

872715

UNIVERSIDAD DON VASCO A.C.
Incorporación No. 8727 - 15 a la



**UNIVERSIDAD NACIONAL
AUTÓNOMA DE MÉXICO**

**tesis profesional para obtener el título de
INGENIERO CIVIL**

Tema:

**PROCEDIMIENTOS CONSTRUCTIVOS
PUENTE BARRANCA EL LIMÓN**

Presenta:

José Antonio Sánchez Corza

URUAPAN, MICHOACÁN, ABRIL 2005.

m345811



Universidad Nacional
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

Biblioteca Central



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

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

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

Agradecimientos

A mi Mamá que me ha apoyado incondicionalmente en todo lo que he emprendido, Que me ha ayudado a levantarme cuando he estado caído y que hizo labor de Padre y Madre en las etapas más difíciles de mi vida.

A mi Padre que aunque no pudo estar conmigo mucho tiempo. Su recuerdo siempre ha servido de inspiración para seguir adelante y sobreponerme a las situaciones mas adversas y se que donde este el, estará orgulloso de ver concluida satisfactoriamente una etapa mas de mi vida.

A mi Familia que ha estado a mi lado brindándome compañía y apoyo en todo momento, especialmente a mis hermanas, a mi Abuelita Carmen, a mi tío Toño y a mi tía Martha.

A mis profesores que con paciencia y dedicación, compartieron sus conocimientos conmigo, en especial al Ing. Anastasio Blanco por su amistad y apoyo en la realización de este trabajo.

A mis amigos y compañeros con los que compartí muy buenos momentos en esta etapa de mi vida.

ÍNDICE

Introducción.....	1
--------------------------	----------

Capítulo 1 Conceptos Generales

1.1 Historia de los Puentes en México.....	2
1.2 Definición de un Puente.....	5
1.3 Partes que forman los Puentes.....	6
1.4 Clasificación de un Puente.....	7
1.5 Que es una Empresa Constructora.....	8
1.6 Etapas de ejecución de un proyecto.....	8

Capítulo 2 Estudios Preliminares

2.1 Estudios Topográficos.....	13
2.2 Estudios Hidrológicos.....	14
2.3 Estudios Geológicos.....	15
2.4 Estudios Comerciales.....	16
2.5 Solicitaciones Geométricas.....	16
2.6 Solicitaciones de Carga.....	21

Capítulo 3 Planeación

3.1 Determinación de Volúmenes.....	28
3.2 Programa de Obra.	32

3.3 Materiales Necesarios.....	32
3.4 Equipo Necesario.....	35
3.5 Recursos Humanos.....	48

Capítulo 4 Cimentación

4.1 Caminos de Acceso.....	52
4.2 Desmonte y Despalme.....	56
4.3 Excavación.....	59
4.4 Acero en Zapatas.....	63
4.5 Cimbra en Zapatas.....	67
4.6 Concreto en Zapatas.....	68

Capítulo 5 Subestructura

5.1 Acero en Subestructura.....	70
5.2 Cimbra en subestructura.....	72
5.3 Concreto en Subestructura.....	79

Capítulo 6 Trabes Preesforzadas

6.1 Características.....	82
6.2 Ventajas y Desventajas.....	83
6.3 Concreto de alta Resistencia.....	84
6.4 Planta de Prefabricados	88

Capítulo 7 Superestructura

7.1 Cimbra en Superestructura.....	100
7.2 Acero en Superestructura.....	102
7.3 Concreto en Superestructura.....	103
7.4 Junta de Dilatación	104
7.5 Carpeta Asfáltica.....	104

Capítulo 8 Obra Complementaria

8.1 Guarniciones.....	106
8.2 Obras de Drenaje	106
8.3 Señalización.....	107

Capítulo 9 Conservación

9.1 Inspección.....	110
9.2 Evaluación.....	114
9.3 Mantenimiento.....	115
9.4 Mantenimiento Rutinario.....	116

Conclusiones.....	118
--------------------------	------------

Bibliografía.....	120
--------------------------	------------

Anexos.....	121
--------------------	------------

Introducción

El principal objetivo de esta tesis es el mostrar la experiencia adquirida al trabajar con una empresa constructora en la realización de una obra de gran magnitud como es el puente Barranca El Limón.

En este trabajo se explicará el proceso de ejecución de una obra, principalmente el proceso constructivo, tomando en cuenta todos los recursos necesarios, para su ejecución, tanto materiales como humanos , también se mencionara algunos conceptos básicos para la concepción de una obra de este tipo, y se hará énfasis de que cada obra es un caso particular y que dependerá del constructor la forma de resolver los problemas que se presenten para la correcta ejecución de la obra en tiempo, forma y calidad contratada.



Capítulo 1

Conceptos generales

1.1 Historia de los puentes en México

Al desarrollarse la tecnología del concreto reforzado, empezaron a construirse estructuras complejas con este material. Al principio, únicamente losas planas de 10 m de claro máximo y posteriormente, losas sobre varias nervaduras hasta de 15 m de claro, para claros mayores se seguía recurriendo al acero estructural.

Sin embargo, pronto se observó que el concreto era un material mucho más económico que el acero, porque se fabricaba al pie de la obra con elementos locales. La Secretaría de Comunicaciones fue pionera en México en la instalación de laboratorios para el control de calidad de los materiales de construcción y para la implantación de las normas correspondientes. El desarrollo de esta tecnología permitió obtener concretos de mayor resistencia y de mayor confiabilidad.

Por otra parte, la aplicación del concreto reforzado en los puentes comunes de claros pequeños y modernos, se hizo prácticamente general. Al observarse la gran influencia que los moldes tenían en el precio unitario del concreto surgió la superestructura de sólo dos nervios, innovación nacional respecto a la práctica de la época.

Aunque la idea del concreto presforzado es muy antigua, no pudo materializarse en las obras de Ingeniería Civil mientras no se desarrollaron los

concretos y aceros de alta resistencia que por una parte, permitían la aplicación de grandes fuerzas externas y por la otra, reducían las pérdidas que esas fuerzas experimentaban, como consecuencia de las deformaciones diferidas.(Flores)

La aplicación del concreto presforzado a los puentes se da por primera vez en Europa, al término de la Segunda Guerra Mundial y se ve impulsada en ese continente por la necesidad de reconstruir numerosos puentes destruidos por la guerra.

En México la aplicación de esa nueva tecnología fue relativamente temprana, el puente Zaragoza sobre el río Santa Catarina, en la ciudad de Monterrey fue el primer puente de concreto preesforzado del Continente Americano, construido en 1953 bajo la dirección exclusiva de ingenieros mexicanos, que idearon un sistema original para el sistema de anclaje de los cables de preesfuerzo y comprobaron la validez de sus cálculos con la realización de una prueba de carga sobre una viga de escala natural.

Pocos años después, en 1957 se construyó el puente sobre el río Tuxpan, en el acceso al puerto del mismo nombre, en el estado de Veracruz que constituye otra primicia de la ingeniería mexicana en el Continente Americano, ya que fue la primera obra de este lado del océano en que se aplicó el sistema de dovelas en doble voladizo. El puente tiene claros de 92 m y es de tipo gerber, con articulaciones metálicas al centro de los claros. El concreto se reesforzó con barras de acero redondo y, durante la construcción, se tuvieron diversos problemas por la falta de experiencia en este sistema de construcción, al grado

que para la primera dovela en voladizo se requirieron 45 días, en tanto que, para las últimas, el tiempo se acortó a 10 días.

El incremento de la industria del preesfuerzo y la prefabricación permitió el empleo cada vez más frecuente de vigas preesforzadas y prefabricadas en los puentes. Con estos elementos se evitaban las obras falsas y se reducían los tiempos de construcción. Al principio, este tipo de estructuras se veía limitado en su aplicación por falta de personal calificado y por dificultades para el transporte de los elementos hasta el sitio de las obras, pero esas limitaciones fueron superadas al irse desarrollando el país.

Uno de los puentes más importantes en los que por primera vez se aplica en forma intensiva el uso de vigas prefabricadas preesforzadas es el que cruza el río Coatzacoalcos y que permite el paso de la carretera costera del Golfo y del ferrocarril durante varios años, este puente con una longitud de aproximadamente, 1 km. fue el más largo de México.

