liga por medio de la petrolizadora, el riego de liga se hace con la emulsión y la dosificación indicada en las especificaciones que marque el proyecto.





PROCEDIMIENTO CONSTRUCTIVO PARA LA EJECUCIÓN DEL "DISTRIBUIDOR VIAL SALIDA A CHARO", EN MORELIA, MICHOACÁN.



Posteriormente se procede a colocar la carpeta la cual es de planta (en caliente), se fabrica a 160°C y se tiende finalmente a 120°C; una vez tendida y rastrillada la carpeta se compacta y se deja al espesor solicitado de 4 centímetros, compactada al 95%, por medio de un compactador de rodillos lisos y posteriormente se complementa con un rodillo de neumáticos para dar la estructura final de textura cerrada e impermeable con su nivelación y bombeo de acuerdo con el proyecto.



Los accesos al viaducto son a base de muros de contención de concreto reforzado, de una longitud de 78.20 metros, en el acceso I (lado poniente o Centro - Catedral) y de 108 metros en el acceso II (lado oriente o Charo - Ciudad Industrial).

Para la realización de los muros se procedió primeramente con la demolición de los elementos existentes (guarniciones y banquetas del camellón central existente en



PROCEDIMIENTO CONSTRUCTIVO PARA LA EJECUCIÓN DEL "DISTRIBUIDOR VIAL SALIDA A CHARO", EN MORELIA, MICHOACÁN.



dirección Morelia Charo). Se realiza el trazo y nivelación topográfica de las zapatas de desplante y se realiza la excavación a una profundidad variable de entre 1.20 metros hasta 1.80 metros de lado del acceso II lado Charo. Así mismo del lado madero, acceso I, con la diferencia de que debido a que se encontró cantera a una profundidad de excavación de 1.00 se realizó el desplante a esta profundidad.

La sección de las zapatas y muros respectivamente, varían en altura y espesor conforme aumenta el nivel de rasante del PSV (ver anexo III), pero el procedimiento constructivo de su ejecución es el mismo para todos, el cual se describe a continuación.

Se coloca una plantilla de concreto pobre y revenimiento bajo para la colocación de acero previamente habilitado conforme lo indica el proyecto, se colocan las varillas verticales así como la cimbra de madera de la zapata y se cuela con concreto $f'c = 250 \text{ kg/cm}^2$ con acelerante a 15 días para agilizar la actividad correspondiente a la formación de terraplenes confinados entre los muros de contención.





PROCEDIMIENTO CONSTRUCTIVO PARA LA EJECUCIÓN DEL "DISTRIBUIDOR VIAL SALIDA A CHARO", EN MORELIA, MICHOACÁN.



Se procede a colocar el acero longitudinal de los segmentos de muros. La sección del muro de contención es variable tanto en su desplante como en su corona, por lo que se plomea solo la cara de la cimbra de madera exterior del muro; Ya bien amarrada y apuntalada la cimbra de la sección del muro se plomea y se cuela con concreto $f'c = 250 \text{ kg/cm}^2$ con acelerante a 15 días con ayuda de una pluma y camiones mezcladores.



El procedimiento se realiza para ambos accesos y se continúa hasta llegar al punto donde se intercepta la rasante del paso superior vehicular y la de las vialidades existente.

Una vez concluidos los muros de contención y ya alcanzado su resistencia, se procedió a realizar los terraplenes de los accesos, con material compactable de



PROCEDIMIENTO CONSTRUCTIVO PARA LA EJECUCIÓN DEL "DISTRIBUIDOR VIAL SALIDA A CHARO", EN MORELIA, MICHOACÁN.



banco, con ayuda de maquinaria pesada. Se realizó en capas cuidando se humedeciera perfectamente el material para su correcto acomodo y compactación.





**PROCEDIMIENTO CONSTRUCTIVO PARA LA EJECUCIÓN DEL
"DISTRIBUIDOR VIAL SALIDA A CHARO",
EN MORELIA, MICHOACÁN.**



**IV TUNEL PARA EL PASO SUBTERRANEO DEL LIBRAMIENTO DE
MORELIA.**

IV.1 ACCESOS

Los accesos al túnel están orientados sobre el libramiento de Camelinas a la Central de Abastos. Debido a que la construcción de la obra está dentro de la zona urbana, y para no afectar con taludes convencionales generando una reducción de espacio y consecuentemente afectase los carriles de circulación alternos o bien denominadas gasas laterales, fue necesario la construcción de muros de contención a base de pilotes colados en sitio, mismos que evitaron el deslizamiento de los taludes del terreno natural al realizar el vaciado de material entre las líneas de pilotes para conformar los accesos al túnel, están dispuestos en forma alterna del Km. 15+160.80 al 15+230.00 y del Km. 15+672.00 al 15+739.20 y tangenciales o de forma continua del Km. 15+230.00 al 15+360.00 y del 15+564.00 al 15+672.00, son de 1.20 m de diámetro y de longitudes variables desde 6.00 metros, hasta 14.00 metros conforme a la profundidad de la rasante del libramiento y su llegada al túnel. La separación entre ejes de las líneas de pilotes es de 24.77 metros en lo que se aloja seis carriles y un camellón central de 3.20 metros de ancho.

Las longitudes de los accesos son de 240.0 metros del lado de Camelinas (lado sur o acceso I) y de 296.0 metros del lado de la Central de Abastos (lado norte o acceso II).



PROCEDIMIENTO CONSTRUCTIVO PARA LA EJECUCIÓN DEL "DISTRIBUIDOR VIAL SALIDA A CHARO", EN MORELIA, MICHOACÁN.



IV.1.1 PILOTES

Posterior al trazo topográfico se realizó la excavación para alojar los pilotes colados en sitio conforme al diámetro de proyecto de 1.20 metros. Las perforaciones se realizaron con una perforadora rotatoria equipada con brocas en espiral y botes que cuentan con dientes y cuchillas de acero de alta resistencia, así mismo cuenta con un conjunto de poleas que sirven para izar los armados hasta el sitio de la perforación.

Para evitar que las excavaciones se colapsen y como se dijo anteriormente por falta de espacio por encontrarse en una zona urbana, se construyen los pilotes en forma tangencial o de forma continua y terciada sobre cada uno de los ejes de pilotes, para proceder en forma simultánea en ambos lados de los accesos.



PROCEDIMIENTO CONSTRUCTIVO PARA LA EJECUCIÓN DEL "DISTRIBUIDOR VIAL SALIDA A CHARO", EN MORELIA, MICHOACÁN.



Paralelo a esta actividad, se realizara el habilitado y armado del acero de refuerzo utilizando varillas de límite elástico de $f_y = 4000 \text{ kg/cm}^2$, conforme lo marca el proyecto otorgado por la secretaria, (ver anexo IV).





PROCEDIMIENTO CONSTRUCTIVO PARA LA EJECUCIÓN DEL "DISTRIBUIDOR VIAL SALIDA A CHARO", EN MORELIA, MICHOACÁN.



Se alinea el armado dentro de la excavación y se fija para evitar movimientos durante la colocación del concreto. Posteriormente se procedió a la colocación del concreto en el sitio utilizando el sistema "Tremie", mencionado en el capítulo III.



Una vez colados y fraguados los pilotes colados en sitio, se pudo realizar la perforación de los pilotes intermedios para así tener conformado el arreglo de pilotes tangenciales que servirán como retenedores de las vialidades laterales.

Posterior a esta actividad, se realiza la excavación entre las líneas de pilotes construidos, en la cual se alojaron los accesos y túnel propiamente.

Estas excavaciones se realizaron a nivel de la subrasante, la cual únicamente se reniveló y recompactó para quedar lista y recibir la base estabilizada con Road Cem.



PROCEDIMIENTO CONSTRUCTIVO PARA LA EJECUCIÓN DEL "DISTRIBUIDOR VIAL SALIDA A CHARO", EN MORELIA, MICHOACÁN.



IV.1.2 REMATE DE PILOTES

Una vez concluido el colado de los pilotes, se procede a la construcción de los remates de pilotes, los cuales están constituidos por una zapata de concreto armado desplantada directamente sobre las coronas de los pilotes previamente realizada la limpieza de aceros y coronas, a demás de un muro de contención de 0.40 metros de ancho y 1.20 metros de alto con anclas metálicas embebidas, en las cuales se desplanta el parapeto metálico, como se indique en los planos de proyecto, (ver anexo IV).

La función de estos elementos es retener prácticamente la estructura del pavimento de las gasas laterales, a demás de funcionar en conjunto con el parapeto metálico como protección de los vehículos y peatones que transitan por las vías laterales.





**PROCEDIMIENTO CONSTRUCTIVO PARA LA EJECUCIÓN DEL
"DISTRIBUIDOR VIAL SALIDA A CHARO",
EN MORELIA, MICHOACÁN.**



IV.1.3 MUROS DE CONTENCIÓN

Al inicio de los accesos se construyeron unos muros de contención de concreto armado de $f'c$ 250 Kg/cm² y acero de refuerzo de $f'y = 4200$ /cm², de 0.40 metros de ancho y hasta 4.60 metros de altura con una zapata de 1.60 metros de ancho x 0.50 metros de peralte, desplantados sobre plantillas de concreto simple de 100 Kg/cm².

Los subtramos en donde se construyeron estos muros son:

Del cuerpo A (acceso de Camelinas hacia Abastos)

Lado derecho Est. 15+120.00 al 15+160.80

Lado derecho Est. 15+739.20 al 15+860.00

Del cuerpo B (acceso de Abastos hacia Camelinas)

Lado izquierdo Est. 15+120.00 al 15+160.80

Lado izquierdo Est. 15+739.20 al 15+860.00





**PROCEDIMIENTO CONSTRUCTIVO PARA LA EJECUCIÓN DEL
"DISTRIBUIDOR VIAL SALIDA A CHARO",
EN MORELIA, MICHOACÁN.**



**IV.2 CONSTRUCCIÓN DEL TÚNEL A BASE DE DOVELAS
PREFABRICADAS TIPO TECHSPAN**

**IV.2.1 ZAPATAS Y MUROS DE CIMENTACION PARA RECIBIR
LAS DOVELAS.**

Una vez realizada la excavación en donde se aloja la cimentación del túnel, se procede a construir las zapatas corridas y los muros centrales y laterales donde apoyarán las dovelas del túnel falso.

Previamente a la realización de las actividades de mejoramiento del desplante de las estructuras con material ROAD CEM, se procede al trazo de las zapatas donde se habilita y coloca el acero de refuerzo conforme a lo indica proyecto. Se destaca que uno de los puntos más importantes a verificar en estos muros de cimentación es la alineación y nivel del cajetín, ya que es donde apoyara directamente las dovelas, y tiene la finalidad de confinar los movimientos horizontales y verticales de las mismas, (ver anexo IV).

Se habilita y coloca la cimbra de madera perfectamente sujeta, plomeada y alineada para el posterior colado con concreto $f'c = 250 \text{ kg/cm}^2$, y acelerante a 7 días para optimizar los tiempos, con ayuda de vibradores para su correcto acomodo así como bomba con pluma integrada y camiones mezcladores.



PROCEDIMIENTO CONSTRUCTIVO PARA LA EJECUCIÓN DEL "DISTRIBUIDOR VIAL SALIDA A CHARO", EN MORELIA, MICHOACÁN.



IV.2.2 FABRICACIÓN DE DOVELAS

Estos elementos triarticulados se diseñaron estructural y geométricamente bajo las características de nuestro proyecto como es la longitud del claro y tipo de suelo, definiéndonos con exactitud el radio de curvatura del arco para minimizar los esfuerzos de tensión.

Cada dovela consta de una sección de medio arco cuyo ancho varía entre 1.20 metros y 2.40 metros con un espesor de 0.30 metros. Se utilizaron moldes metálicos calzados sobre puntales de acero. Antes del colado se aplicó un desmoldante sobre las dos caras interiores de dichos moldes para facilitar la extracción de la dovela una vez que el concreto haya fraguado. Se construyeron con concreto reforzado de $f'c=350 \text{ kg/cm}^2$ y acelerante a 48 horas.



PROCEDIMIENTO CONSTRUCTIVO PARA LA EJECUCIÓN DEL "DISTRIBUIDOR VIAL SALIDA A CHARO", EN MORELIA, MICHOACÁN.



Una vez coladas y fraguadas las piezas, se retiran de los moldes con ayuda de una grúa de 18 toneladas y se almacenarán en el mismo sitio y posteriormente se trasladan al sitio de montaje en camiones con plataformas.





PROCEDIMIENTO CONSTRUCTIVO PARA LA EJECUCIÓN DEL "DISTRIBUIDOR VIAL SALIDA A CHARO", EN MORELIA, MICHOACÁN.



Debido a que la sección de las dovelas es rectangular, y los remates del túnel deben ser de forma diagonal se construyeron dovelas especiales en los extremos para formar los llamados “picos de flauta”, alojados en las entradas y salidas del túnel. Dichas dovelas especiales, se apoyan directamente sobre unas ménsulas de concreto armado que se ancla en los últimos 4 pilotes de los accesos y confinadas entre sí por medio de dalas de liga que se unen al centro de las bóvedas con la clave de las mismas.

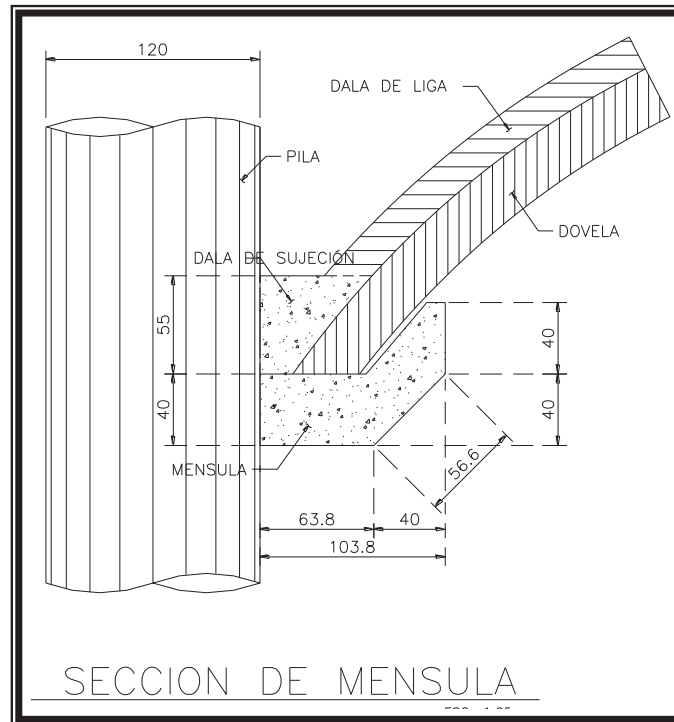
El montaje de estas estructuras fue realizado con ayuda de una grúa de 75 toneladas de capacidad y puntales de acero para descansar las piezas previo al colado de las dalas de liga entre ellas como se muestra en la imagen siguiente.



Una vez colada la dala de liga se procede a colar una dala de sujeción en la ménsula como se indica en la siguiente imagen.



PROCEDIMIENTO CONSTRUCTIVO PARA LA EJECUCIÓN DEL "DISTRIBUIDOR VIAL SALIDA A CHARO", EN MORELIA, MICHOACÁN.



Vista de las terminaciones llamadas “picos de flauta”



PROCEDIMIENTO CONSTRUCTIVO PARA LA EJECUCIÓN DEL "DISTRIBUIDOR VIAL SALIDA A CHARO", EN MORELIA, MICHOACÁN.



IV.2.3 MONTAJE DE DOVELAS.

Para la colocación de las dovelas se utilizó dos grúas de 75 toneladas de capacidad para garantizar las maniobras de montaje sin ningún riesgo.

La bóveda del túnel está formada por secciones de dos dovelas cada una con terminaciones macho y hembra, las cuales serán montadas de la siguiente manera: Mediante gasas de izaje de cable tipo cascabel, primero se coloca la parte macho de la dovela sobre la zapata cuya superficie de apoyo debe estar perfectamente alineada y nivelada, la cual es sostenida de la parte superior por una de las dos grúas, posteriormente se coloca en el muro central con ayuda de la segunda grúa la parte hembra de la misma manera, la cual tiene un ancho de la mitad de las dovelas normales, se procede a desenganchar las gasas de izaje de la primer pieza y a enganchar la siguen para su izaje tal y como se indica en la siguiente imagen.