En lo que se refiere a los puentes de acero estructural, se tiene un avance importante cuando se empieza a aplicar la soldadura en la ejecución de juntas, como lo ocurrido a mediados de la década de los 50's que permitió la construcción de estructuras más ligeras, en el puente de Chinipas del ferrocarril Chihuahua-Pacífico, se construyeron uniones remachadas y soldadas en una armadura de tres tramos continuos de paso superior y con un sistema ingenioso de montaje.

Otro avance en estructuras de acero se tuvo al introducir en ellas un preesfuerzo exterior, que permite la optimización de la sección transversal, reduciendo el peso propio de la superestructura. El puente de Tuxtepec está

constituido por tramos libremente apoyados formados por losas de concreto reforzado sobre traveses de acero soldados y preesforzados.

Especialmente sobresaliente dentro de las estructuras de acero son los puentes Fernando Espinosa y Mariano García, fueron los primeros en que se diseñó en México un sistema de piso con placa ortotrópica. Este tipo de estructuras permite una considerable reducción del peso propio, ya que la placa de la calzada, además de recibir las cargas vivas, trabaja como patín superior de las costillas, las piezas del puente y las traveses maestras. El sistema es, además, altamente eficiente y optimiza el empleo del acero. En estos puentes, las conexiones fueron remachadas en las traveses maestras construidas por segmentos en voladizo y soldados en el sistema de piso ortotrópico. (Flores,)

1.2 Definición de un puente

Un puente es una estructura destinada a salvar obstáculos naturales, como ríos, valles, lagos o brazos de mar y obstáculos artificiales como vías férreas o carreteras, con el fin de unir caminos de viajeros, animales y mercancías.

La infraestructura de un puente está formada por los estribos o pilares extremos, las pilas o apoyos centrales y los cimientos, que forman la base de ambos. La superestructura consiste en el tablero o parte que soporta directamente las cargas y las armaduras, constituidas por vigas, cables, o bóvedas y arcos que transmiten las cargas del tablero a las pilas y los estribos.

Para designar su función se dirá: puente para carretera, puente para ferrocarril y puente móvil.

La palabra viaducto se reserva para los puentes largos, con frecuencia de claros prolongados y altura constante.

Un puente se divide en tramos, separados por las pilas y que terminan en los estribos.

1.3 Partes que forman un puente son

Superestructura

Elementos portantes (generalmente vigas)

Diafragmas

Sistema de piso (losas)

Subestructura

Pilas y estribos

Sistemas de apoyo

Otros elementos de soporte de la estructura

Cimentación

Pilotes

Zapatas de cimentación

Pilastrones

Equipamiento

Juntas de dilatación

Sistemas de drenaje

Parapetos

Señalizaciones

1.4 Clasificación de un puente

Los puentes se pueden clasificar según su función y utilización, materiales de construcción y tipo de estructura.

Según su función

Puentes peatonales

Puentes, viaductos o pasos carreteros

Puentes, viaductos o paso ferroviarios

(El puente El Limón es un paso carretero)

Según sus materiales de construcción

Madera

Mampostería

Acero estructural

Concreto armado

Concreto presforzado

(El puente El Limón es de concreto preesforzado)

Según su tipo de estructura

Libremente apoyados

Tramos continuos

Arcos

Atirantados

Colgantes

(El puente El Limón es libremente apoyado)

1.5 Que es una empresa constructora

Una empresa constructora es una empresa que se dedica exclusivamente a construir cualquier tipo de obra, aunque generalmente cada constructora tiene alguna especialidad en algún tipo de obra, ya que debido a la gran diversidad de tipo de obras que hay es difícil que una empresa sea especialista en todo tipo de obra, de hecho esta especialidad se definirá por la experiencia de la empresa en la construcción de cierto tipo de estructura, por la experiencia de su personal técnico y por el equipo con que cuente ya que cada tipo de construcción requiere de maquinaria especializada para ese tipo de trabajo específico, por ejemplo Gutsa que fue la empresa que construyó el puente en cuestión (puente Barranca El Limón) es una empresa especializada en la construcción de grandes edificios y puentes (especialmente el tipo de puentes de traveses pretensados) por lo tanto cuenta con personal capacitado para cualquier tipo de estas estructuras además de contar también con gran parte del equipo necesario como son grúas torres, grúas móviles, trituradora, planta de asfaltos, planta de concreto, equipo de movimiento de tierras, equipo de pavimentación, planta de prefabricados etc.

1.6 Etapas de un proyecto

El objetivo de este trabajo es ver la obra del punto de vista del constructor por lo tanto estas etapas, así se analizarán:

Necesidad

Un proyecto surge de la necesidad de dicha estructura para la obtención de un beneficio definido.

Estudio de factibilidad

Este estudio consiste en el análisis y evolución de los beneficios esperados contra las posibles consecuencias del proyecto, si son mayores los beneficios que las consecuencias esto quedará decir que si es factible la construcción de dicha estructura.

Diseño

Consiste en determinar las características que debe de cumplir la obra, para cumplir eficientemente con las condiciones de trabajo a las que va a hacer sometida, cumpliendo con un periodo de vida útil razonable al tipo de obra, evaluando y determinando los factores de riesgo, para no crear una estructura que este muy sobrada y que implique un desperdicio, ni una obra muy deficiente que tenga riesgo de fallar, teniendo esta falla consecuencias directamente proporcional a la magnitud de la obra tanto en lo económico como en la posible pérdida de vidas humanas , este es el factor que más debe cuidar todo ingeniero.

Concurso de obra

Este consiste en la selección de la empresa idónea para hacer el trabajo y básicamente consiste en hacer un análisis tanto de precio de la obra como

capacidad económica y técnica de la empresa otorgando un catálogo de conceptos para que todas las empresas compitan con las mismas reglas, cabe mencionar que todo concepto no tomado en cuenta en el catálogo de conceptos o no volumetrado bien, será causa de aditivas a la hora de la construcción, dependiendo de la magnitud de la obra, la empresa debe de contar con cierta capacidad económica como son recursos financieros, maquinaria y equipo propio, debe contar con cierta capacidad técnica como es un historial de haber hecho alguna obra similar (curriculum), tener un equipo de ingenieros titulados y con experiencia en ese tipo de obras , tener bien efectuado el análisis de precios unitarios (ser congruente con la calidad requerida) y ser la propuesta más barata. De acuerdo a la ley de obra pública.

Construcción

En este caso es la etapa más importante para nosotros ya que es el que trata el tema principal de este trabajo y el cual sé irá describiendo poco a poco en el desarrollo del mismo.

Cobro

Este es una de las etapas más importantes del proceso para la constructora, ya que a final de cuentas es el objetivo principal de una empresa que es obtener una ganancia económica, además es muy importante efectuar los cobros oportunamente para tener solvencia económica y poder seguir ejecutando la obra, el primer cobro que se hace es el del anticipo que generalmente es de un

30% del monto total de la obra aunque este puede variar según las condiciones del contrato que se tenga, este se da al contratista (empresa constructora) para que inicie la obra, una vez asignado el contrato, de hecho el contratista no tiene obligación de iniciar la obra si no le han entregado el anticipo y esto ocasionaría que se recorriera el calendario de obra y la fecha límite de terminación, esta falta no sería imputable al contratista, generalmente los cobros posteriores se realizan mediante estimaciones, que pueden ser mensuales, quincenales o según las condiciones del contrato, en esta mediante generadores de obra (croquis que explican como se obtuvieron los volúmenes de obra por cobrar) se hace la estimación del trabajo que se tiene hecho hasta la fecha, estos volúmenes se multiplican por el precio contratado para cada concepto y de ahí se saca el monto de la estimación, a la cual se le resta la parte proporcional del anticipo del monto que se pretende cobrar, para así ir amortizando el anticipo que ya se recibió, en caso de que haya algún aumento en los precios de materiales, equipo y mano de obra necesarios en el periodo de la ejecución de la obra, se hará una escalatoria de precios (actualización de precios), la estimación debe ser avalada por un supervisor departe del contratante (en este caso la SCT), los conceptos no tomados en cuenta en el catálogo de conceptos original, para su cobro se presentara el precio unitario y al ser aceptado por parte del contratante, se procederá a su cobro como concepto adicional.

Garantía

Generalmente el contratante con el objeto de que el contratista cumpla con las condiciones del contrato originales, el contratista debe de presentar unas fianzas (se obtienen con una afianzadora, la cual analizara los activos de la constructora con el objeto de que en caso de que haya algún tipo de incumplimiento ver que pueda responder con las sanciones que se apliquen.)

Tipo de fianzas

- **Fianza por anticipo:** esta fianza es con el objeto de asegurar que el contratista al recibir el anticipo si lo va a aplicar en la ejecución de la obra.
- **Fianza de cumplimiento:** esta fianza es con el objeto de que le contratista cumpla en tiempo y forma con la ejecución de la obra.
- **Fianza por vicios ocultos:** esta fianza pretende asegurar que en caso de que la obra tenga defectos en su ejecución y que no se detecte antes de entregada la obra, el contratista tenga la obligación de repararlos.

A grandes rasgos estas son las etapas son las etapas que se siguieron en la concepción de la obra " Puente Barranca El Limón " durante el concurso y durante la ejecución del mismo.

Capítulo 2

Estudios preliminares

Los estudios preliminares son todos aquellos que se hacen con la finalidad de obtener la mayor información posible del sitio de la obra, para que el proyecto solucione la problemática, para la cual es necesario de la forma más eficiente posible y además que sea económico, en este caso como nuestro objetivo fundamental es hablar de el proceso constructivo y como todos esos estudios se hicieron por una empresa especializada, solo comentaremos los resultados obtenidos

2.1 Estudios topográficos

Deberá tenerse la siguiente información de lo diferentes estudios:

- Origen del kilometraje (el origen del kilometraje constructivo fue el entronque Zirimicuaro el puente se ubica en el 56+330)
- Plano en planta escala 1:200 mostrando el eje del camino, curvas de nivel, dirección del cauce, construcciones cercanas y datos importantes.
- Angulo que forma el camino con el eje de la corriente (forma un ángulo de 60 grados.)
- Elevación y descripción del banco de nivel más próximo (el nivel de la rasante al centro del puente tomando como referencia el nivel del mar es 372.82 msnm.

- Planos de localización correspondientes a un km a cada lado de la obra, conteniendo accidentes topográficos etc.
- Elevación de la subrasante que resulte más adecuada.
- Importe de las indemnizaciones que tendrían que hacerse al llevarse a cabo la obra.(Crespo,682)

2.2 Estudios hidrológicos

Se deberá obtener:

- Una sección transversal en el cruce y dos secciones auxiliares aguas arriba y aguas abajo a escala 1:200 considerando nivel de aguas mínimas y nivel de aguas máximas ordinarias y extraordinarias, pendiente del fondo del cauce o de la superficie del agua en una extensión de 200 mts a cada lado del eje del puente (el name es de 342.4 msnm, y el namo es de 341.8 msnm)
- Coeficiente de rugosidad del cauce.
- Velocidad superficial indicando el procedimiento usado (3.5 m/s)
- Frecuencia y duración de las crecientes máximas extraordinarias, época del año, en que se efectúan y dimensiones aproximadas del material de arrastre.
- Si el cauce es estable o divagante o si tiene tendencia a divagar.
- Si la corriente deposita o socava.
- Si hay que efectuar alguna canalización (fue necesario hacer una canalización para comunicar la pila 3 con la 4 y para hacer la plataforma de montaje de traveses)

- Si el remanso afectara propiedades vecinas (no afecta porque antes de llegar al puente aprox. A 30 mts de antes hay una caída de agua de más de 30 mts)
- Claro mínimo de los tramos y espacio libre vertical para el paso de los cuerpos flotantes (es muy superior a las expectativas del cauce ya que el puente sobre el cauce tiene más de 30 mts de altura sobre el nivel máximo extraordinario de la corriente)
- Datos sobre puentes construidos aguas abajo y aguas arriba próximos al cruce, tales como su longitud, longitud mínima de tramo, altura de la subrasante sobre el fondo, área hidráulica, si es o no suficiente el puente, separación entre pilas y pendiente del cauce en el cruce (Crespo, 683)

2.3 Estudios geológicos

- Caracteres generales de los materiales que forman el fondo y las márgenes de la corriente (según estratigrafía existente en los planos, el fondo y las márgenes se componen de boleos de chicos a grandes empacados en grava y arena)
- Corte geológico indicando materiales del subsuelo y el nivel de las aguas freáticas, enviando muestras inalteradas y alteradas al laboratorio de mecánica de suelos.
- Carga admisible aproximada que puede soportar cada estrato del subsuelo (la carga admisible que soporta el suelo es de 4 kg/cm²) obtenida de los estudios de mecánica de suelos del sitio. (Crespo, 683)

2.4 Estudio comerciales

Estos se realizan para darse una idea del cual será el costo de la obra terminada y así determinar si se tiene los recursos necesarios para la ejecución de la obra:

- Jornales medidos en la región para diversas categorías.
- Precios unitarios de diversos materiales en el lugar de la obra.
- Cubicación de diferentes bancos de material.
- Vía más próxima de comunicación.
- Clima dominante en la región.
- Enfermedades de la región.

Estos estudio deben de ir complementados por fotos del lugar del cruce y puentes cercanos en el mismo cauce, para poder hacer así varios anteproyectos y poder analizar cual es más factible de realizarse, también se debe comparar la factibilidad de hacer un terraplén ó una bóveda para el cauce en lugar de un puente y ver cual es la propuesta más económica. (Crespo, 684)

2.5 Solicitaciones geométricas

Espaciamiento entre pilas, orientación y tipo

Las pilas de un puente deben ubicarse de acuerdo con los requerimientos de la navegación y de manera que produzcan la mínima obstrucción a la corriente. En general, deben colocarse paralelamente a la dirección de la misma en épocas de avenidas.

Asimismo, para dar paso a los materiales de arrastre y a los hielos, los claros del puente y el espacio libre vertical deberán tener la amplitud adecuada, de acuerdo con el tipo de pila y en caso necesario emplear desviadores de materiales de arrastre. (Flores)

Ancho de calzadas y banquetas

El ancho de la calzada será el ancho libre entre las partes inferiores de las guarniciones medido normalmente al eje longitudinal del puente; si las guarniciones no existen el ancho libre será la distancia mínima entre las caras interiores del parapeto del puente.

El ancho de la banqueta será el ancho libre entre la cara interior del parapeto y la parte extrema de la guarnición o guardarueda exterior medido normalmente al eje longitudinal del puente, salvo que exista una armadura, trabe o parapeto adyacente a la guarnición, en cuyo caso, el ancho se medirá hasta la orilla exterior de la banqueta.

La cara de la guarnición se define como el parámetro interior, vertical o inclinado de la propia guarnición. Las dimensiones horizontales del ancho de la calzada y de la guarnición se toman desde la base, ó desde la base del paño inferior, si se trata de guarniciones escalonadas. El ancho máximo de las guarniciones redondeadas será de 0.23 m.

En los tramos de acceso con guarnición y cuneta, ya sea en uno o en ambos extremos del puente, la altura de la guarnición del puente debe coincidir con la de acceso, o ser, preferentemente, mayor. Cuando no se asignen

guarniciones en el acceso, la altura de la guarnición en el puente no será menor de 0.20 m y de preferencia no mayor de 0.25 m.

Cuando se requieran banquetas para el tránsito de peatones en las vías rápidas urbanas, deberán aislarse de la calzada del puente por medio de parapetos. (Flores)

Gálidos

- **De navegación:** la autorización para la construcción de un paso sobre una vía navegable, exceptuando aquellas que por su categoría se hallen previamente autorizadas por la comandancia de la guardia costera, deban obtenerse de esta propia comandancia y de las demás autoridades competentes.
- **Vehicular:** para la circulación de vehículos, el gálibo horizontal será el ancho libre, en tanto que el gálibo vertical será la altura libre. (Flores)

Parapetos

Deberán instalarse parapetos a ambos lados de la estructura del puente para protección tanto del tránsito como de los peatones, cuando existan banquetas.