PROCEDIMIENTO CONSTRUCTIVO PARA LA EJECUCIÓN DEL "DISTRIBUIDOR VIAL SALIDA A CHARO", EN MORELIA, MICHOACÁN.



Ya perfectamente colocada y nivelada la parte de la dovela que descansa sobre el muro de cimentación, se procede a rellenar con mortero grout el cajetín para evitar los desfases sobre el mismo.

Posteriormente sobre las secciones que ya han sido montadas, se procede a colocar el acero de refuerzo y cimbra de madera para la dala longitudinal o llamada también “clave” y efectuar el colado respectivo de la misma, así como el vaciado de mortero fluido entre bóvedas el cual es una mezcla homogénea de arena y lechada de cemento de un $f'c = 20 \text{ kg/cm}^2$. El cual funciona para dar confinamiento entre los dos cuerpos del túnel.

Sobre el mortero fluido se hace el relleno con materiales de filtro y arena hasta el nivel de la clave en la parte central de las bóvedas para proceder con la instalación de la geomembrana.





**PROCEDIMIENTO CONSTRUCTIVO PARA LA EJECUCIÓN DEL
"DISTRIBUIDOR VIAL SALIDA A CHARO",
EN MORELIA, MICHOACÁN.**



IV.2.4 INSTALACIÓN DE LA GEOMEMBRANA.

La utilización de geomembranas de polietileno en esta obra fue para el revestimiento de estructuras de las dovelas para el túnel, estas se utilizan como revestimiento impermeable para la contención de los escurrimientos de agua presentados en los estratos encontrados en la excavación del túnel.

La Geomembrana se despliega en líneas generales, debe ejecutarse del nivel más alto que es la clave de la bóveda, hacia un costado, previendo no queden uniones en el costado de la misma, los traslapes se realizaron en la parte superior de la bóveda y fueron de un promedio de entre 7 centímetros y 15 centímetros. La superficie se dejó debidamente lisa y sin elementos que puedan perforar o cortar la geomembrana, nivelada en forma continua y uniforme; sin cambios abruptos de pendiente.

El sobrante de la manta se dejará en la parte superior de la bóveda para posteriormente conectarla con las mantas de la bóveda del otro cuerpo.

Con el objeto de evitar movimientos y deslizamientos de la geomembrana durante la instalación, se puede utilizar un lastrado temporal. Este lastrado también facilita las operaciones de unión de las juntas. Este lastrado puede consistir en sacos de arena o tablones de madera.



PROCEDIMIENTO CONSTRUCTIVO PARA LA EJECUCIÓN DEL "DISTRIBUIDOR VIAL SALIDA A CHARO", EN MORELIA, MICHOACÁN.



Las uniones longitudinales de las mantas se realizan por medio de la termofusión a una temperatura de 800 grados centígrados.

IV.2.5 RELLENOS CONTROLADOS.

Conforme se liberan los cuerpos del túnel y se haya colocado la geomembrana, se coloca una capa de material arenoso de 30 centímetros sobre todo el perímetro de la geomembrana y se procede a iniciar con los rellenos controlados con material de banco, de acuerdo a como lo indica el proyecto, así como la instalación del sistema de drenaje con tubería de pvc colocado longitudinal y transversalmente.

Los rellenos se realizan con material húmedo compactable libre de piedras, materia orgánica o de cualquier otro material que dificulte su compactación, (ver anexo IV).



PROCEDIMIENTO CONSTRUCTIVO PARA LA EJECUCIÓN DEL "DISTRIBUIDOR VIAL SALIDA A CHARO", EN MORELIA, MICHOACÁN.



El equipo que se utilizó para los diferentes tipos de compactación fueron los siguientes:

Compactación ligera Con equipo ligero Tipo Bailarina o compactador manual vibratorio tipo placa, de peso menor a 1500 kg.

Compactación estática Con rodillo liso estático.

Compactación normal Con rodillo vibratorio.

IV.3 PAVIMENTOS CON CONCRETO HIDRÁULICO EN TÚNEL

Sobre la superficie de la base estabilizada con Road Cem, la cual se menciona en el capítulo II, se colocó un pavimento de concreto hidráulico MR-48 o concreto con módulo de ruptura de 48 kg/cm^2 , ya que el aforo vehicular que hará uso del túnel



PROCEDIMIENTO CONSTRUCTIVO PARA LA EJECUCIÓN DEL "DISTRIBUIDOR VIAL SALIDA A CHARO", EN MORELIA, MICHOACÁN.



es considerable, dicho concreto trabaja a demás de esfuerzos a compresión, a esfuerzos a tensión, debido a que esta diseñado con una relación grava/arena más alta que el concreto normal, y una mezcla controlada que garantiza una fácil colocación y permite un buen acabado por el sangrado uniforme de la mezcla.

El agregado grueso es grava triturada totalmente con un tamaño máximo de treinta y ocho milímetros, y el agregado fino o arena debe tener un tamaño de nueve punto cincuenta y uno milímetros, se utilizó acelerante a 7 días para la optimización de los trabajos.

La superficie de la base estabilizada con cemento y Road Cem, sobre la que se coloca el concreto fresco debe estar perfectamente limpia, humedecida y exenta de sustancias extrañas.

La construcción de las losas de rodamiento de un mismo cuerpo se efectuó simultáneamente en todo lo ancho de corona, en una sola franja a todo lo ancho de la superficie por pavimentar, y con un espesor de 15 centímetros.

El acabado superficial del concreto recién colado se realiza mediante llanas lisas para requemar la parte superior, se realizan rayas transversales con un equipo de texturizado mediante una rastra de alambre en forma de peine a todo lo ancho de la superficie pavimentada. Esta operación se realiza, cuando el concreto está lo suficientemente plástico para permitir el texturizado pero lo suficientemente seco para evitar que el concreto fluya.



PROCEDIMIENTO CONSTRUCTIVO PARA LA EJECUCIÓN DEL "DISTRIBUIDOR VIAL SALIDA A CHARO", EN MORELIA, MICHOACÁN.



El curado se realiza inmediatamente después del acabado final, cuando el concreto empieza a perder su brillo superficial. Esta operación se efectúa aplicando en la superficie una membrana de curado cuya base es de agua y parafina de pigmentación blanca, la cual cumple con los requisitos de calidad, a razón de un litro por metro cuadrado para obtener un espesor uniforme de un milímetro, que deje una membrana impermeable y consistente de color claro la cual impide la evaporación del agua que contiene la mezcla del concreto fresco.

Después del curado de las losas se procede al corte de las juntas longitudinales y transversales equidistantes a 2 metros. Este corte se realiza cuando el concreto presente las condiciones de endurecimiento propicias para su ejecución y antes de que se produzcan agrietamientos no controlados.



**PROCEDIMIENTO CONSTRUCTIVO PARA LA EJECUCIÓN DEL
"DISTRIBUIDOR VIAL SALIDA A CHARO",
EN MORELIA, MICHOACÁN.**



IV.4 ESTABILIZACION DE TALUDES EN LA INTERSECCION DEL TUNEL CON EL PSV

Debido a que el procedimiento constructivo de nuestra obra indicaba la construcción primera del Paso Superior Vehicular antes que la del Túnel falso para darle un servicio previo al usuario y ayudar a desahogar el tráfico provocado por la construcción de la obra, y aunado a que las condiciones de los estratos encontrados en las excavaciones no fueron las consideradas de origen como son, la presencia de agua en los estratos en la excavación central del túnel, la presencia de material altamente arcilloso y a que a la hora de la excavación, los pilotes del claro central del puente iban a quedar expuestos y podrían fallar por deslizamiento, se tuvo que realizar un procedimiento de estabilización de taludes en la excavación a cielo abierto donde se alojó la cimentación del túnel.

A continuación se describe el procedimiento implementado para la estabilización de los taludes y a demás se anexa plano donde se explican las medidas que se deben de tomar para evitar daños y accidentes en la construcción del túnel bajo el paso superior vehicular, ver anexo IV.

1.- Para evitar el desplazamiento horizontal de los cabezales de las pilas No. 5 y 6, se debe colocar bridas en la parte superior e inferior de las columnas de las pilas, sujetadas por medio de cable tipo cascabel galvanizado de ½” de diámetro y un $LR = 19,000 \text{ kg/cm}^2$, que sirve como tirante entre las pilas.



PROCEDIMIENTO CONSTRUCTIVO PARA LA EJECUCIÓN DEL "DISTRIBUIDOR VIAL SALIDA A CHARO", EN MORELIA, MICHOACÁN.



2.- Para dar continuidad a la superestructura se colocaron placas de acero de 10 x 32 x 1.9 centímetros entre los apoyos No. 3 al apoyo No. 8, sustituyendo las placas de los diafragmas por las antes mencionadas.

3.- Para reforzar la zona de desplante y tratar de que no se presente el empuje de tierras, así como estabilizar el corte y evitar el círculo de falla, se realizan perforaciones paralelas a las pilas No. 5 y 6 con un diámetro de 4 ‘’ y separación entre sí de 2 metros, antes de iniciar con la excavación central.

Dentro de las perforaciones se colocó un tubo manguito de 2’’ de diámetro por donde se inyectó la lechada de cemento a presión compuesta por 3 kilogramos de Road Cem, 300 kilogramos de cemento y 1 m³ de agua.



PROCEDIMIENTO CONSTRUCTIVO PARA LA EJECUCIÓN DEL "DISTRIBUIDOR VIAL SALIDA A CHARO", EN MORELIA, MICHOACÁN.



Esto con el fin de darle más consistencia a los diferentes estratos que atraviesan los pilotes.



4.- Para reducir la esbeltez y evitar el deslizamiento de la punta del pilote, se excava en la parte inferior de las pilas a una profundidad de 2 metros para colocar una primera hilera de 6 anclas postensadas, una entre cada columna, con ayuda del track-dril a una profundidad de 22 metros, la segunda hilera se colocara a 4 metros debajo de la primera y la tercera 4 metros debajo de la segunda.

Se encamisa cable tipo torón de $\frac{1}{2}$ " de diámetro para formar las anclas de fricción tipo "7T", mismo que se coloca en las perforaciones realizadas. Se le inyecta lechada de concreto a cada una de las perforaciones para conformar las anclas horizontales, dejando fraguar 7 días cada una de las anclas para posteriormente aplicarle carga de tensión con ayuda de un gato hidráulico monotorón. Posterior a



PROCEDIMIENTO CONSTRUCTIVO PARA LA EJECUCIÓN DEL "DISTRIBUIDOR VIAL SALIDA A CHARO", EN MORELIA, MICHOACÁN.



esto se habilita y coloca cimbra de madera y acero de refuerzo para colarse un dado de sujeción de concreto $f'c = 350 \text{ kg/cm}^2$ a cada una de las anclas.

Para darle más rigidez a los estratos y evitar la socavación se coloca malla electro soldada 10/10 - 10/10 para posteriormente colocarle concreto lanzado. Este procedimiento se realiza ambos lados de la excavación en las pilas No. 5 y 6.



Talud una vez estabilizado.



PROCEDIMIENTO CONSTRUCTIVO PARA LA EJECUCIÓN DEL "DISTRIBUIDOR VIAL SALIDA A CHARO", EN MORELIA, MICHOACÁN.



V TRABAJOS DIVERSOS.

V.1 AREAS VERDES Y SISTEMA DE RIEGO.

Ya que nuestro proyecto está ubicado dentro de la mancha urbana, y existía gran variedad de árboles y arbustos en los camellones, fue necesaria la planeación de un procedimiento de retiro de árboles, de tal manera que se salvara la mayoría de las especies, el cual consistió en excavar al rededor de la raíz del árbol por medios mecánicos y manuales para colocarle arriates con costales y así evitar el desprendimiento de la tierra vegetal de la raíz y a su vez la muerte de la misma.

La ubicación donde se trasplantaron los árboles fue asignada por la dependencia de Parques y Jardines la cual nos indico todo el camellón central del libramiento de Morelia del tramo sector Revolución al sector Paseo de la República.

Esta actividad se realizó con ayuda de un camión plataforma con pluma hidráulica integrada (titán), el cual detenía el árbol para colocarle el arriate y posteriormente lo cargaba en la plataforma para su traslado y reubicación. Se les colocó una composta mezclada con enraizantes y fertilizantes líquidos al pie del espécimen y suficiente agua por varios días hasta que prendieran de nuevo. Este procedimiento se realizó hasta agotar el número de especímenes acordados con la Secretaría y cabe mencionar que un 90 % de los árboles trasplantados retoñaron en su nueva ubicación.



PROCEDIMIENTO CONSTRUCTIVO PARA LA EJECUCIÓN DEL "DISTRIBUIDOR VIAL SALIDA A CHARO", EN MORELIA, MICHOACÁN.



Debido a que el proyecto cumple con los estándares técnicos vigentes y para darle un entorno más agradable al usuario, así como mitigar el impacto ambiental, se construyeron jardineras en gasas y zonas sobre el túnel conformando la glorieta, en las cuales se colocaron tepes de pasto y arbustos ornamentales.

Cuenta también con un sistema de riego automatizado que comprende; 73 emisores distribuidos en todo lo ancho de las jardineras centrales, con un diámetro de goteo de hasta doce metros, una cisterna de 50 000 litros, una hidro bomba de 3 caballos de fuerza, así como una red de distribución con tubería principal de acero galvanizado de 3'' de diámetro y tubería secundarias de PVC de 3'' de diámetro hasta 1/2'' de diámetro dependiendo del gasto necesario, las que forman cuatro unidades de riego conectadas a los aspersores conformando así una cuadrícula sobre las jardineras centrales.



La vegetación dispuesta para las jardineras del distribuidor Vial fue:



PROCEDIMIENTO CONSTRUCTIVO PARA LA EJECUCIÓN DEL "DISTRIBUIDOR VIAL SALIDA A CHARO", EN MORELIA, MICHOACÁN.



Asalias, duyas, rodetes de begonias, cunas de moisés, mala madre y pluma de indio, tepes de pasto tipo Washington, tulipanes rojos y amarillos y camelinas alternadas a cada 7 metros.

V.2 SISTEMA DE ILUMINACION.

Se proyecto un sistema de iluminación a base de lámparas de Vapor de Sodio de Alta Presión de 250 W de 33,200 lúmenes y 400W de 56,500 lúmenes de flujo luminoso logrando con ello que los automovilistas así como a los peatones tengan un máximo de seguridad sobre todo en tiempos de lluvia ya que tienen una gran visibilidad sobre la carpeta asfáltica.

Las instalaciones eléctricas se diseñaron de acuerdo a la Norma NOM-001-SEDE-2005 vigente y la Norma de la Secretaría de Comunicaciones y Transportes (Manual de Alumbrado Vial).

En el diseño del sistema de iluminación de esta vialidad se tomaron en cuenta los puntos de mayor importancia requeridos para obtener la máxima seguridad y eficiencia para los usuarios:

- a) Evitar el uso de luminarias con refractores los cuales producen deslumbramiento y la mayor parte del flujo luminoso emitido por las lámparas se pierde en el espacio.



PROCEDIMIENTO CONSTRUCTIVO PARA LA EJECUCIÓN DEL "DISTRIBUIDOR VIAL SALIDA A CHARO", EN MORELIA, MICHOACÁN.



- b) Colocar las luminarias fuera del ángulo visual del conductor a una distancia interpostal de 35.00 metros.
- c) Tener el Nivel de Iluminación que nos permita ver los posibles obstáculos sobre la carpeta asfáltica a 200 metros de distancia de los mismos, así como tener la visibilidad suficiente en tiempos de lluvia y niebla utilizando lámparas de vapor de sodio de alta presión.

Los circuitos eléctricos son alimentados por un transformador de 300 KVA. Los circuitos de alumbrado están controlados cada uno con una fotocelda que enciende y apaga automáticamente las luminarias en tiempo de invierno operan de las 19:00 horas a las 7:00 horas y en verano de las 20:00 horas a las 6:00 horas.