En los puentes que no pertenezcan a vías rápidas urbanas y que dispongan de banquetas adyacentes a las calzadas, deberá instalarse entre estas dos el parapeto o barrera para calzada, además de un parapeto para banqueta en el lado exterior.

- **Parapetos para calzada:** aunque el propósito principal de los parapetos para calzada es controlar el tránsito que circula por la estructura, deben tomarse en cuenta otros factores, como son la protección de los ocupantes del vehículo en caso de colisión, y a los peatones que circulan en el puente, además de la buena apariencia y la suficiente visibilidad para los vehículos que lo transiten.

Los materiales empleados en los parapetos para calzada serán: concreto, acero o una combinación de ellos. La altura del parapeto para calzada no será menor de 0.69 m, medida desde la corona de la calzada o guarnición al remate superior del parapeto.

- **Parapetos para banquetas:** los elementos de estos parapetos se calcularán de acuerdo con el tipo y volumen del tránsito de peatones calculado en el proyecto, tomando en cuenta la buena apariencia, la seguridad y la suficiente visibilidad por parte de los conductores.

Los materiales empleados en estos parapetos serán: concreto, acero o una combinación de estos materiales. La altura mínima será de 0.91 m (preferentemente 1.07 m.), medida desde la superficie de la banqueta hasta el remate del barrote superior del parapeto. (Flores)

Drenaje de la calzada

El drenaje transversal se efectuara por medio del bombeo que se da a la carpeta, y el drenaje longitudinal, por medio de la contraflecha del claro, o bien por la pendiente de la rasante. El agua que se drene por las cunetas del camino debe desviarse no permitiendo de ninguna manera que fluya sobre el puente. Los

puentes cortos de un solo claro particularmente pasos superiores, pueden construirse sin drenes, efectuándose el drenaje de la calzada del puente mediante conductos abiertos o cerrados colocados en los extremos de la estructura. El drenaje longitudinal de los puentes largos se realiza por medio de drenes o coladeras de dimensiones y en número suficiente para desalojar debidamente la cuneta. La disposición de los drenes del puente se hará en forma tal que el agua no descargue sobre ningún elemento de la estructura, para evitar su erosión en dicho sitio. Cuando se requieran bajadas serán rígidas y de material resistente a la corrosión.

Sobre elevación

En las curvas horizontales de un puente la sobreelevación se hará de acuerdo con las especificaciones establecidas para la construcción del camino, pero en ningún caso excederá del 10% del ancho de la calzada.

Revestimiento del piso de puentes

El revestimiento del piso de los puentes deberá ser de un material antiderrapante.

Instalaciones destinadas a servicios públicos

Cuando así se requiera se tomarán las precauciones necesarias para alojar a las bases y los postes para los cables de los troles o del alumbrado, así como los ductos para el agua, cables de electricidad, teléfono, gas o drenaje

2.6 Solicitación de cargas.

Las estructuras se proyectarán considerando las siguientes cargas y fuerzas cuando existan:

- Carga muerta
- Carga viva
- Impacto o efecto dinámico de la carga viva.
- Cargas por viento
- Otras fuerzas, cuando existan, tales como:
 - * Fuerzas longitudinales
 - * Fuerza centrífuga.
 - * Fuerzas por cambios de temperatura.
 - * Empujes de tierra.
 - * Supresión.
 - * Esfuerzos por contracción del concreto.
 - * Presión de la corriente de agua.
 - * Esfuerzos por sismo.

Los miembros del puente se proyectaran tomando en cuenta los esfuerzos permisibles y las limitaciones del material empleado de acuerdo con las especificaciones aashto.

En la hoja para cálculo de esfuerzos se incluirá un diagrama o notas sobre las cargas consideradas y por separado se indicaran los esfuerzos debidos a las diferentes cargas.

Cuando las condiciones del proyecto así lo requieran, se registrará el orden sucesivo de los colados de concreto en los planos o bien en las especificaciones complementarias.

Carga muerta

La carga muerta estará constituida por el peso propio de la estructura ya terminada, incluyendo la carpeta asfáltica, banquetas, parapetos, tuberías, conductos, cables y demás instalaciones para servicios públicos.

Cuando al construir el puente, se coloque sobre la carpeta una capa adicional para desgaste, o cuando se piense ponerla en el futuro, deberá tomarse en cuenta al calcular la carga muerta. Dicho factor es particularmente importante en aquellas regiones en donde se requiere el uso de cadenas sobre las llantas, o llantas con grapas para la nieve.

Por lo regular al calcularse la carga muerta se consideran los siguientes pesos volumétricos:

Hierro fundido	7,800 kg/m ³
Aleaciones de aluminio	2,800 kg/m ³
Madera (tratada o sin tratar)	800 kg/m ³

Acero estructural	7,850 kg/m ³
Concreto simple	2,300 kg/m ³
Concreto reforzado	2,400 kg/m ³
Arena, tierra, grava o balasto compactados	1,920 kg/m ³
Arena, tierra o grava sueltas	1,600 kg/m ³
Macadam o grava compactadas con aplanadora	2,240 kg/m ³
Relleno de escorias	960 kg/m ³
Pavimento (excluyendo adoquinado de madera)	2,300 kg/m ³
Vía de ff.cc. (riel, guardariel, accesorios de vía)	3,200 kg/m ³
Mampostería	2,720 kg/m ³
Tablón asfáltico de 2.5 cm de espesor	22 kg/m ²

Carga viva

La carga viva consistirá en el peso de la carga móvil aplicada, correspondiente al peso de los camiones, coches y peatones.

- **Cargas para calzadas:** los elementos portantes y piezas de puentes se diseñaran con la carga de camión hs-20, t3-s3 y t3-s2-r4, tomando como carga de diseño la que produzca los mayores elementos mecánicos de acuerdo con la distribución de claros.
- **Cargas para banquetas:** los pisos, largueros y apoyos inmediatos a las banquetas, se proyectaran para una carga viva de 415 kg/m². Las traveses de

sección compuesta, armaduras, arcos y otros miembros, se proyectaran para las siguientes cargas vivas sobre la banqueteta:

- Claros de hasta 7.62 m de longitud.....415 kg/m²
- Claros de 7.62 m a 30.48 m de longitud 293 kg/m²
- Claros mayores que 30.48 m de longitud, de acuerdo con la formula siguiente:

$$p = \left(146.46 + \frac{4464.48}{l} \right) \left(\frac{16.76 - a}{15.24} \right)$$

Donde:

P = Carga viva por metro cuadrado con un valor máximo de 293 kg/m²

L = Longitud cargada de banqueteta, en metros.

A = Ancho de banqueteta, en metros.

Al calcular los esfuerzos en estructuras que soporten las banquetas en voladizo, se considerara la banqueteta cargada completamente en un solo lado de la estructura, si esa condición es la que produce los esfuerzos máximos en la misma.

- **Cargas para guarniciones:** las guarniciones se proyectaran para que resistan una fuerza lateral no menor de 774 kg por metro lineal de guarnición, aplicada en la parte superior de la guarnición, o a 0.25 m arriba del piso, si la guarnición es mayor de 0.25 m. (Flores,)

- **Cargas sobre parapetos:**

- * **Parapetos para calzadas** Las piezas del parapeto se proyectaran para resistir una fuerza lateral horizontal (p) de 4,536 kg dividida entre los diversos miembros situados a 0.38 m ó más arriba del piso del puente (o remate de la guarnición con un ancho mayor que 0.15 m.).

Todos los miembros entre los que se distribuya esta carga lateral deberán tener sus caras del lado de la calzada, en un plano vertical común que pase 2.5 cm del extremo.

Los miembros del parapeto que se encuentren a más de 0.025 m de dicho plano o a menos de 0.38 m arriba del piso del puente (o remate de la guarnición con un ancho mayor que 0.15 m), se proyectaran para resistir una carga lateral igual a la aplicada en los parapetos para calzada adyacentes, siempre que esa carga no exceda de 2,268 kg

- * **Parapetos para banqueteta.** Los parapetos para banquetetas se proyectaran para resistir una carga mínima: $W=7404$ kg por metro lineal, aplicada simultáneamente tanto en sentido transversal como en sentido vertical, sobre los miembros longitudinales del parapeto. Quedan excluidos de estos

requerimientos los miembros que se hallen colocados a mas de 1.54 m arriba de la banqueta.

Los postes se proyectaran para resistir una carga transversal, la que actúa en el centro de gravedad del barrote superior o a una altura máxima de 1.54 m arriba de la banqueta cuando se trata de parapetos altos.

Impacto

En las estructuras comprendidas en el grupo a subsiguiente, los esfuerzos por carga viva producidos por las cargas h y h_s deberán incrementarse en la cantidad que aquí se indica, por los efectos dinámico, vibratorio y de impacto.

El impacto no deberá aplicarse a los elementos del grupo b.

- **Grupo a.**

- 1) Superestructura, incluyendo columnas de acero o de concreto, torres de acero, columnas de marcos rígidos y en general, aquellas partes de la estructura que se prolonguen hasta la cimentación principal.

- 2) La parte de los pilotes de concreto o de acero que sobresalgan del nivel del terreno y que se hallen rígidamente conectados a la superestructura, ya sea formando marcos rígidos o como parte de la estructura misma.

- **Grupo b.**

- 1) Estribos, muros de contención, pilas, pilotes (exceptuando lo especificado en el grupo a 2).

- 2) Cimentaciones y presiones en las cimentaciones.

- 3) Estructuras de madera.
- 4) Cargas para banquetas.
- 5) Alcantarillas y estructuras que tengan un colchón de tierra de 0.91 m de espesor o mayor.

Fuerzas longitudinales

Deberá considerarse el efecto de una fuerza longitudinal del 5% de la carga viva en todos los carriles destinados al tránsito en una misma dirección. En aquellos puentes donde se considere puedan llegar a ser en el futuro de una sola dirección, deberán considerarse cargados todos sus carriles.

Capítulo 3

Planeación

El objetivo principal de la planeación es encontrar la mejor manera de organizar la obra de la forma más eficientemente posible, porque si somos eficientes vamos a obtener un mejor aprovechamiento de nuestros recursos, esto se traducirá en un periodo más corto de ejecución de la obra y un desperdicio menor de recursos, lo que se traducirá en una mayor utilidad .

3.1 Determinación de volúmenes

La determinación de volúmenes es el primer paso para la planeación en la ejecución de una obra, ya que nos sirven para poder evaluar con precisión la magnitud de la obra y los recursos que se necesitarán, para este caso concreto se analizara, los volúmenes de la pila número 4, que es la más representativa del proyecto, es prudente mencionar que aún al haber hecho el concurso de obra, ya se entregan los volúmenes de la obra, de cualquier manera es necesario, verificarlos ya que en caso de tener algún error en la determinación del volumen se puede solicitar la aditiva que cubra el volumen faltante de la obra.

- **Excavación (m3)** : se deberá de determinar, el tipo de material, que se va excavar, así como el volumen para determinar el tipo de maquinaria que se va a utilizar, por ejemplo para un material tipo b si es una excavación muy

pequeña es posible realizarla desde con una excavadora cargadora, si es más grande el volumen será necesaria una excavadora sobre orugas o un tractor, de esto dependerá también la restricción que se tenga en el tiempo de la ejecución de la obra , para material c para una excavación pequeña podrá hacerse con un martillo montado en una excavadora, o para volúmenes más grandes se podrá utilizar una perforadora (track drill) y explosivos, en este caso se utilizo excavadora sobre orugas y tractor sobre orugas, en el estribo 1 y en la pila 2 se utilizo explosivo debido a que el material estaba muy duro y no le pudo hacer nada la excavadora, posteriormente se abundo el material con la excavadora.

- **Cimbra (m2)** : deberá determinarse áreas por cimbrar, para saber el volumen de cimbra que se va a utilizar tomando en cuenta que en este tipo de estructuras, el terminado que debe quedar en el concreto es un terminado aparente, por lo tanto solo se podrá utilizar cimbra metálica o cimbraplay, el cimbraplay se deberá de tratar con diesel o aceite quemado para prolongar su periodo de vida, además tanto en zapatas como en columnas el descimbrado deberá de ser al siguiente día del colado, esto con la finalidad de tener más avance y de prolongar la vida de la cimbra. En este caso se utilizo cimbraplay, barrotes y polines de madera de 4x2" y 4x4" respectivamente.
- **Concreto (m3)** : en una estructura del tipo del puente de barranca El Limón el concreto es uno de los conceptos más importantes, por que representa la mayor parte de la estructura y también una gran parte de su valor, por lo tanto es una parte que debemos determinar el volumen con mucho cuidado, además

como hay elementos en la estructura del puente de gran volumen como son las zapatas y como se deben colar monolíticas debemos estar pendientes del volumen de concreto antes del colado para tener el cemento y agregados necesarios, para que el colado no se nos vaya a quedar a medias (siempre se utilizara concreto premezclado, tiro directo o bombeado según sea el caso), deberá tomarse siempre en cuenta al determinar el volumen necesario de concreto un porcentaje de desperdicio que es de aproximadamente de un 5%, en nuestro caso en particular la planta de concreto se ubico en un rancho de nombre La Laguna que se encuentra a una distancia aproximada de 14 km (10 pavimento, 4 terracería) el recorrido aproximado de las ollas revolvedoras de concreto, fue de media hora además hay que tomar en cuenta que como las ollas son vehículos pesados que llevan el centro de gravedad muy arriba debido a la posición del trompo revolvedor, los caminos de acceso deben estar en muy buenas condiciones para evitar accidentes que puedan entorpecer la ejecución de la obra y ocasionarnos problemas como es el caso de las juntas frías, en este caso solo se utilizo concreto premezclado, por lo tanto no hubo manejo de cemento directamente en la obra, en la planta de concreto se almacenaba el cemento agranel en un silo con capacidad de 60 toneladas, y los agregados en un patio libre de contaminación de tierra, para su posterior pesado y mezclado.

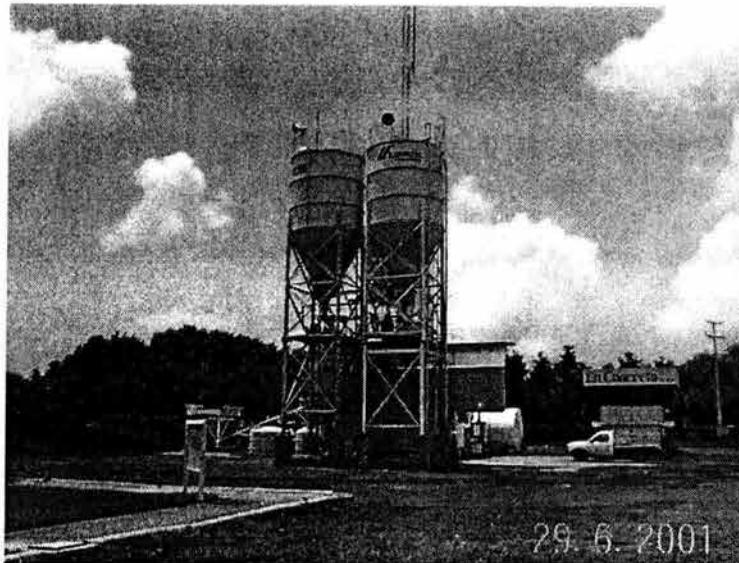


Fig. 3.1 Planta de Concreto

- **Acero (kg)** : el acero es una parte fundamental de este tipo de puente, saber su volumen y el tipo de acero que se va utilizar es necesario para así determinar, el equipo de trabajo que se va a requerir ya que cuando son varilla de gran diámetro se requiere de equipo especial para su habilitado, hay que tomar en cuenta que en cuanto al acero se refiere el despercio debe de tomarse siempre se cuenta mayor al 10% especialmente cuando es varilla de gran diámetro que requiere de mucha longitud de traslape, así mismo hay que tomar en cuenta que también se requiere acero para otros conceptos propios de la construcción del puente, como es elaboración de silletas, refuerzo de cimbra , alambre recocido para sujeción de acero, clavos etc.