Todo el equipamiento eléctrico esta resguardado en una zona denominada casa de maquinas; que es un cuarto ventilado de 5.00 x 5.00 metros y una altura de 4.00 metros. Se localiza debajo del paso superior vehicular a un costado de la pila No. 2





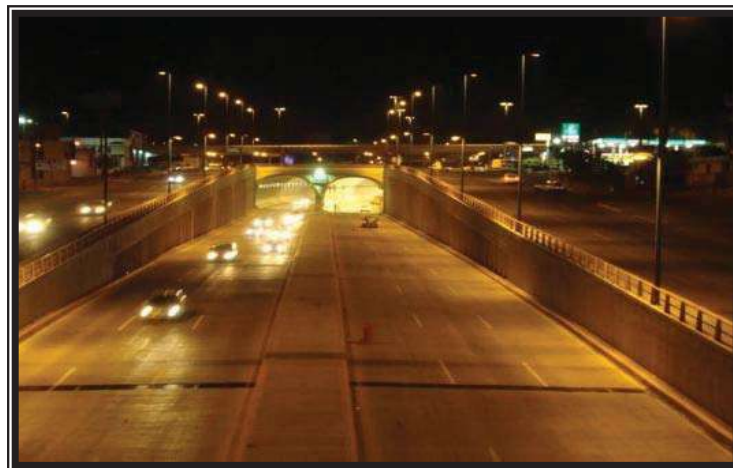
PROCEDIMIENTO CONSTRUCTIVO PARA LA EJECUCIÓN DEL "DISTRIBUIDOR VIAL SALIDA A CHARO", EN MORELIA, MICHOACÁN.



V.2.1 ILUMINACION EN GASAS Y ACCESOS AL TUNEL

En las gasas las luminarias están colocadas en postes metálicos de 14 metros de altura y las luminarias del acceso están colocadas a 12 metros de altura en el mismo poste.

Están ubicadas a cada 35 metros y conectadas entre sí por medio de tubería conduit de pared gruesa de uso rudo.



V.2.2 ILUMINACION EN TUNEL.

La iluminación del túnel es por medio de dos líneas de luminarias por cada sentido vehicular conformados por una lámpara de aditivos metálicos la cual arroja una luz blanca, y otro lámparas de Vapor de Sodio de Alta Presión que arroja una luz

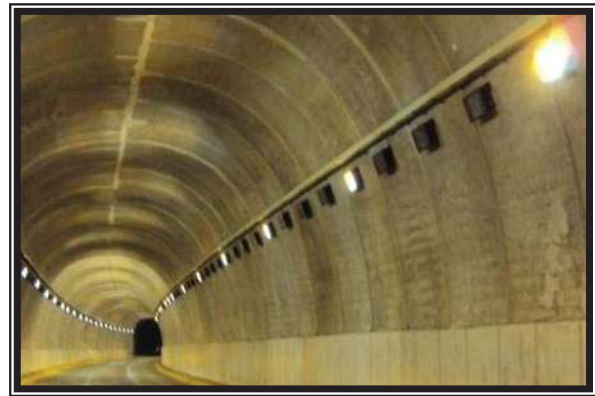


PROCEDIMIENTO CONSTRUCTIVO PARA LA EJECUCIÓN DEL "DISTRIBUIDOR VIAL SALIDA A CHARO", EN MORELIA, MICHOACÁN.



amarilla. Están unidas entre sí por medio de cableado de cobre de calibre 4, 6 y 8 dentro de una canaleta ubicada en la parte superior de las luminarias.

En el transcurso del día se encuentran encendidas las dos lámparas de las luminarias en la totalidad del túnel, atardeciendo solo quedan encendidas las lámparas de Vapor de Sodio de Alta Presión intercaladas entre si para brindar una mejor iluminación al túnel.



V.2.3 ILUMINACION EN PASO SUPERIOR VEHICULAR.

El puente está iluminado con 10 superpostes de 20 metros de altura provistos de escalera marina y corona de 6 luminarias con lámparas de 250W de Vapor de Sodio de Alta Presión, que abarcan 320 metros del paso superior vehicular, aunado a estos superpostes cuenta con luminarias sencillas con lámparas de 250W de Vapor de Sodio de Alta Presión con postes de 14 metros de alto en los accesos I del lado Madero y acceso II del lado Charo.



PROCEDIMIENTO CONSTRUCTIVO PARA LA EJECUCIÓN DEL "DISTRIBUIDOR VIAL SALIDA A CHARO", EN MORELIA, MICHOACÁN.



Los súper postes tienen dados de cimentación de sección piramidal de 2 x 2 metros de base, 0.90 x 0.90 metros de corona y una altura de 2 metros, con anclas de 1.20 metros de redondo liso de 1'' de diámetro y punta roscada, así mismo los postes de 14 metros están sostenidos por zapatas cuadradas de 1 x1 metro de base y 1 metro de alto con anclas de 1 metro de largo de redondo liso de $\frac{3}{4}$ '' de diámetro con punta roscada.



V.3 PUENTES PEATONALES.

O PIPR Paso Inferior Peatonal con Rampa, son las estructuras empleadas para el paso seguro del peatón, su realización fue semejante a la del Paso Superior Vehicular, con su Infraestructura, Subestructura y Superestructura. Son dos elementos, una de lado Camelinas y otro de lado Abastos, son a base de pilotes,



PROCEDIMIENTO CONSTRUCTIVO PARA LA EJECUCIÓN DEL "DISTRIBUIDOR VIAL SALIDA A CHARO", EN MORELIA, MICHOACÁN.



cabezales, tabletas, trabes tipo cajón, jaulas metálicas así como parapetos metálico; a continuación se describe el procedimiento constructivo realizado.

INFRAESTRUCTURA

Está compuesta por 4 pilotes de 1.20 de diámetro, 3 en la parte de la rampa y uno intermedio para soportar la trabe tipo cajón, así como tres zapatas para desplantar 5 columnas de 70 centímetros de diámetro que son el soporte de las rampas, estos elementos son para un lado del puente peatonal, por lo que el otro lado es semejante.

Estas estructuras son de concreto armado conforme lo indica el proyecto brindado por la SCT, ver anexo V.

Se inició con el trazo topográfico de los pilotes para realizar la perforación con ayuda de una perforadora rotatoria equipada con brocas en espiral y botes que cuentan con dientes y cuchillas de acero de alta resistencia, así mismo cuenta con un conjunto de poleas que sirven para izar los armados hasta el sitio de la perforación.

Para la colocación del concreto en los pilotes no se empleo ningún tipo de cimbra y se utilizó el procedimiento Tremie, mencionado en el capítulo III, el cual consiste en verter el concreto en la perforación con ayuda de un tubo de 20 a 30 centímetros de diámetro.



PROCEDIMIENTO CONSTRUCTIVO PARA LA EJECUCIÓN DEL "DISTRIBUIDOR VIAL SALIDA A CHARO", EN MORELIA, MICHOACÁN.



Para el caso de las zapatas se realizó el trazo topográfico y se procedió a excavar hasta nivel de desplante donde se colocó una plantilla de concreto $f'c = 150 \text{ kg/cm}^2$ para alojar el acero de refuerzo como lo indican los planos de proyecto.



SUBESTRUCTURA

La subestructura del Paso Inferior Peatonal con Rampas está compuesta por 4 columnas de 1.20 de diámetro, 3 que soportan cabezales de apoyo para las rampa y uno intermedio con cabezal para soportar la trabe tipo cajón, así como 5 columnas de 70 cm de diámetro que soportan las tabletas de las rampas por medio de cabezales, estos elementos son para un lado del puente peatonal, por lo que el otro lado es semejante.

El armado de las columnas fue conforme a proyecto y se utilizó cimbra metálica perfectamente plomeada para su colado, debido a que mejora el acabado de las columnas. Una vez ya fraguadas, se realizó la colocación de cimbra de madera para



PROCEDIMIENTO CONSTRUCTIVO PARA LA EJECUCIÓN DEL "DISTRIBUIDOR VIAL SALIDA A CHARO", EN MORELIA, MICHOACÁN.



los cabezales, los cuales conforme su ubicación varían en sección y forma; los cabezales que reciben a la trabe tipo cajón son en forma de “u” para el mejor acomodo de la misma, y los cabezales que soportaran a las tabletas son en forma rectangular con un dentellón para el mejor acomodo de las tabletas.



SUPERESTRUCTURA

Está comprendida por las tabletas precoladas pretensadas de una longitud de 9.37 metros y un ancho de 1.25 metros que apoyan directamente sobre neoprenos en los dentellones de los cabezales. Tres trabes tipo cajón que apoyan en los cabezales tipo “u”, una de una longitud de 28.50 metros y otras dos de 12.90 metros. Losas armadas sobre tabletas así como jaulas y barandales metálicos.

El procedimiento constructivo de la Superestructura inició con el izaje de las trabes central y lateral, con ayuda de dos grúas de 75 toneladas. Continuando con la colocación de las tabletas en los cabezales. Sobre las trabes se colocó una jaula



PROCEDIMIENTO CONSTRUCTIVO PARA LA EJECUCIÓN DEL "DISTRIBUIDOR VIAL SALIDA A CHARO", EN MORELIA, MICHOACÁN.



metálica a base de ángulos, soleras y reja malla para la protección de los peatones, sobre las tabletas se coló una losa armada para formar las rampas peatonales, continuando con la colocación del barandal metálico a base de tubería a ambos lados de las rampas.



V.4 GUARNICIONES Y BANQUETAS.

Las guarniciones son los elementos parcialmente enterrados, de concreto armado, se emplea principalmente para delimitar las banquetas, camellones o isletas y delimitar la orilla del pavimento. Son de sección trapezoidal de 30 centímetros de base 60 centímetros de altura y 22 centímetros de corona superior con refuerzo de acero de $\frac{1}{2}$ " de diámetro, longitudinal y estribos a cada 20 centímetros; para la realización de las guarniciones se utilizó el trazo planteado para las terracerías, ya que es el alineamiento utilizado para la construcción de las guarniciones, se utilizó una retroexcavadora para abrir caja donde se alojaron las guarniciones.



PROCEDIMIENTO CONSTRUCTIVO PARA LA EJECUCIÓN DEL "DISTRIBUIDOR VIAL SALIDA A CHARO", EN MORELIA, MICHOACÁN.



Las banquetas son las áreas determinadas para el tránsito seguro del peatón, son de concreto hidráulico de un $f'c = 150 \text{ kg/cm}^2$, así mismo se utilizaron para la realización de rampas de entradas a cocheras. Para su construcción se apoyó con una retroexcavadora que demolió los elementos existentes, excavaciones y rellenos según fuera el caso. Se conformaba primeramente el área en cuestión, compactando y humedeciendo perfectamente donde se colocaba el concreto, se vibraba y requemaba para darle el acabado requerido por la Secretaría y se le colocaba una membrana de curado a base de agua y parafina de pigmentación blanca.



PROCEDIMIENTO CONSTRUCTIVO PARA LA EJECUCIÓN DEL "DISTRIBUIDOR VIAL SALIDA A CHARO", EN MORELIA, MICHOACÁN.



V.5 SEÑALAMIENTO HORIZONTAL Y VERTICAL.

V.5.1 SEÑALAMIENTO HORIZONTAL

Es el conjunto de marcas que tienen por objeto delinear las características geométricas de las vialidades y denotar todos aquellos elementos estructurales que estén instalados dentro del derecho de vía, con el fin de regular y canalizar el tránsito de vehículos y peatones, así como proporcionar información a los usuarios. Estas marcas pueden ser rayas, símbolos, letras o dispositivos, que se pintan o colocan sobre el pavimento, guarniciones y estructuras, dentro o adyacentes a las vialidades.

El señalamiento horizontal para calles, carreteras y autopistas, por su uso se clasifican de la siguiente manera:



**PROCEDIMIENTO CONSTRUCTIVO PARA LA EJECUCIÓN DEL
"DISTRIBUIDOR VIAL SALIDA A CHARO",
EN MORELIA, MICHOACÁN.**



CLASIFICACIÓN	NOMBRE
M-1	<i>Raya separadora de sentidos de circulación</i>
M-1.1	<i>Raya continua sencilla (Calzada hasta 6.5 m.)</i>
M-1.2	<i>Raya discontinua sencilla (Calzada hasta 6.5 m.)</i>
M-1.3	<i>Raya continua doble (Calzada mayor de 6.5 m.)</i>
M-1.4	<i>Raya continua-discontinua (Calzada mayor de 6.5 m.)</i>
M-1.5	<i>Raya discontinua sencilla (Calzada mayor de 6.5 m.)</i>
M-2	<i>Raya separadora de carriles</i>
M-2.1	<i>Raya separadora de carriles, continua sencilla</i>
M-2.2	<i>Raya separadora de carriles, continua doble</i>
M-2.3	<i>Raya separadora de carriles, discontinua</i>
M-3	<i>Raya en la orilla de la calzada</i>
M-3.1	<i>Raya en la orilla derecha, continua</i>
M-3.2	<i>Raya en la orilla derecha, discontinua</i>
M-3.3	<i>Raya en la orilla izquierda</i>
M-4	<i>Raya guía en zonas de transición</i>
M-5	<i>Rayas canalizadoras</i>
M-6	<i>Raya de alto</i>
M-7	<i>Raya para cruce de peatones</i>
M-7.1	<i>Raya para cruce de peatones en vías rápidas</i>
M-7.2	<i>Raya para cruce de peatones en calles secundarias</i>
M-8	<i>Marcas para cruce de ferrocarril</i>
M-9	<i>Rayas con espaciamiento logarítmico</i>
M-10	<i>Marcas para estacionamiento</i>
M-11	<i>Símbolos para regular el uso de carriles</i>
M-12	<i>Marcas en guarniciones</i>
M-12.1	<i>Para prohibición del estacionamiento</i>
M-12.2	<i>Para delinear guarniciones</i>
M-13	<i>Marcas en estructuras y objetos adyacentes a la superficie de rodamiento</i>
M-13.1	<i>Marcas en estructuras</i>
M-13.2	<i>Marcas en otros objetos</i>
DH-1	<i>Vialetas sobre el pavimento</i>
DH-2	<i>Vialetas sobre estructuras</i>
DH-3	<i>Botones</i>



PROCEDIMIENTO CONSTRUCTIVO PARA LA EJECUCIÓN DEL "DISTRIBUIDOR VIAL SALIDA A CHARO", EN MORELIA, MICHOACÁN.



MARCAS EN EL PAVIMENTO

Se usan para regular y canalizar el tránsito de vehículos y peatones. Deben ser de color retro reflejante, blanco o amarillo, y cuando el pavimento por su color no proporcione el suficiente contraste en las marcas, se recomienda delinearlas en todo su contorno, con franjas de 5 cm. De ancho de color negro.

Para este proyecto, dentro del señalamiento horizontal solo se colocarán los señalamientos M-2.3, M-3.1, M-3.3, M-5, M-7, M-9 y DH-1, por lo cual solo de ellos se hará mención.

M-2.3 Raya separadora de carriles, discontinua.

Se usó para delimitar los carriles en calles y carreteras de dos o más carriles por sentido de circulación; se colocaron en segmentos de 5.00 metros separados entre sí 10.00 metros. En calles se puede reducir esta distancia, pero conservando la relación 1 a 2 de raya a espacio. Estas rayas deberán ser de color blanco reflejante de 10 cm de ancho.

En los casos que se considere conveniente, las rayas separadoras de carril podrán complementarse con vialetas o botones de superficie lisa con la estructura de color blanco y con reflejante en el sentido del tránsito, los que no deberán sobresalir más de 2 centímetros del nivel del pavimento fijándose en el lugar por medio de adhesivos.

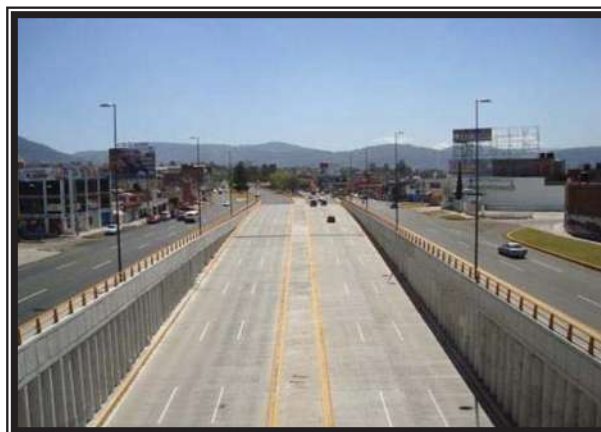


PROCEDIMIENTO CONSTRUCTIVO PARA LA EJECUCIÓN DEL "DISTRIBUIDOR VIAL SALIDA A CHARO", EN MORELIA, MICHOACÁN.