3.2 Programa de obra

Este se realiza para poder establecer metas de ejecución y cumplir con la fecha de entrega de obra, se debe de manejar tolerancias dependiendo el concepto ya que todos los conceptos están sujetos a imprevistos, también el programa de obra nos puede servir para programar el suministro de los materiales necesarios, para la ejecución de la obra claro que se debe de considerar que los materiales deben de estar en la obra un tiempo razonable antes de su ejecución

Cabe mencionar que en este caso específico de la construcción del puente barranca el limón, los programas de obras debieron ser modificados constantemente dado que a que se suscitaron muchos problemas en la liberación del pago de las estimaciones y como la empresa no tenía la liquidez necesaria para financiar la obra, esto dio origen a que la obra en algunas ocasiones se tuviera que parar, siendo estos retrasos imputable a la parte contratante.

3.3 Materiales necesarios

Estos se determinarán en base a los volúmenes de obra, tomando en cuenta los desperdicios y se determinará su fecha de suministro en base al programa de obra, tomando en cuenta de asegurarse de suministrarlos antes de que se ocupen, para no entorpecer el correcto avance de la obra, también hay que tomar en cuenta que no se pueden tener todos los materiales necesarios almacenados desde el inicio de la obra ya que sería una inversión que tardaría en ser amortizada y esto podría ocasionar problemas financieros a la constructora, además hay materiales que no se pueden tener almacenados por mucho tiempo

como es el cemento además habiendo material en demasía almacenado podría fomentar el robo hormiga, que hay que cuidar que no pase. En la mayor parte de la estructura se utilizo concreto $f_c=250\text{kg/cm}^2$ con excepción de las trabes que ahí se utilizo $f_c=350\text{kg/cm}^2$ y en la plantilla que ahí se utilizo $f_c=100\text{kg/cm}^2$

Materiales necesarios principales

- **Concreto:** se suministrará de una planta de concreto premezclado cercana al lugar de la obra y se le deberán hacer muestreos aleatorios para garantizar la calidad del producto. Generalmente en este tipo de obra la planta de concreto pertenece a la empresa constructora y esta la ubicara en el sitio estratégico más cercano a la obra y deberá de tener en cuenta el suministro de agregados de calidad de no existir en el lugar, se deberá de producir los agregados por medio de la trituración, generalmente un agregado de buena calidad debe de ser denso y pesado, el concreto se almacenara en silos los cuales estarán equipados con una báscula para poder dosificar el cemento por kg, los agregado por metro cúbico y el agua por litros. Para la ubicación deberá de tomarse también en cuenta el camino de acceso ya que el cemento será suministrado con graneleras (trailer con remolque para transportar cemento agranel) y debe de tener acceso a la planta.
- **Acero :** se suministrara en tramos de 12 mts en caso de ser varilla , la cual se ocupará como refuerzo del concreto o como auxiliar en el armado del acero (silletas, que se utilizan para calzar el acero) y como separador en las cimbras, el alambren se suministrara en rollo y se utilizará en el refuerzo de la cimbra, el

alambre recocado, se utilizará para amarrar el acero y mantenerlo en el lugar correcto, también se utilizará acero estructural como es placa y tubo en la elaboración de los parapetos del puente, se utilizara clavo de 4", 2.5" y para chafan en el cimbrado.

- **Madera:** se utilizará polín de 4"x4", barrote de 2" x4", cimbraplay y chaflán en la elaboración de cimbra, la cual debe de ser tratada con aceite o diesel para prolongar su vida útil
- **Aditivos:** se utilizaran generalmente para curar el concreto, para modificar el tiempo de fraguado y para unir concreto viejo con nuevo según se requiera, se utilizó para adherir concreto nuevo con viejo ya que el puente no se puede colar en un solo colado y quedan juntas frías en cada trepado y la membrana de curado se utilizo debido a la dificultad de realizar el curado por tipo de estructura.
- **Prefabricados:** para este caso debido a la gran cantidad de puentes que se tenían por realizar se monto una planta de prefabricados cerca de la ciudad de Tarétan, para elaborar las travesaños preesforzadas, en cualquier otro caso si son pocas travesaños, se deberán de mandar a hacer a una empresa especializada en la fabricación de travesaños como es precisa (empresa que pertenece a la contratista), en cuanto a las prelosas generalmente se elaboran en el lugar de la obra. Posteriormente se analizará el método constructivo de las travesaños prefabricadas.

3.4 Equipo necesario

El equipo necesario se determinará de acuerdo al caso específico de la problemática que presente cada obra, al volumen de la obra y al tiempo que se disponga para su ejecución, se debe de tomar en cuenta que no vale la pena transportar a la obra un equipo de muy alta producción que solo vaya a trabajar unas cuantas horas, debido a que resultaría incosteable por que la transportación es más cara entre mas grande sea el equipo, a continuación se mencionará el equipo necesario para la construcción del puente Barranca El Limón y que uso se le dio.

- **Herramienta menor:** este es todo lo necesario para el trabajo de la gente (fierros y carpinteros) y consiste principalmente en dobladoras de varilla, guillotina, equipo de corte (para varilla de 1" de diámetro en adelante generalmente se corta con equipo de corte de oxidoacetileno hay que tomar en cuenta que adicionalmente a la longitud que se pierde en el dobles, hay que tomar en cuenta un desperdicio por cristalización debido al calentamiento de al menos 30 cms de la parte cercana al corte en ambos lados) amarradores, martillos, clavo (de 4", 2" y para chaflán) serrucho y sierra circular eléctrica.
- **Equipo menor:**
 - * **Equipo de topografía:** en este caso se utilizó una estación total, la cual tiene la capacidad de medir distancias horizontales y verticales por medio de un láser, además de ubicar coordenadas, ubicando un punto conocido, este equipo es muy importante y se utiliza de principio a fin de la construcción para minimizar la posibilidad de errores, así como para

determinar volúmenes reales, en caso de que proceda alguna aditiva, cabe mencionar que a pesar de que todos los bancos de nivel y referencias están ubicadas en los planos, también hay que utilizar el sentido común a la hora de hacer trazos de topografía, porque pudiera darse el caso, de que el plano tuviera un error de dibujo, y esto pudiera ocasionar algún error de construcción por ejemplo una sobre elevación que no corresponda a la de la terracería

* **Vibradores:** necesarios para el correcto acomodo del concreto, no debe de aplicarse en exceso, porque produce clasificación de los agregados del concreto, deberá de ser impulsado con motor de gasolina o eléctrico (siempre y cuando se cuente con suministro de energía eléctrica)

* **Equipo de iluminación:** se utiliza para poder trabajar de noche y consiste en un generador con motor de gasolina o diesel el cual cuenta con unas lámparas de gran potencia para tener una buena iluminación, generalmente se utiliza cuando se hacen colados de volúmenes muy grandes como son las zapatas, que no pueden tener juntas frías.

* **Bombas para agua:** en este caso se utilizo para abatir el nivel freático, ya que el piso de la excavación de la pila 3 y 4 se encuentra por abajo del nivel del canal, y debido a la cercanía de las excavaciones al mismo esto provoca que haya filtraciones ocasionando la inundación de las

excavaciones. Para poder solucionar este problema fue necesario una bomba de 6" con motor diesel (puede bombear mas de 36 lts por segundo)

* **Bomba de concreto:** se utiliza para elevar el concreto a la altura que se requiera, en los casos en que no se pueda realizar el colado con tiro directo y puede ser móvil (montada sobre un camión) o fija (remolcable)



Fig. 3.2 Bomba de Concreto fija y tubería

* **Compactador tipo bailarina:** se utilizara para compactar los aproches, que es justo en el punto donde no se o puede acercar el equipo mayor.



Fig. 3.3 Compactador tipo Bailarina

- **Equipo de transporte:**

- * **Camioneta pick up:** esta se utiliza generalmente como medio de transporte para el ingeniero residente de obra y para el equipo de tipógrafos.