M-3 Raya en la orilla de la calzada.

Se utiliza en carreteras y autopistas, para indicar las orillas de la calzada y delimitar, en su caso, los acotamientos. Esta raya se puede complementar con vialetas. *(Dispositivos que tienen un elemento retrorreflejante en una o en ambas caras)*





PROCEDIMIENTO CONSTRUCTIVO PARA LA EJECUCIÓN DEL "DISTRIBUIDOR VIAL SALIDA A CHARO", EN MORELIA, MICHOACÁN.



M-3.1 Raya en la orilla derecha, continua.

La raya en la orilla derecha de la calzada, con respecto al sentido de circulación, debe ser de color blanco retro reflejante. Esta raya debe ser continua cuando el acotamiento tenga un ancho de hasta 2 metros o en curvas, intersecciones, entradas y salidas, donde por razones de seguridad en la operación del tránsito conviene restringir el estacionamiento sobre el acotamiento.

M-3.3 Raya en la orilla izquierda.

La raya en la orilla izquierda de la calzada, se debe utilizar en carreteras y autopistas con faja separadora central, de cuerpos separados o de un solo sentido de circulación, así como en rampas de salida. En todos los casos, esta raya debe ser continua y de color amarillo retrorreflejante.

M-5 Rayas canalizadoras.

Se utiliza en carreteras y autopistas, para delimitar la trayectoria de los vehículos, canalizando el tránsito en las entradas, salidas y bifurcaciones, o para separar apropiadamente los sentidos de circulación, formando una zona neutral de aproximación a las isletas o fajas separadoras. Estas rayas se complementan con vialetas. Las rayas que limitan la zona neutral, deben ser continuas, de color blanco retro reflejante cuando separan flujos en un solo sentido y amarillo retro reflejante cuando separan flujos en dos sentidos.



PROCEDIMIENTO CONSTRUCTIVO PARA LA EJECUCIÓN DEL "DISTRIBUIDOR VIAL SALIDA A CHARO", EN MORELIA, MICHOACÁN.



M-7 Rayas para cruce de peatones.

Se utiliza en todas las intersecciones donde pueda presentarse confusión entre el movimiento de los vehículos y los peatones, así como en los lugares donde el movimiento de estos últimos sea considerable. Serán rayas continuas de color amarillo reflejante.

En carreteras rurales y vías rápidas urbanas, consistirá en una sucesión de rayas paralelas de 40 cm de ancho colocadas perpendicularmente a la trayectoria de los peatones y separadas entre sí 40 cm.





PROCEDIMIENTO CONSTRUCTIVO PARA LA EJECUCIÓN DEL "DISTRIBUIDOR VIAL SALIDA A CHARO", EN MORELIA, MICHOACÁN.



M-9 Rayas con espaciamiento logarítmico.

Se utilizan para producir una ilusión óptica al conductor, con objeto de que disminuya su velocidad, y se emplea generalmente en los pasos a nivel de peatones y en zonas escolares. Se colocan en forma transversal al eje de la carretera y solo deberán abarcar el carril de circulación respectivo, será siempre en color blanco reflejante de 60 cm de ancho.

La distancia longitudinal y el número de líneas requeridas para estas marcas, está en función de la diferencia entre la velocidad de proyecto de operación y de la velocidad requerida para la restricción.



El pintado de rayas, en el pavimento, deberá efectuarse de acuerdo con lo señalado en el proyecto, lo cual dice que deberá emplearse pintura termoplástica.

Previamente a la aplicación de la pintura y el material reflejante, las superficies correspondientes deberán barrerse y limpiarse en una franja con ancho mínimo



PROCEDIMIENTO CONSTRUCTIVO PARA LA EJECUCIÓN DEL "DISTRIBUIDOR VIAL SALIDA A CHARO", EN MORELIA, MICHOACÁN.



igual al de la señal más 25 centímetros por cada lado, a fin de eliminar el polvo y materias extrañas que puedan afectar la adherencia de la pintura. A continuación se trazarán sobre el pavimento las marcas del señalamiento, con la claridad y frecuencia necesaria para guiar el equipo utilizado en la aplicación del recubrimiento, procediendo de inmediato a la aplicación de la pintura.

Importantes factores que deben observarse antes de la aplicación:

- El pavimento debe estar a más de 15°C.
- No debe haber humedad en el pavimento.
- La superficie debe estar seca y limpia.
- Si se presenta lluvia, esperar 24 horas para aplicar la pintura termoplástica.
- En pavimento de concreto hidráulico aplicar catalizador en una franja de 6 cm. más ancha que el ancho de raya por pintar, 2 horas antes de aplicar la pintura termoplástica con una dosificación aproximada de 4 litros para 18 m². La función principal del catalizador es ayudar a la adhesión del material.
- En pavimento de concreto asfáltico, en una superficie nueva, esperar 8 días después del carpeteado para evitar que la pintura termoplástica se manche.
- En una autopista recién sellada esperar 2 o 3 días para aplicar la pintura termoplástica.
- Deberá aplicarse 1 Kg. de micro esfera por cada 15 metros efectivos para una línea con un ancho de 10 centímetros. Se verificará la adhesión del material a la superficie durante la aplicación de los primeros metros, para



PROCEDIMIENTO CONSTRUCTIVO PARA LA EJECUCIÓN DEL "DISTRIBUIDOR VIAL SALIDA A CHARO", EN MORELIA, MICHOACÁN.



certificar que se están cumpliendo con las condiciones previamente especificadas.

A esta pintura no se le deberá agregar ningún tipo de solvente. El espesor promedio de esta pintura deberá ser de 1.2 milímetros. El tiempo de secado será de 90 segundos como máximo y el tráfico podrá circular normalmente después de transcurrido este tiempo.

Violetas. (DH-1)

Son dispositivos que tienen un elemento retro reflejante en una o en ambas caras, dispuestos de tal forma que al incidir en ellos la luz proveniente de los faros de los vehículos se refleje hacia los ojos del conductor en forma de un haz luminoso.

Las violetas serán fabricadas con material plástico estabilizado para contrarrestar la acción de los rayos ultravioletas, con dimensiones de 10 x 10 x 2 centímetros, con reflejantes en una o dos caras, conforme a lo indicado en el proyecto, mediante acrílico transparente protector de micro prismas con espesor de cuerpo plástico de 1.8 mm y un ángulo de 29° en ambas caras.

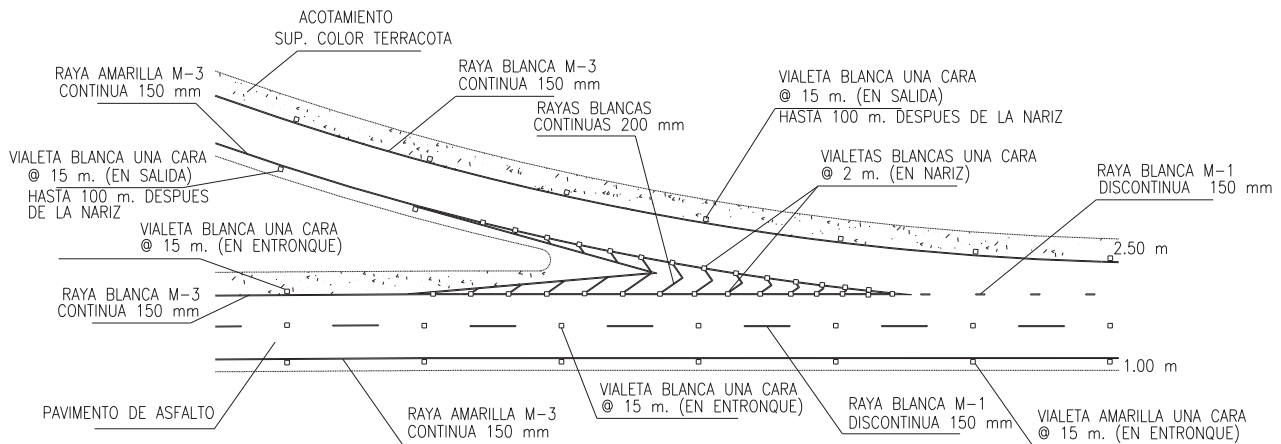
En la parte inferior la violeta deberá ser sin perno y pegada al concreto asfáltico con adhesivo voluminoso y/o resina epóxica (dos componentes), esto dependiendo de las condiciones climáticas del lugar para la selección de cualquiera de estos pegamentos, al colocar la violeta con el pegamento en la superficie de rodamiento debe quedar perfectamente limpio para una mejor adherencia de la misma.



PROCEDIMIENTO CONSTRUCTIVO PARA LA EJECUCIÓN DEL "DISTRIBUIDOR VIAL SALIDA A CHARO", EN MORELIA, MICHOACÁN.



DETALLE DE SEÑALAMIENTO HORIZONTAL



V.5.2 SEÑALAMIENTO VERTICAL.

Las señales verticales se instalarán en los lugares señalados en el proyecto y/o ordenados por la Secretaría, debiendo apegarse en cuanto a su altura, distancia lateral, posición y ángulo de colocación a lo dispuesto en el Manual de Dispositivos para el control de tránsito en calles y carreteras (edición 1986). Serán fabricadas en lámina de acero tipo comercial SAE-1010 o similar calibre 16 con acabados de galvanizado por inmersión en caliente continua, capa G-90 desengrasada y en caso de oxidación tratada químicamente contra esta. El herraje para la fijación de las señales, tornillos, pernos, tuercas, rondanas planas y de presión, etc. deberá ser galvanizado.



PROCEDIMIENTO CONSTRUCTIVO PARA LA EJECUCIÓN DEL "DISTRIBUIDOR VIAL SALIDA A CHARO", EN MORELIA, MICHOACÁN.



Todas las señales tipo SR y SP tendrán fondo reflejante grado ingeniería e impresión serigráfica, las señales tipo SID tendrán fondo totalmente reflejante grado ingeniería y leyendas y/o símbolos con letras recortadas en alta ingeniería.

Los pigmentos y tintas para la impresión deberán estar garantizados por un mínimo de 5 años contra la degradación de los colores, independientemente de la ubicación o zona donde se instalen las señales.

SEÑALES PREVENTIVAS

Las señales preventivas (SP) son tableros con símbolos y leyendas que tienen por objeto prevenir al usuario sobre la existencia de algún peligro potencial en el camino y su naturaleza.

Para nuestro proyecto utilizaremos las SP-6, SP-7 y SP-16 las que se describen a continuación.

SP-6 CURVA.

Se utiliza para indicar curvas a la derecha o a la izquierda, cuando el producto del grado de curvatura por la deflexión sea menor de 900.





**PROCEDIMIENTO CONSTRUCTIVO PARA LA EJECUCIÓN DEL
"DISTRIBUIDOR VIAL SALIDA A CHARO",
EN MORELIA, MICHOACÁN.**



SP-7 CODO.

Se utiliza para indicar curvas a la derecha o a la izquierda, cuando el producto del grado de curvatura por la deflexión sea igual o mayor a 900.



SP-16 GLORIETA.

Se usa para indicar una intersección a nivel de dos o más caminos que tengan una isleta central de forma circular o semejante.

Longitudinalmente, las señales preventivas se deben colocar antes de la zona de riesgo que se señala, a una distancia determinada en función de la velocidad, conforme con lo indicado en la siguiente tabla:

Velocidad Km./h	30	40	50	60	70	80	90	100	110	120
Distancia mts.	30	45	65	85	110	140	170	205	245	285



PROCEDIMIENTO CONSTRUCTIVO PARA LA EJECUCIÓN DEL "DISTRIBUIDOR VIAL SALIDA A CHARO", EN MORELIA, MICHOACÁN.



SEÑALES RESTRICTIVAS

Las señales restrictivas (SR) son tableros con símbolos y/o leyendas que tienen por objeto regular el tránsito indicando al usuario la existencia de limitaciones físicas o prohibiciones reglamentarias que restringen el uso de la vialidad. Generalmente son señales bajas que se fijan en postes y marcos, y en algunos casos pueden ser elevadas cuando se instalan en una estructura existente.

Longitudinalmente, las Señales Restrictivas se deben colocar en el lugar mismo donde existe la prohibición o restricción, eliminando cualquier objeto que pudiera obstruir su visibilidad. Lateralmente, las Señales Restrictivas se deben colocar como señales bajas.

Para este proyecto se utilizó señales SR-6, SR-7, SR-9 y SR-22, que a continuación se describen.



PROCEDIMIENTO CONSTRUCTIVO PARA LA EJECUCIÓN DEL "DISTRIBUIDOR VIAL SALIDA A CHARO", EN MORELIA, MICHOACÁN.



SR-6 ALTO.

El uso de esta señal deberá determinarse siempre mediante un estudio de las condiciones locales del tránsito. En general deberá colocarse en los siguientes casos de intersecciones a nivel:

- ❖ En el cruce de dos carreteras principales.
- ❖ En el entronque de un camino secundario con una carretera principal.
- ❖ En el cruce de una carretera con una vía férrea.
- ❖ En intersecciones urbanas en donde la posibilidad de accidentes haga necesario el uso de esta señal.

En todos los casos, las señales se colocaran sobre el camino o calle de menor volumen de transito, en el lugar preciso donde deben detenerse los vehículos.





**PROCEDIMIENTO CONSTRUCTIVO PARA LA EJECUCIÓN DEL
"DISTRIBUIDOR VIAL SALIDA A CHARO",
EN MORELIA, MICHOACÁN.**



SR-7 CEDA EL PASO.

El uso de esta señal deberá determinarse siempre mediante un estudio de las condiciones locales del tránsito. Indica que el conductor debe detenerse o aminorar la velocidad cuando sea necesario ceder el paso al tránsito al que se incorpora o cruza.



SR-9 VELOCIDAD.

Se utiliza para indicar el límite máximo de velocidad que se fije en el tramo de la carretera o vía urbana, el cual será expresado en múltiplos de 10 con la abreviatura de km/h, con excepción de la velocidad límite de 95 km/h que únicamente se usa para regular la velocidad máxima de los autobuses.

En general esta señal se coloca en donde cumpla los siguientes casos:

- ❖ Al inicio del tramo donde rija esa velocidad.
- ❖ En zonas de alta afluencia peatonal (escuelas, iglesias, mercados etc.).



**PROCEDIMIENTO CONSTRUCTIVO PARA LA EJECUCIÓN DEL
"DISTRIBUIDOR VIAL SALIDA A CHARO",
EN MORELIA, MICHOACÁN.**



- ❖ Antes de curvas peligrosas.
- ❖ Al principio de tramos sinuosos.
- ❖ Reducción de la sección transversal.
- ❖ Paso por vados.
- ❖ En los enlaces de salida de un camino principal.
- ❖ Desviaciones.
- ❖ Puentes angostos.



SR-22 PROHIBIDO ESTACIONARSE.

Se utiliza en lugares donde está prohibido el estacionamiento de vehículos.





**PROCEDIMIENTO CONSTRUCTIVO PARA LA EJECUCIÓN DEL
"DISTRIBUIDOR VIAL SALIDA A CHARO",
EN MORELIA, MICHOACÁN.**



SEÑALES INFORMATIVAS

Las señales informativas (SI) son tableros fijados en postes con leyendas, escudos y flechas que tienen por objeto guiar al usuario a lo largo de su itinerario por calles, carreteras y autopistas, e informarle sobre nombres y ubicación de las poblaciones, lugares de interés, kilometrajes y ciertas recomendaciones que conviene observar. Son señales bajas o elevadas que se fijan en postes, marcos y estructuras.

Según su función, las señales informativas se clasifican como se indica en la siguiente tabla:

CLASIFICACIÓN	TIPOS DE SEÑALES
SII	SEÑALES INFORMATIVAS DE IDENTIFICACIÓN * De nomenclatura * De ruta * De kilometraje
SID	SEÑALES INFORMATIVAS DE DESTINO * Previas * Diagramáticas * Decisivas * Confirmativas
SIR	SEÑALES INFORMATIVAS DE RECOMENDACIÓN
SIG	SEÑALES DE INFORMACIÓN GENERAL



PROCEDIMIENTO CONSTRUCTIVO PARA LA EJECUCIÓN DEL "DISTRIBUIDOR VIAL SALIDA A CHARO", EN MORELIA, MICHOACÁN.



Para nuestro proyecto solo intervienen las señales SID, por lo que hablaremos un poco mas de ellas.

SEÑALES INFORMATIVAS DE DESTINO (SID)

Se usan para informar el nombre y la dirección de cada uno de los destinos que se presentan a lo largo del recorrido, de manera que su aplicación es primordial en las intersecciones, donde el usuario debe elegir la ruta deseada según su destino. Se deben emplear de forma secuencial, para permitir que el usuario prepare con debida anticipación su maniobra en la intersección, la ejecute en el lugar debido y confirme la correcta selección de la ruta, por lo que pueden ser: PREVIAS, DIAGRAMATICAS, DECISIVAS Y CONFIRMATIVAS.

En las señales informativas de destino, se deben incluir los nombres de los destinos y en su caso, las flechas que indiquen las direcciones a seguir, los escudos de las rutas correspondientes y las distancias en kilómetros por recorrer.





PROCEDIMIENTO CONSTRUCTIVO PARA LA EJECUCIÓN DEL "DISTRIBUIDOR VIAL SALIDA A CHARO", EN MORELIA, MICHOACÁN.



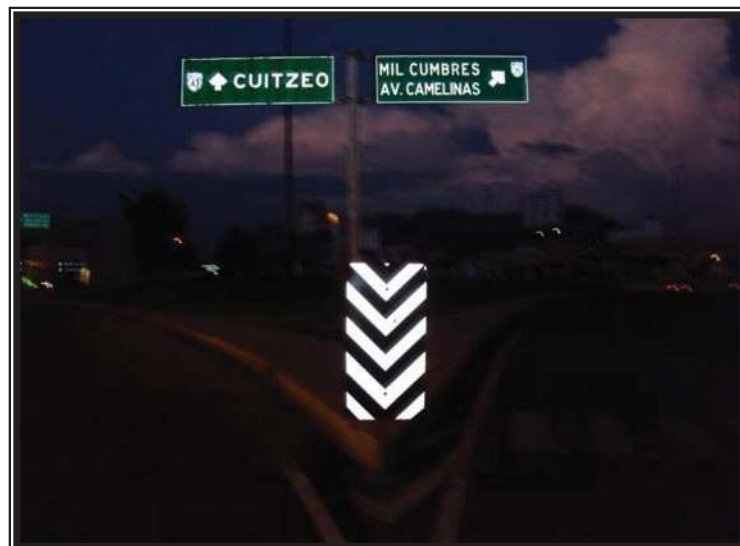
SEÑALES DIVERSAS

Las señales diversas (OD) son dispositivos que se colocan para encauzamiento y prevención de los usuarios de las vialidades. Según su función se clasifica como Indicadores de obstáculos, Indicadores de alineamiento, Reglas y Tubos guía para vados, e Indicadores de curvas peligrosas.

INDICADORES DE OBSTACULOS (OD-5)

Son señales bajas que se utilizan en las vialidades para indicar al usuario la presencia de obstáculos que tengan un ancho menor de 30 cm. y/o la existencia de una bifurcación.

Se deben colocar inmediatamente antes del obstáculo o entre las ramas que formen la bifurcación.





PROCEDIMIENTO CONSTRUCTIVO PARA LA EJECUCIÓN DEL "DISTRIBUIDOR VIAL SALIDA A CHARO", EN MORELIA, MICHOACÁN.



VI CONCLUSIÓN

El proyecto del Entronque a desnivel consistió en la construcción de dos túneles paralelos para el paso subterráneo del periférico oriente, uno para cada sentido de circulación; un viaducto para el paso elevado de la Calzada Madero-Carretera a Charo, y una glorieta a nivel para las vueltas izquierdas e incorporaciones a la derecha.

Se eliminaron los cruces a nivel para mejorar los tiempos de recorrido, la seguridad de peatones y automovilistas, la limpieza del medio ambiente y la imagen urbana de la ciudad.

Se resolvió los problema de grandes congestionamientos, sobre todo en las horas pico, provocados por el denso transito del periférico, hacia la central de abastos, el tecnológico, la central de autobuses, el estadio Morelos, y las salidas a Salamanca, Guadalajara y Uruapan, en un sentido, y: las penitenciarias, Tres Marías, centros comerciales, zona hotelera, restaurantera y de servicios turísticos y comerciales, universidades, panteones, parques y centros recreativos; en el otro. Y por la Calzada Madero-Carretera a Charo el tráfico hacia la ciudad industrial, el aeropuerto internacional, las zonas suburbanas de Atapaneo, Charo, Indaparapeo, Querendaro y Zinapecuaro y la nueva ruta a México por autopista, en un sentido y al Centro Histórico de la ciudad de Morelia, en el otro.



PROCEDIMIENTO CONSTRUCTIVO PARA LA EJECUCIÓN DEL "DISTRIBUIDOR VIAL SALIDA A CHARO", EN MORELIA, MICHOACÁN.



En síntesis, con la Construcción del Entronque del tramo carretero Atlacomulco - Morelia, la operación del tránsito se verá beneficiada en los siguientes aspectos:

- Aumento en las velocidades de operación de los diferentes tipos de usuarios.
- Reducción en los tiempos de recorrido.
- Reducción en los costos de operación de los diferentes tipos de vehículos.
- Disminución en los niveles de contaminación auditiva y en la degradación del medio ambiente.
- Operación más segura para los usuarios al eliminar los cruces a nivel, de los peatones y de los vehículos.

SIMULACION VIRTUAL DEL PROYECTO TERMINADO





**PROCEDIMIENTO CONSTRUCTIVO PARA LA EJECUCIÓN DEL
"DISTRIBUIDOR VIAL SALIDA A CHARO",
EN MORELIA, MICHOACÁN.**



ILUMINACION VIRTUAL DEL PROYECTO TERMINADO



OBRA DISTRIBUIDOR VIAL SALIDA A CHARO



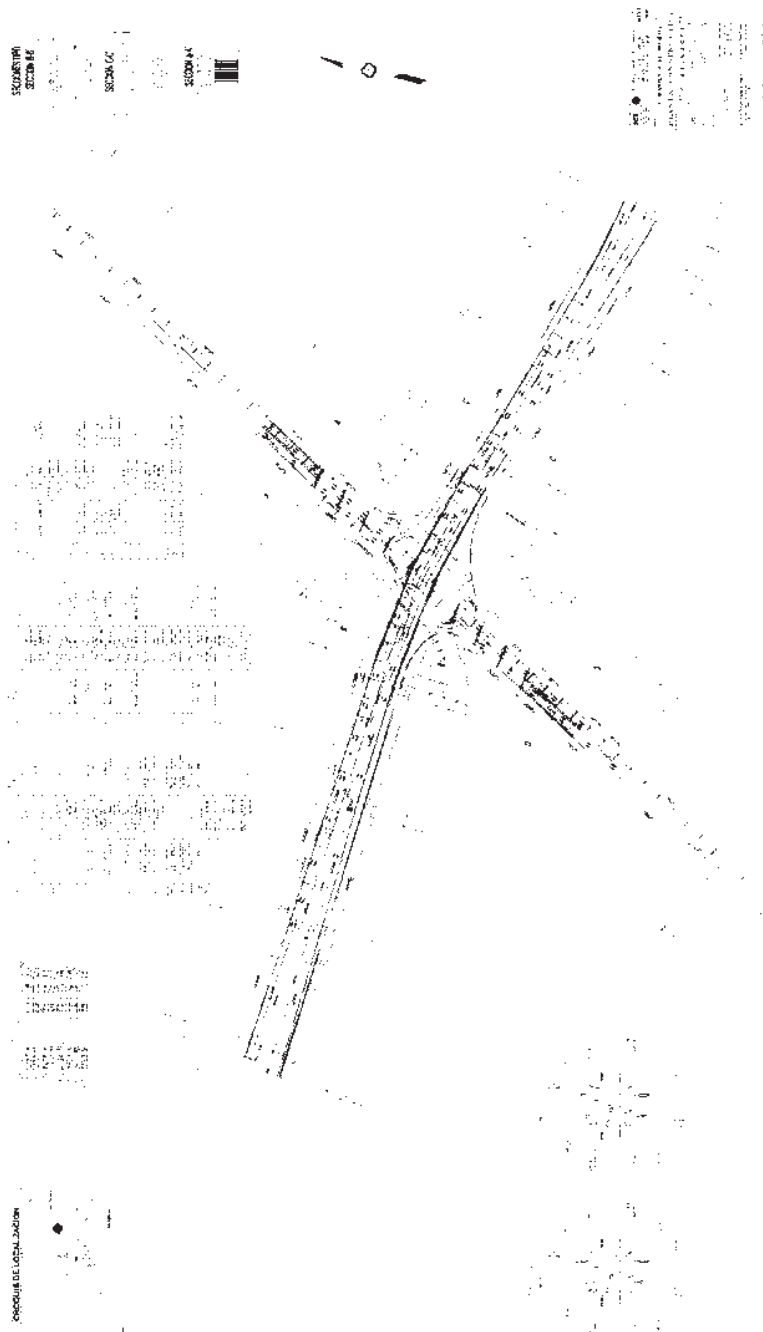




PROCEDIMIENTO CONSTRUCTIVO PARA LA EJECUCIÓN DEL "DISTRIBUIDOR VIAL SALIDA A CHARO", EN MORELIA, MICHOACÁN.



2. ANEXOS\ANEXO II GASAS.dwg

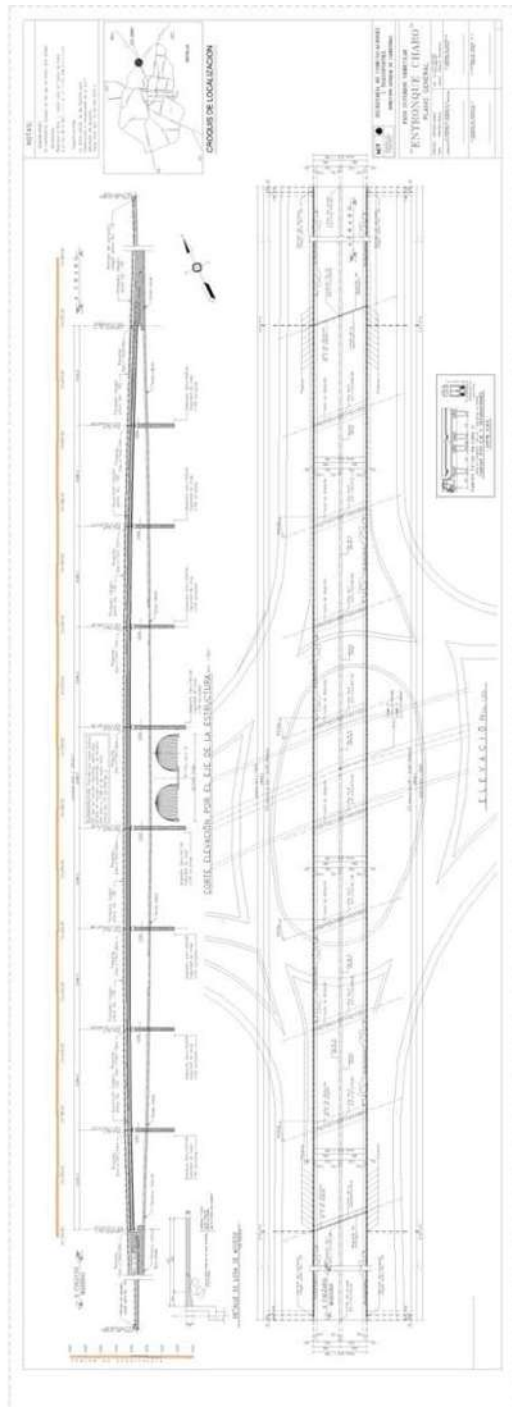




PROCEDIMIENTO CONSTRUCTIVO PARA LA EJECUCIÓN DEL
"DISTRIBUIDOR VIAL SALIDA A CHARO",
EN MORELIA, MICHOACÁN.



3. [ANEXOS\ANEXO III P.GENERAL PSV.dwg](#)

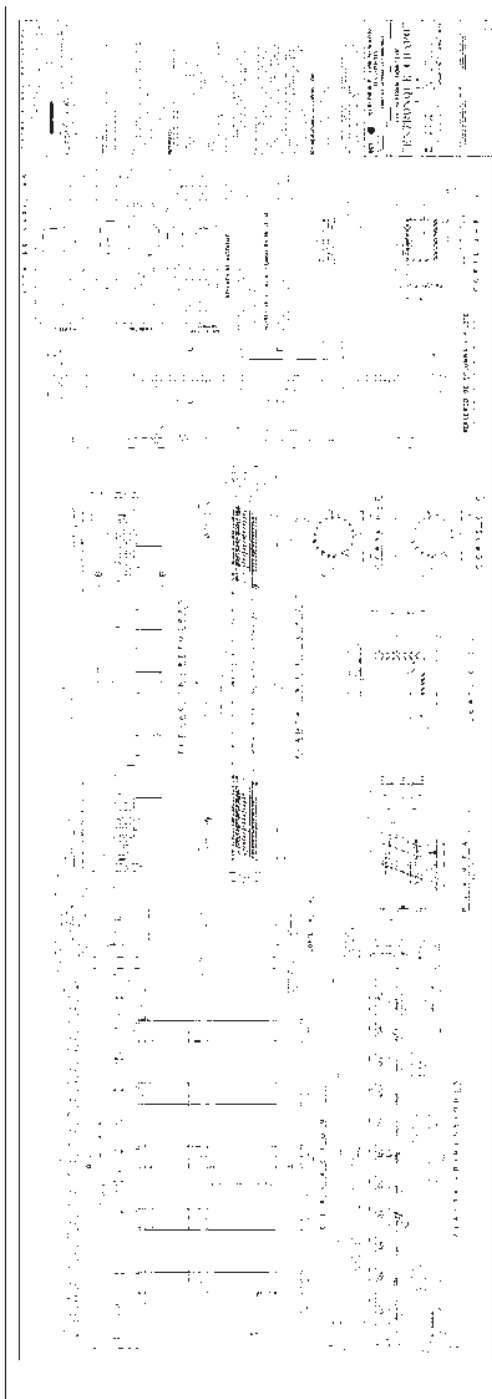




**PROCEDIMIENTO CONSTRUCTIVO PARA LA EJECUCIÓN DEL
"DISTRIBUIDOR VIAL SALIDA A CHARO",
EN MORELIA, MICHOACÁN.**



4. ANEXOS\ANEXO III PILAS.dwg



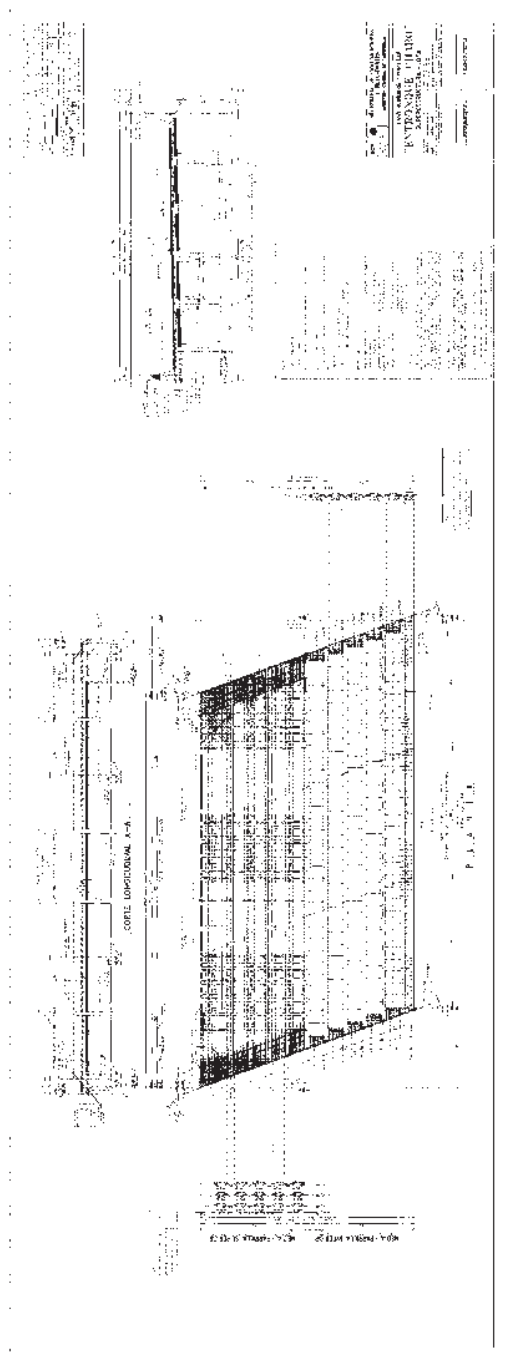




PROCEDIMIENTO CONSTRUCTIVO PARA LA EJECUCIÓN DEL
"DISTRIBUIDOR VIAL SALIDA A CHARO",
EN MORELIA, MICHOACÁN.