- * **Camioneta 3 ton:** se utilizará para el acarreo de materiales que no sean de gran volumen como es madera, clavos, alambros, alambre recocido etc., o para movimiento del equipo menor.

- * **Camión hiab:** este camión se utilizará al igual que la camioneta de 3 ton, pero para mover mas volumen o cosas más pesadas, además tiene la particularidad que esta equipado con una grúa incorporado al chasis esto facilitara el transporte de equipo y material pesado

* **Camión volteo:** estos se utilizarán generalmente para el acarreo de material de banco para el revestimiento de camino, generalmente solo se utilizan cuando los caminos requieren de cierta reparación, y para hacer el aproche del puente (rellenos de accesos entre los estribos y la terracería) generalmente pertenecen a alguna organización del lugar (sindicato de camioneros) y generalmente pueden ser de 7, 14 y 21 m³, y se utilizarán dependiendo de las condiciones del lugar entre más grande sean las pendientes de los caminos, los camiones deberán ser mas chicos, ya que los camiones mas grandes tiene el riesgo de voltearse, especialmente a la hora de descargar.



Fig. 3.4 Camión Volteo 6m³

* **Pipa de agua:** se utilizara para el riego de caminos, para evitar problemas con vecinos por el exceso de polvo ocasionado por el continuo tránsito de vehículos por los caminos de acceso, que en ocasiones pueden cruzar algún huerto o parcela ocasionando problemas de plagas.

* **Olla revolvedora:** consiste en un equipo revoledor de concreto montado en un tractocamión, el cual es cargado con la dosificación de concreto necesaria para la resistencia que se requiera y esta elaborara la mezcla y la trasportara al lugar del colado.



Fig. 3.5 Olla Revolvedora

* **Tractocamión con dolly:** este equipo se utilizara para trasportar las trabes pretensadas, generalmente pertenecen a alguna empresa especializada en el transporte de este tipo de trabes y consiste en una plataforma con 2 o 3 ejes de llantas, en la que se monta la trabe y solo va unida a la base montada al tractocamión por las trabes y las mangueras del sistema de frenado.

- **Equipo mayor:**

* **Retro excavadora cargadora:** se utiliza en el acarreo de materiales, en la colocación de tubería en caso de que se requiera obra de desvío y en excavaciones pequeñas, consiste en una maquina equipada con una pala cargadora frontal y un brazo excavador trasero al cual se le puede adaptar martillo hidráulico en caso de que se requiera hacer algún tipo de demolición.



Fig. 3.6 Retroexcavadora Cargadora

* **Motocomformadora:** se utilizara en este caso en la conservación de caminos, consistiendo en rastrear los caminos para eliminar surcos, y en extender el material de relleno, consiste en una maquina con tres ejes de llantas y entre el primer y el segundo eje tiene una cuchilla, que es la que

utiliza para rastrear, en caso de que se necesite hacer una excavación pequeña cuenta con un escarificador (si se ubica junto a la cuchilla) o riper (si se ubica en la parte trasera) los cuales consisten en unas puntas o ganchos que se utilizan clavándolos en la tierra para aflojarla. También se utilizara para el tendido de la base hidráulica en los accesos.



Fig. 3.7 Motocomformadora

* **Excavadora sobre orugas:** se utilizara para hacer las excavaciones de las zapatas de las pilas y consiste en una maquina que tiene como parte principal un brazo accionado con gatos hidráulicos que en su parte extrema tiene un bote o cucharón que utiliza para excavar, esta maquina puede girar los 360 grados sobre sus orugas, entre mas duro es el terreno es recomendable usar bote mas pequeños, y en caso de ser roca se puede equipar con martillo hidráulico.



Fig. 3.8 Excavadora Sobre Orugas

* **Tractor sobre orugas:** este se utilizara para empujar el material producto de excavación y realizar la plataforma de montaje de traveses, también se utilizara en el desmonte, despillete y en la elaboración de caminos de acceso, esta máquina esta montada sobre orugas y también puede servir para hacer excavaciones y cortes en cerros o abundar material en los bancos, una su principal virtud es la capacidad de empuje que tiene y cuenta con una cuchilla delantera que utiliza para empujar material y un gancho o riper trasero que sirve para aflojar el material para su posterior empuje.



Fig. 3.9 Tractor Sobre Orugas

* **Tracto compactador pata de cabra:** se utilizara en el tendido y compactado de las capas gruesas de material en los aproches de los puentes, y consiste en una maquina de gran tamaño equipada con 4 ruedas con picos y una cuchilla frontal para empujar y acomodar el material



Fig. 3.10 Tracto compactador Pata de Cabra

* **Vibro compactador rodillo liso:** se utiliza en la conservación de caminos de acceso, en la compactación del material tendido por la motocomformadora y en la compactación de base hidráulica y consiste en un rodillo liso vibratorio propulsado por llantas.



Fig. 3.11 Vibro compactador

* **Equipo de pavimentación:** se utilizan para el tendido de la capa de 5 cms de asfalto que se coloca sobre el puente y consiste en una finisher o tendedora de asfalto, un doble rodillo metálico liso, un compactador neumático una petrolizada, se utilizarán solo una o dos horas en lo que tienden el asfalto en el puente de hecho generalmente se utiliza el equipo que se esta encargando de la pavimentación de camino.

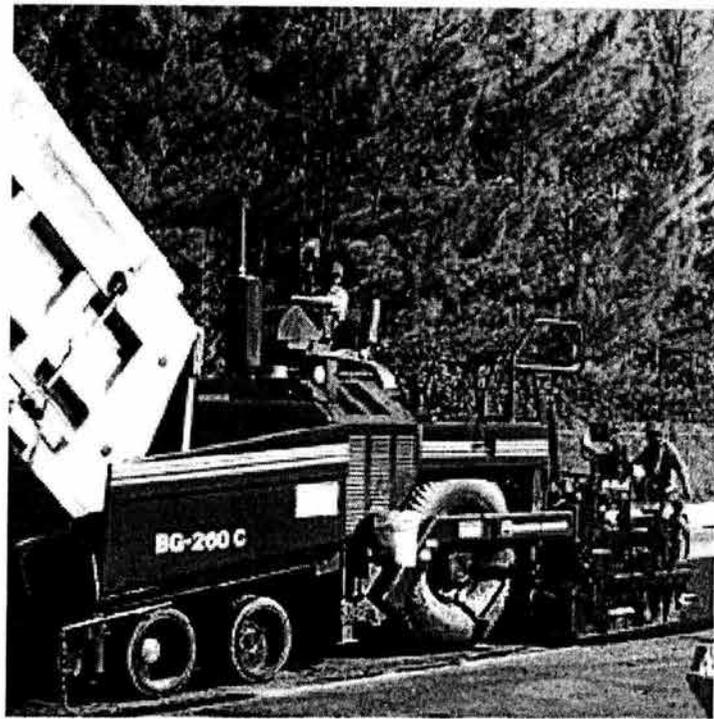


Fig. 3.12 Pavimentadora



Fig. 3.13 Rodillo Neumático

* **Grúas:** se utilizarán para el montaje de traveses y serán 2 grúas de capacidad de 70 ton, ya que esta es su capacidad máxima en las condiciones más favorables y disminuirá a medida que incline y prolongue el brazo de la grúa.