6. ANEXOS\ANEXO III LOSAS PSV.dwg

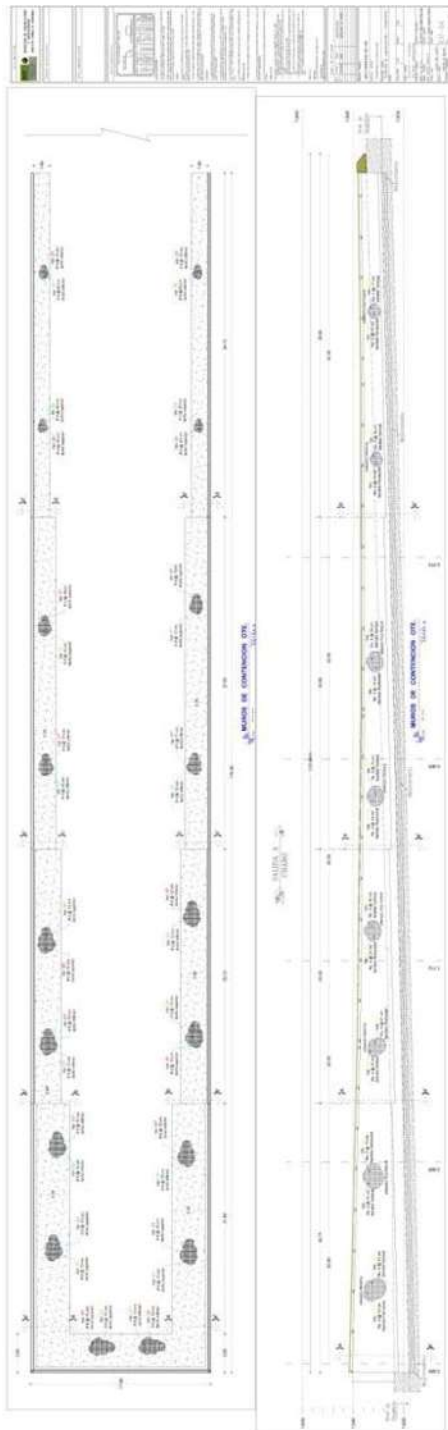




PROCEDIMIENTO CONSTRUCTIVO PARA LA EJECUCIÓN DEL
"DISTRIBUIDOR VIAL SALIDA A CHARO",
EN MORELIA, MICHOACÁN.

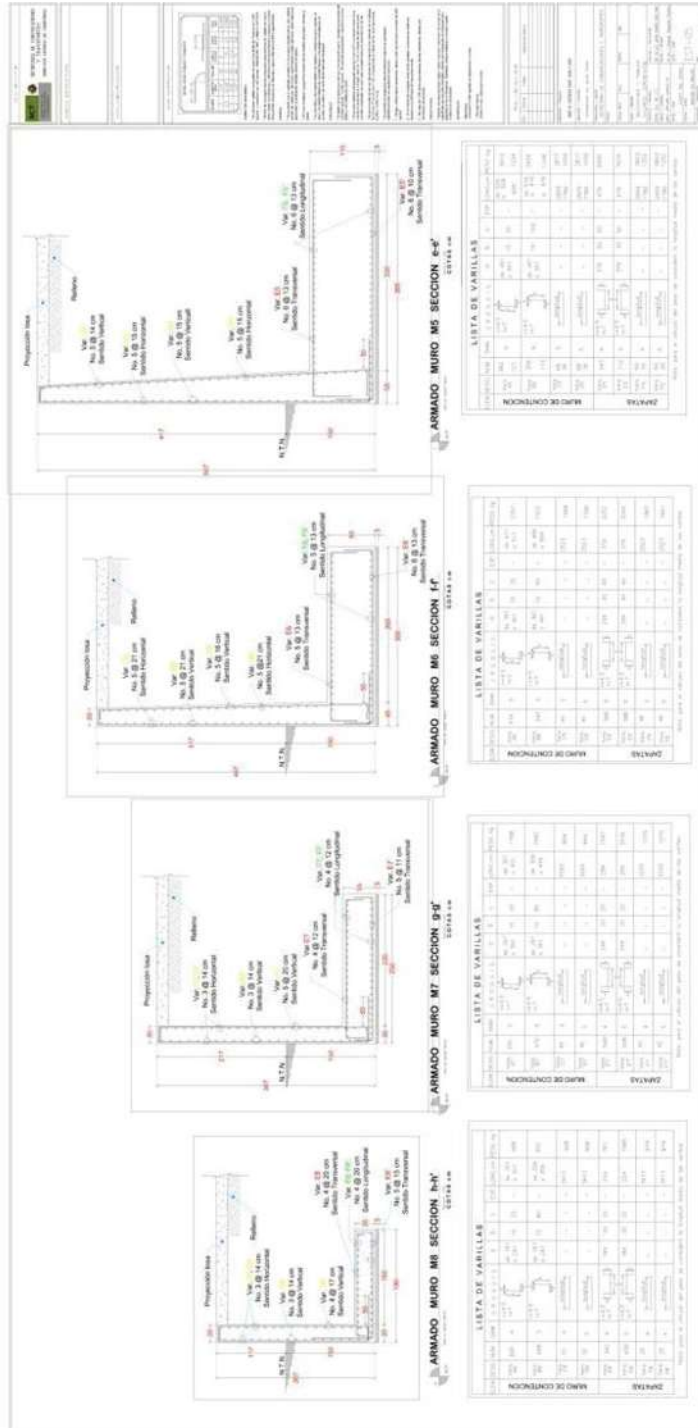


7. [ANEXOS\ANEXO III MURO CONTENCION1.dwg](#)





PROCEDIMIENTO CONSTRUCTIVO PARA LA EJECUCIÓN DEL "DISTRIBUIDOR VIAL SALIDA A CHARO", EN MORELIA, MICHOACÁN.

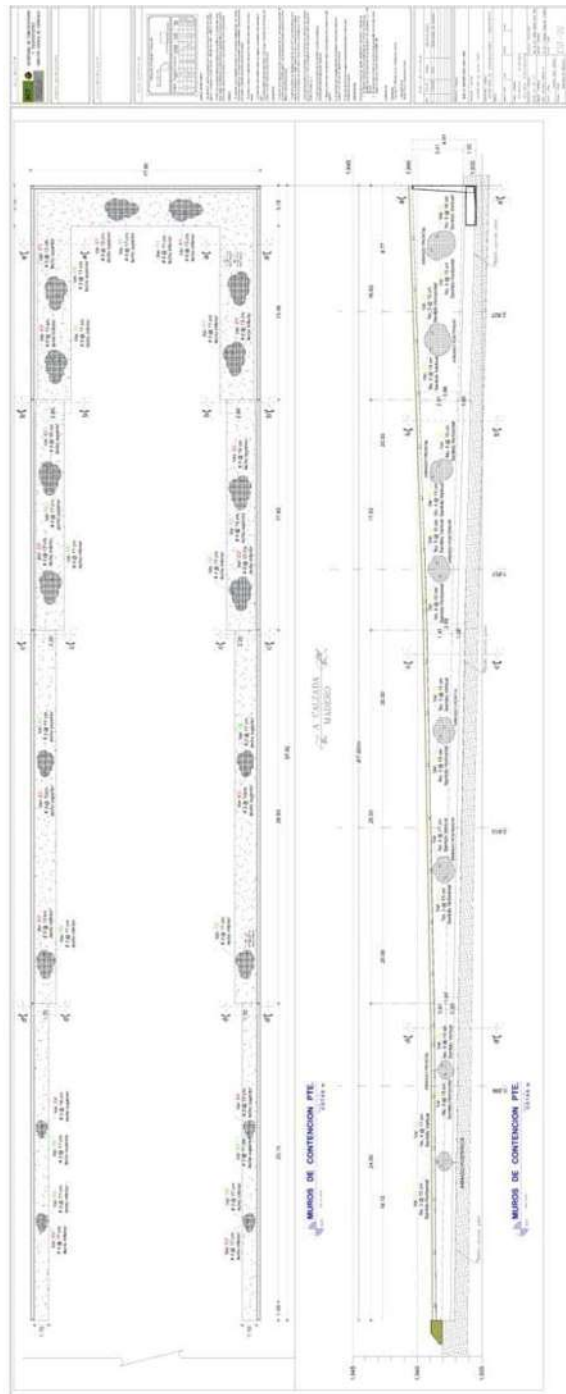




PROCEDIMIENTO CONSTRUCTIVO PARA LA EJECUCIÓN DEL
"DISTRIBUIDOR VIAL SALIDA A CHARO",
EN MORELIA, MICHOACÁN.



8. [ANEXOS\ANEXO III MURO CONTENCION2.dwg](#)

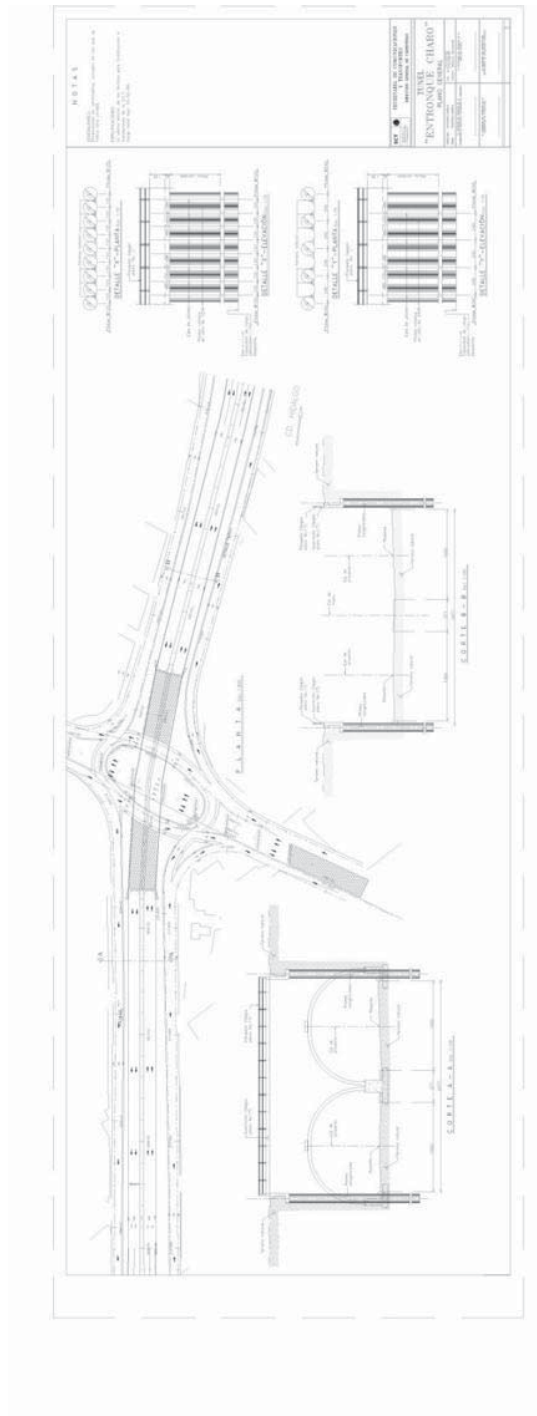




PROCEDIMIENTO CONSTRUCTIVO PARA LA EJECUCIÓN DEL
"DISTRIBUIDOR VIAL SALIDA A CHARO",
EN MORELIA, MICHOACÁN.



9. [ANEXOS\ANEXO IV P.GENERAL TUNEL.dwg](#)

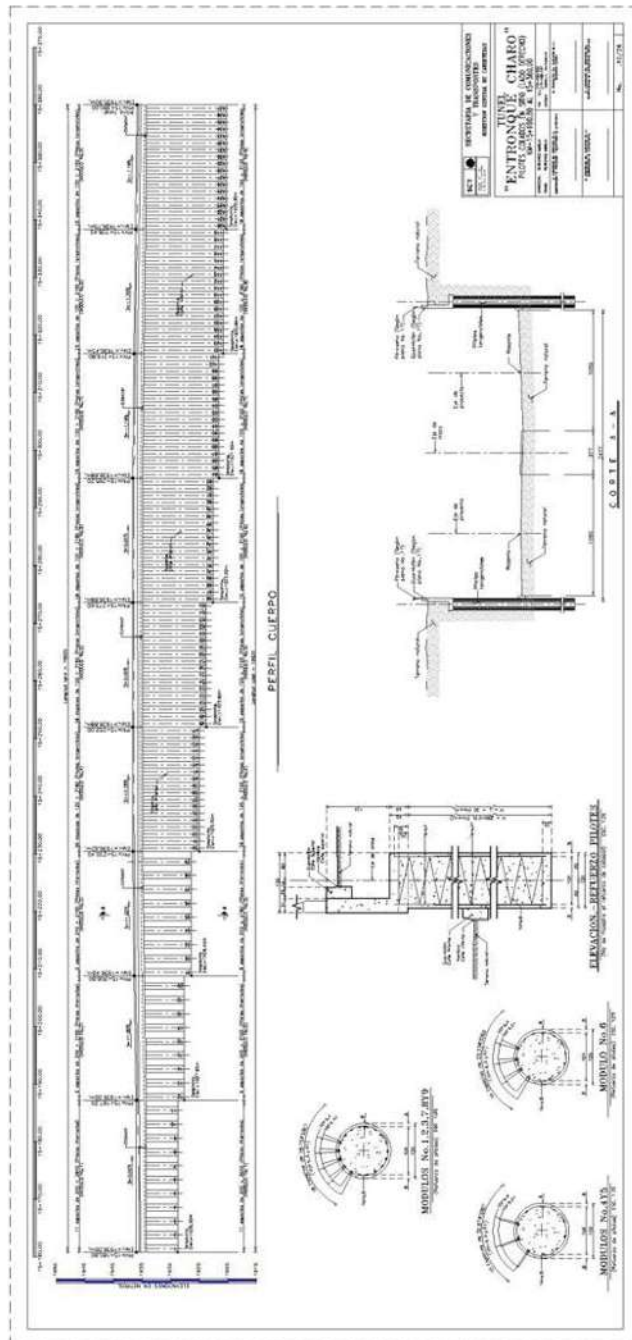




PROCEDIMIENTO CONSTRUCTIVO PARA LA EJECUCIÓN DEL "DISTRIBUIDOR VIAL SALIDA A CHARO", EN MORELIA, MICHOACÁN.



10. ANEXOS\ANEXO IV PILOTES COLADOS EN SITIO.dwg

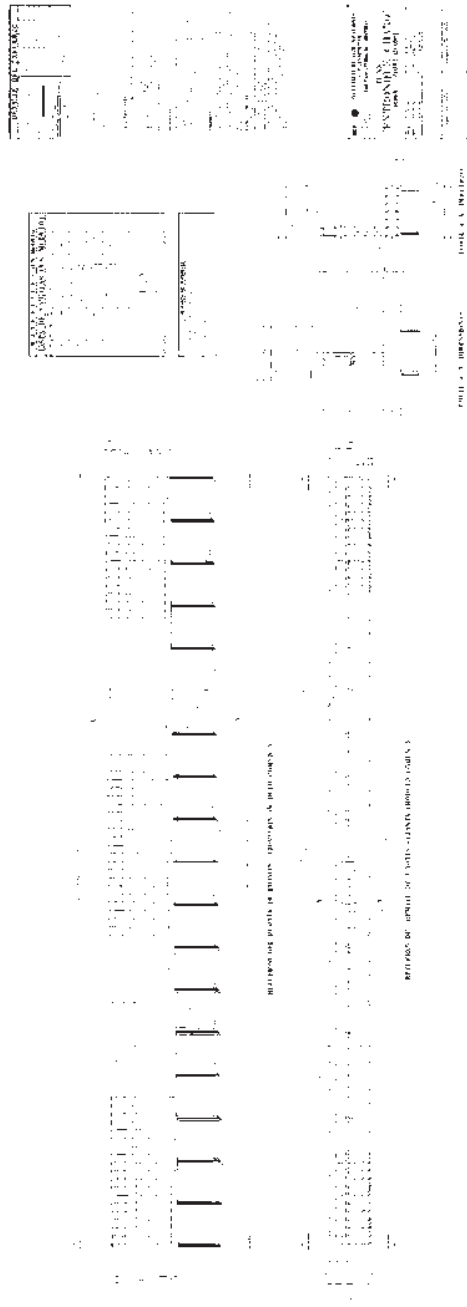




PROCEDIMIENTO CONSTRUCTIVO PARA LA EJECUCIÓN DEL
"DISTRIBUIDOR VIAL SALIDA A CHARO",
EN MORELIA, MICHOACÁN.



11. ANEXOS\ANEXO IV REMATE DE PILOTES.dwg





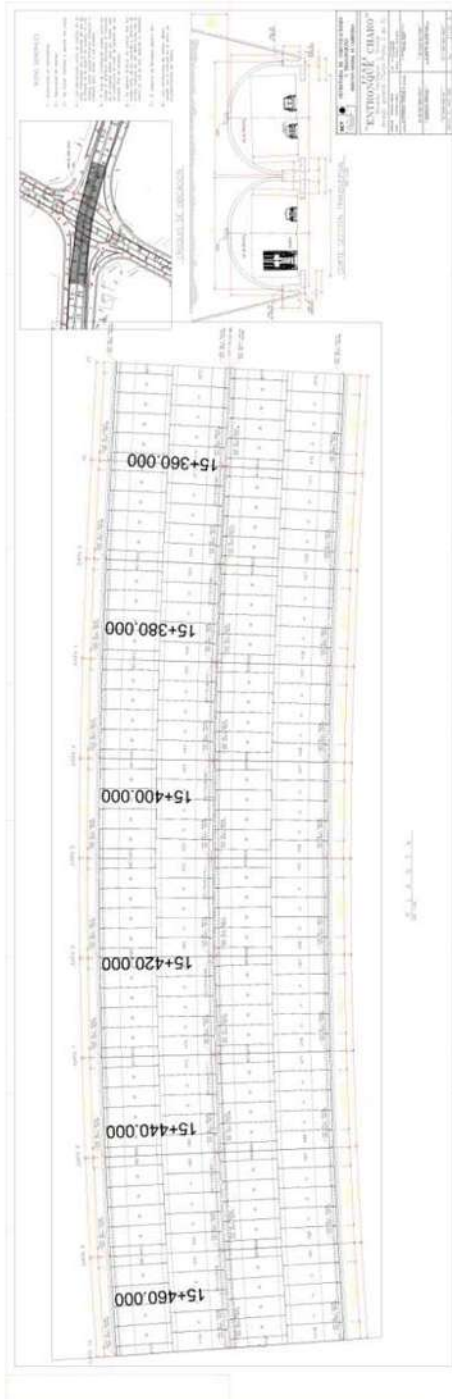
**PROCEDIMIENTO CONSTRUCTIVO PARA LA EJECUCIÓN DEL
"DISTRIBUIDOR VIAL SALIDA A CHARO",
EN MORELIA, MICHOACÁN.**



12. [ANEXOS\ANEXO IV TUNEL.dwg](#)



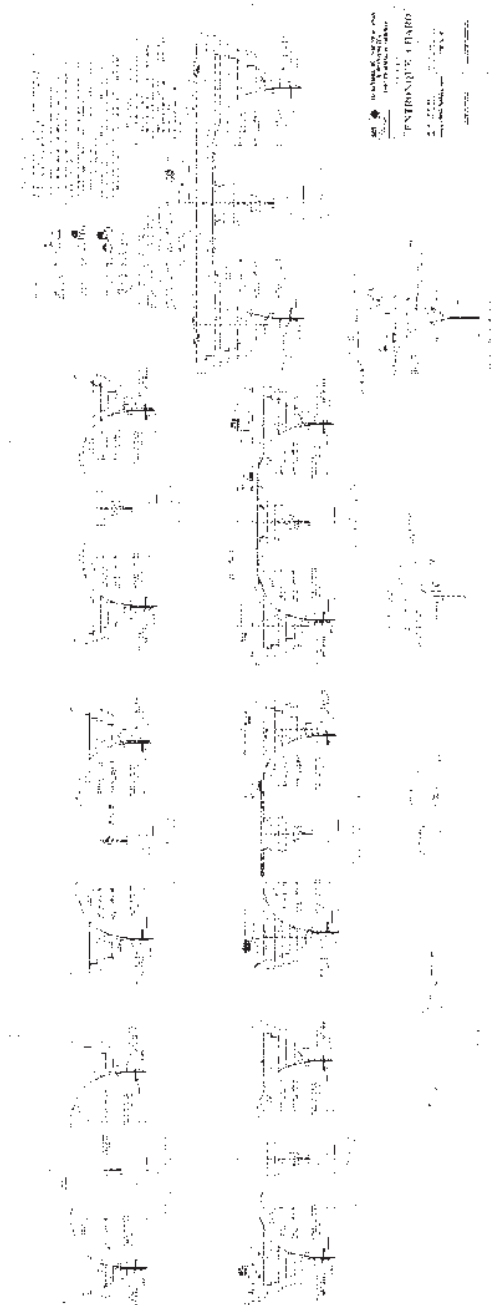
PROCEDIMIENTO CONSTRUCTIVO PARA LA EJECUCIÓN DEL
"DISTRIBUIDOR VIAL SALIDA A CHARO",
EN MORELIA, MICHOACÁN.



13. [ANEXOS\ANEXO IV RELLENOS.dwg](#)



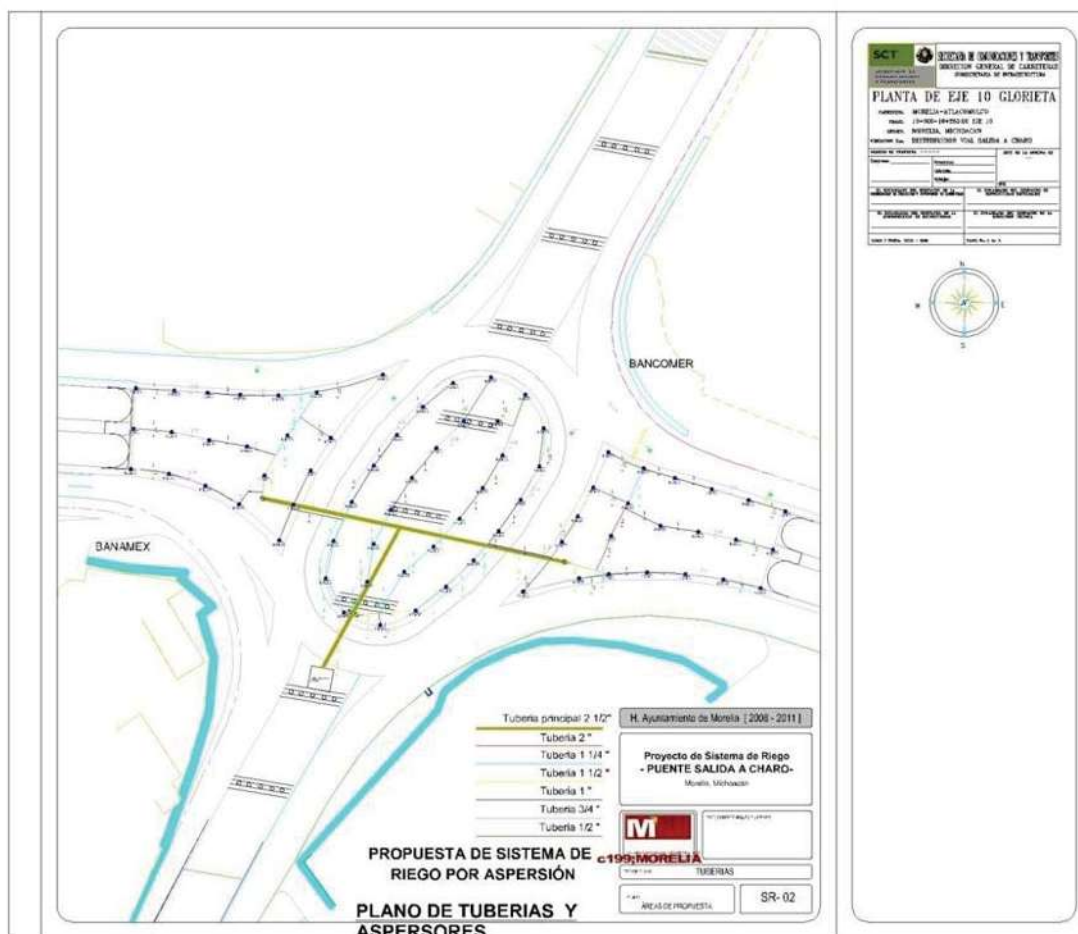
**PROCEDIMIENTO CONSTRUCTIVO PARA LA EJECUCIÓN DEL
"DISTRIBUIDOR VIAL SALIDA A CHARO",
EN MORELIA, MICHOACÁN.**



14. [ANEXOS\ANEXO V S.RIEGO.dwg](#)



PROCEDIMIENTO CONSTRUCTIVO PARA LA EJECUCIÓN DEL "DISTRIBUIDOR VIAL SALIDA A CHARO", EN MORELIA, MICHOACÁN.

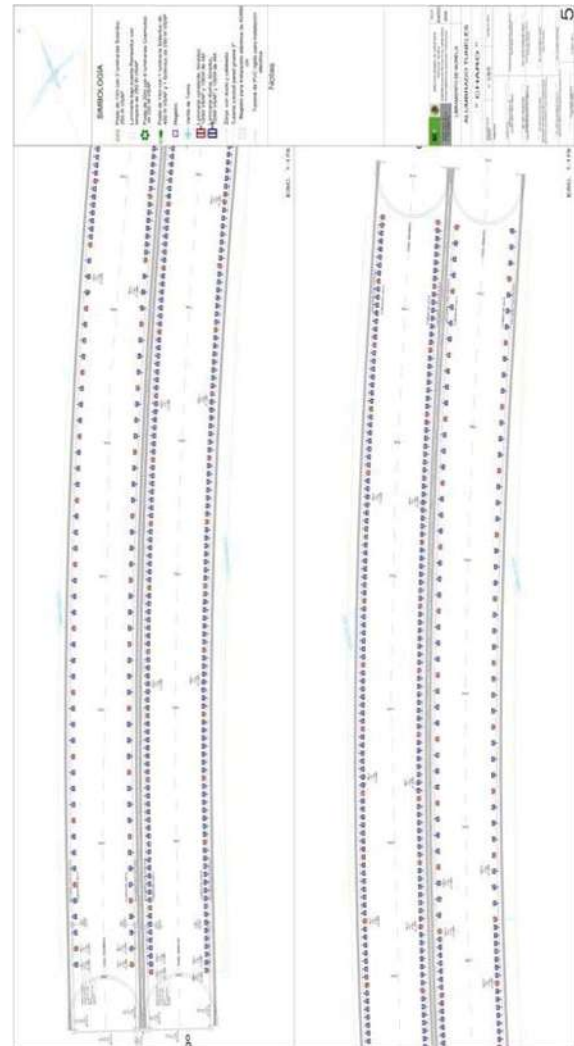
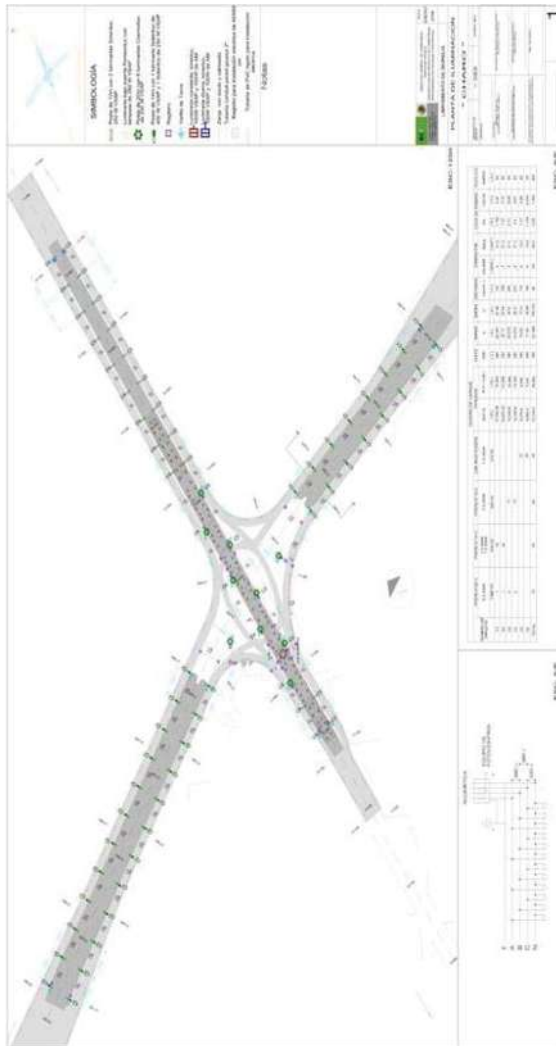




PROCEDIMIENTO CONSTRUCTIVO PARA LA EJECUCIÓN DEL "DISTRIBUIDOR VIAL SALIDA A CHARO", EN MORELIA, MICHOACÁN.

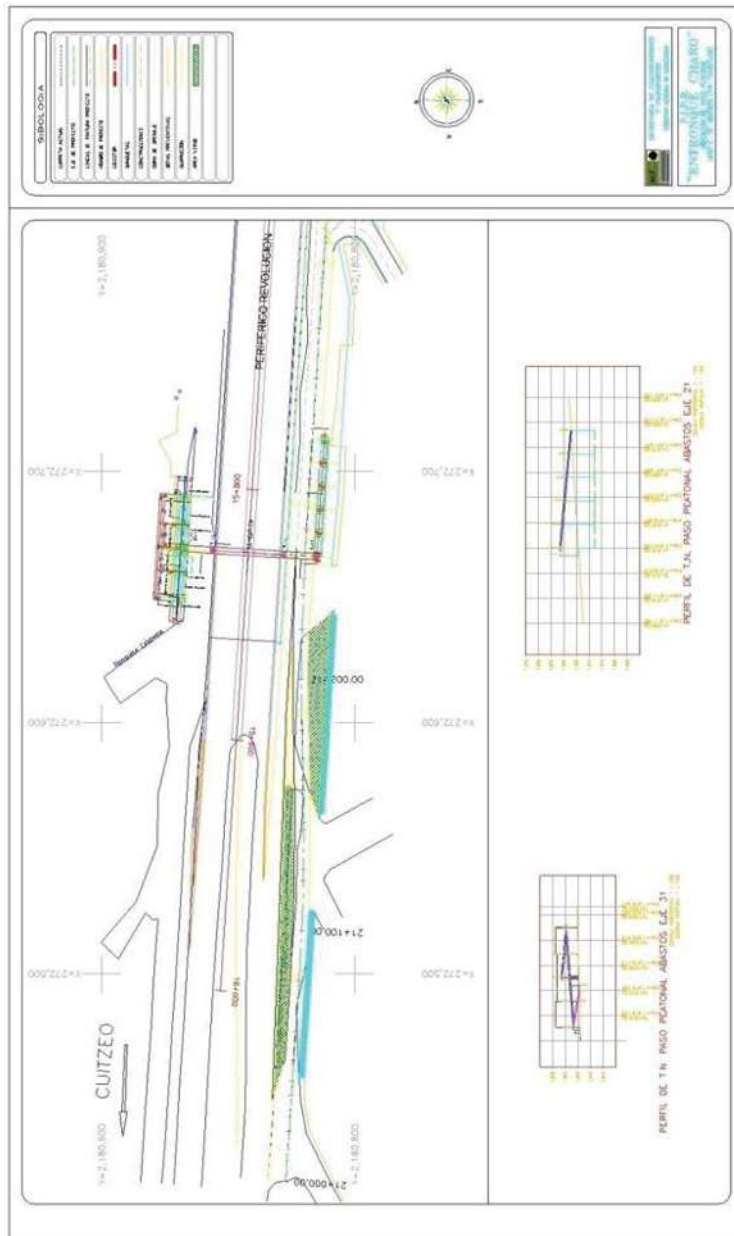


15. ANEXOS\ANEXO V ILUMINACION.dwg





16.ANEXOS\ANEXO V PIPR ABASTOS.dwg





PROCEDIMIENTO CONSTRUCTIVO PARA LA EJECUCIÓN DEL
"DISTRIBUIDOR VIAL SALIDA A CHARO",
EN MORELIA, MICHOACÁN.



17. [ANEXOS\ANEXO V PIPR CAMELINAS.dwg](#)

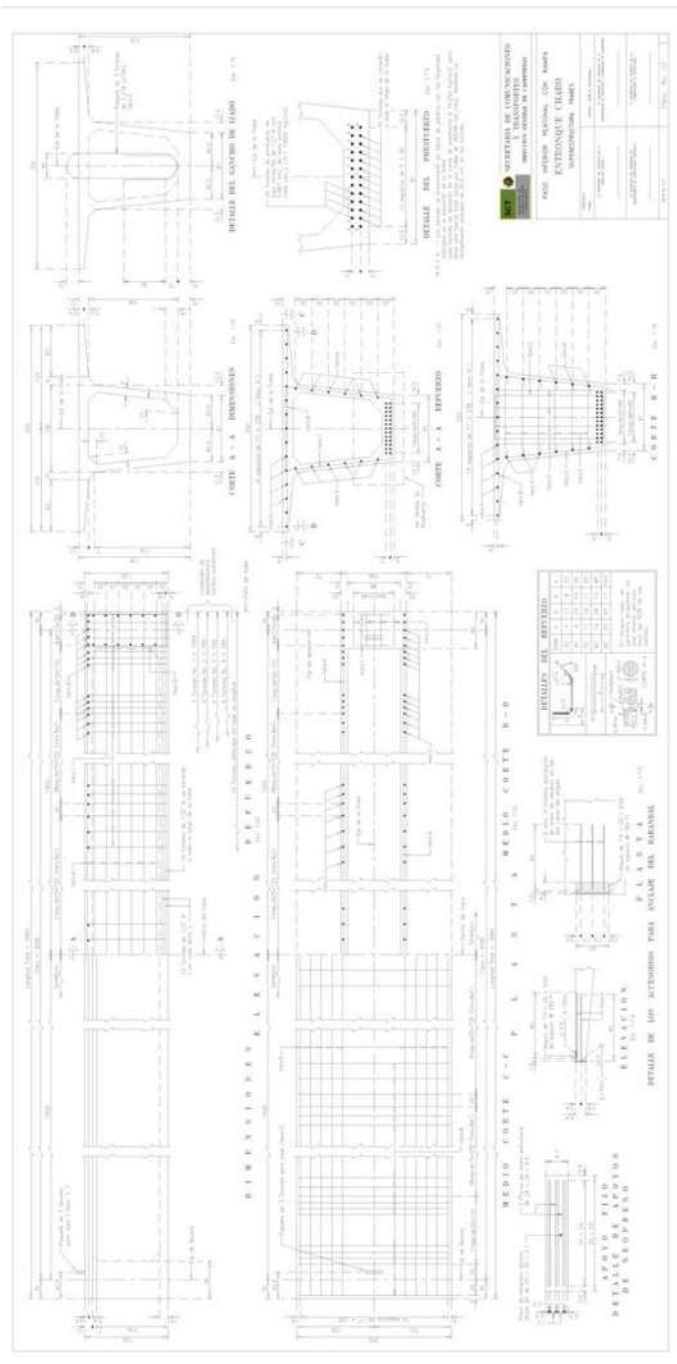




PROCEDIMIENTO CONSTRUCTIVO PARA LA EJECUCIÓN DEL
"DISTRIBUIDOR VIAL SALIDA A CHARO",
EN MORELIA, MICHOACÁN.



18. ANEXOS\ANEXO V Trabes PIPR.dwg

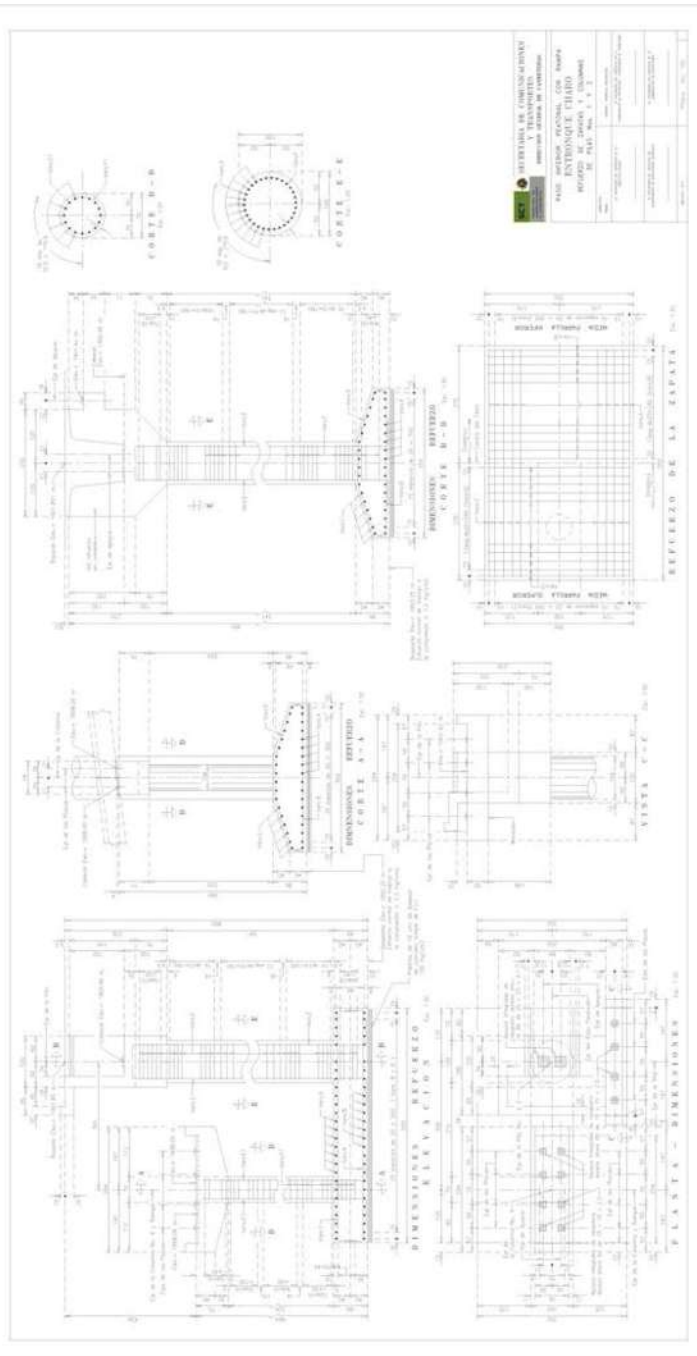




PROCEDIMIENTO CONSTRUCTIVO PARA LA EJECUCIÓN DEL
"DISTRIBUIDOR VIAL SALIDA A CHARO",
EN MORELIA, MICHOACÁN.



19. ANEXOS\ANEXO V Zapatas y Columnas de Pilas Nos.1 y 2.dwg

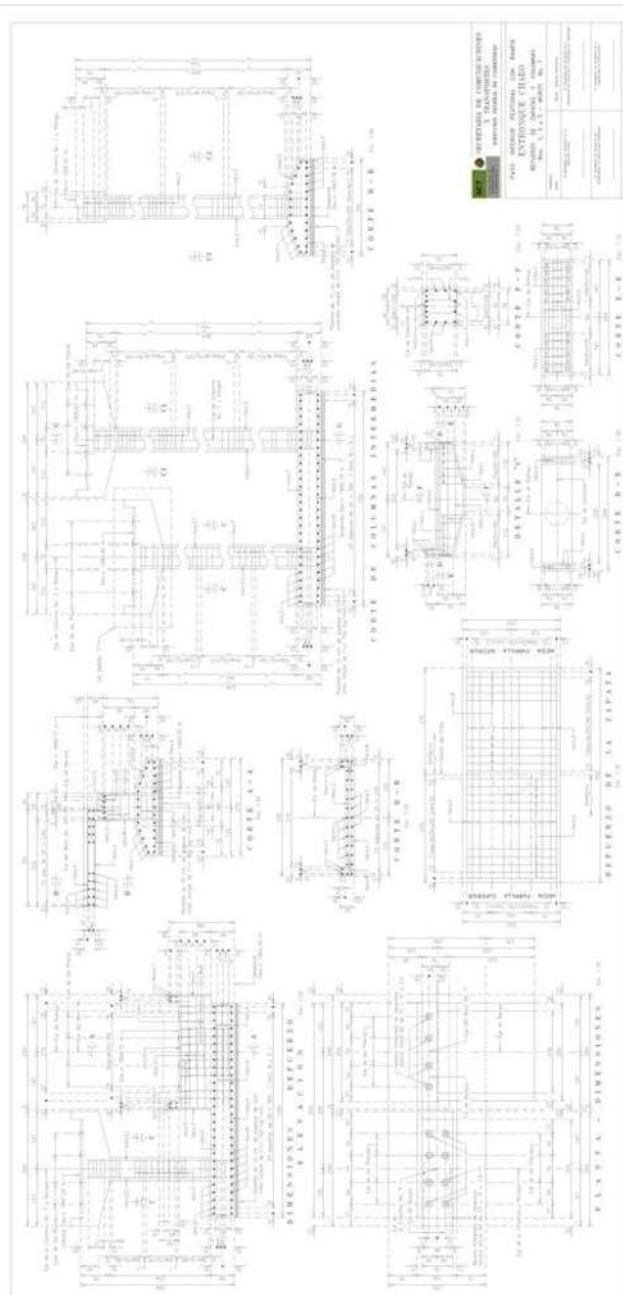




PROCEDIMIENTO CONSTRUCTIVO PARA LA EJECUCIÓN DEL
"DISTRIBUIDOR VIAL SALIDA A CHARO",
EN MORELIA, MICHOACÁN.



20. ANEXOS\ANEXO V Zapatas y Columnas Nos.1, 3 y 5.dwg



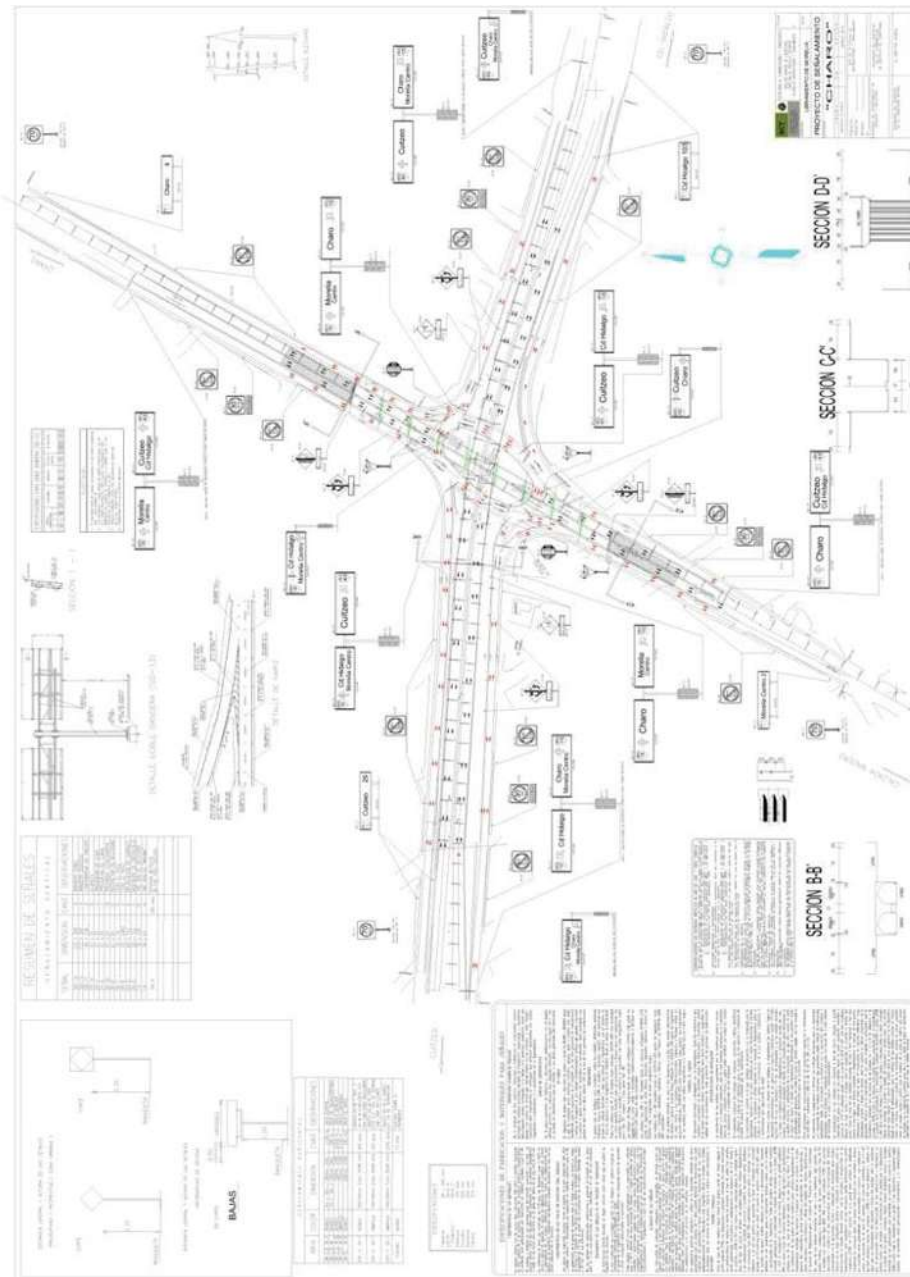


**PROCEDIMIENTO CONSTRUCTIVO PARA LA EJECUCIÓN DEL
"DISTRIBUIDOR VIAL SALIDA A CHARO",
EN MORELIA, MICHOACÁN.**



21. [ANEXOS\ANEXO V Cabezales de Pilas Nos.1 y 2.dwg](#)







**PROCEDIMIENTO CONSTRUCTIVO PARA LA EJECUCIÓN DEL
"DISTRIBUIDOR VIAL SALIDA A CHARO",
EN MORELIA, MICHOACÁN.**



BIBLIOGRAFÍA

- **NORMAS DE CONSTRUCCIÓN DE LA SECRETARÍA DE COMUNICACIONES Y TRANSPORTES.**

(<http://normas.imt.mx/carr.htm>)

- **PLANOS DE PROYECTO Y ESPECIFICACIONES GENERALES Y PARTICULARES.**

- **ESTUDIOS DE COSTO BENEFICIO Y PLURIANUALIDAD DEL ENTRONQUE SALIDA A CHARO EN LA CARRETERA ATLACOMULCO – MORELIA.**

- **ROAD CEM, LA CARRETERA DEL FUTURO.**

MANUAL DE TRABAJO CON ROAD CEM.

AUTORES: P. MARJANOVIC, C.E.G. EGYED, P. DE LA ROIJ, RR. DE LA ROIJ.

(www.powercem.com)

- **GEOMEMBRANA.**



http://www.emin.cl/index.asp?CategoriaId=3_30_31