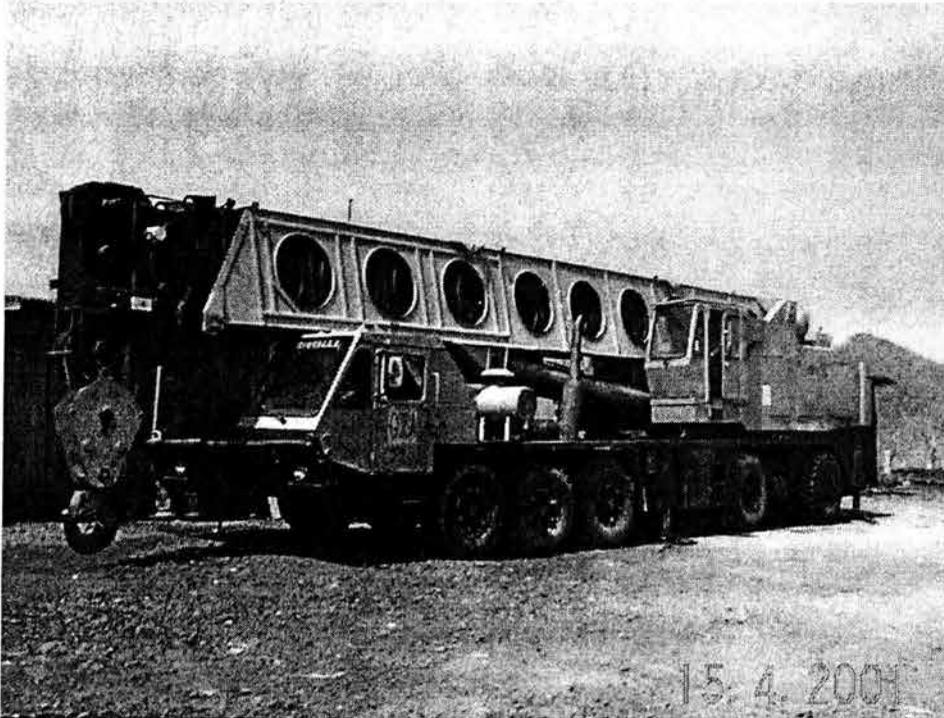
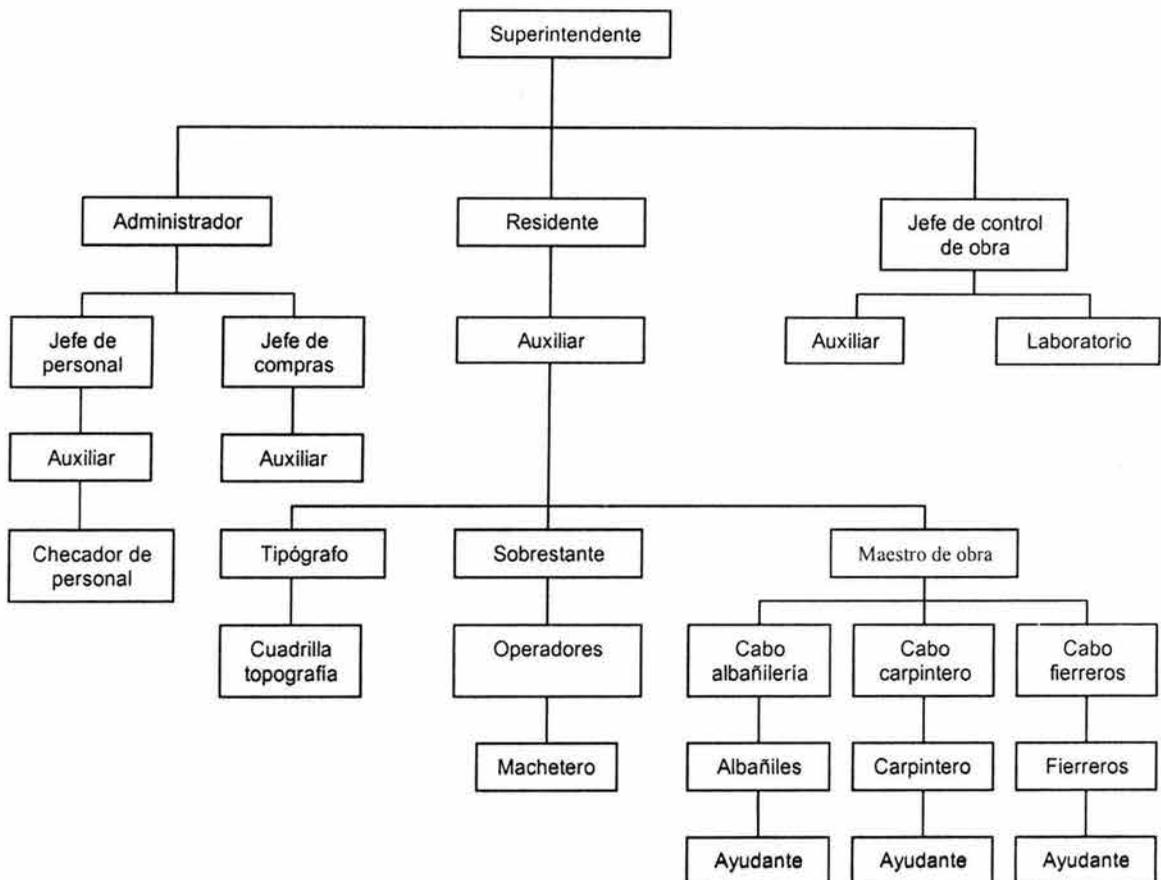


Fig. 3.14 Grúa 70 ton

Todo este equipo se utilizó durante el proceso constructivo cada una en su momento ya que el equipo está diseñado para elaborar un trabajo específico, por lo tanto deberá de tomarse en cuenta el calendario de obra para hacer la programación del equipo ya que el traslado y tiempo muerto de la maquinaria implica un costo para la empresa que se debe de tratar de disminuir lo más posible.

3.5 Recursos humanos

Este es el factor más importante para poder lograr nuestro objetivo, ya que el personal es necesario para poder operar las maquinas y poder transformar nuestros materiales en la obra que vamos a realizar, también es necesario, tener un control de este personal, para su correcto funcionamiento y para la correcto ejecución y cobro de la obra.



Organigrama de la empresa constructora

El organigrama variará dependiendo las dimensiones de la empresa y el volumen de obra que se este realizando, realmente la máxima autoridad en una obra es el superintendente, pero cuando la empresa tiene varias obras, podrá tener varios superintendentes que a su vez podrán ser coordinados por un gerente y si el tamaño de la empresa es aun mayor habrá un director que coordine a los gerentes y un vicepresidente que coordine a los directores y un presidente que generalmente es el dueño de la empresa, también cabe mencionar que cada puesto podrá tener auxiliares dependiendo el volumen de trabajo que tenga.

- **Superintendente de obra:** es la máxima autoridad en una obra, se encarga de coordinar la correcta ejecución de la obra cumpliendo con tiempo y calidad, además coordina el proceso de cobro de las estimaciones, el es el que toma las decisiones más importantes en coordinación con su equipo de trabajo. Generalmente este cargo lo ocupa un Ingeniero Civil o un Arquitecto.
- **Administrador:** es el que se encarga de efectuar los pagos tanto a proveedores como a el personal ya sea por lista de raya o destajos, cualquier movimiento de dinero debe de ser aprobado por el superintendente de obra, generalmente este cargo lo ocupa un Contador Público o un Administrador.
- **Jefe de control de obra:** es el que se encarga de elaborar las estimaciones basándose en visitas de obra y los generadores de obra que le deberá entregar el superintendente, también lleva un monitoreo de las obras tomando

en cuenta avance, consumos de material y mano de obra, así como el armado de expedientes, que incluye pruebas de laboratorio, generadores, fotos y bitácoras, que servirán de respaldo para la estimación.

- **Jefe de personal:** se encarga de estar al tanto del personal de lista de raya, ve que cumpla con horarios y asistencia, él es el que maneja directamente la nómina y se la reporta al administrador para que programe el pago, también se encarga de solucionar problemas laborales comunes, este cargo lo ocupa generalmente un Contador Público.
- **Jefe de compras:** se encarga de conseguir los suministros de materiales, tratando de localizar al proveedor que le de más ventajas en cuanto a capacidad de suministro de material, financiamiento, precio y calidad, generalmente el material lo compra posteriormente a que el residente haga la requisición y sea autorizada por el superintendente. Este cargo lo puede ocupar un Contador Público o una persona con nivel técnico.
- **Residente de obra:** es el que se encarga directamente de la ejecución de la obra, tendrá que coordinar el trabajo tanto de la maquinaria como de los recursos humanos en la obra, tomar las decisiones de que hacer como ejecutar, monitorear la calidad, elaborar generadores y su equipo de trabajo coordinado directamente por él será:

- * **Cuadrilla de topografía:** se encargara de realizar los trazos y nivelaciones de las obras, solicitados por el residente y monitorear constantemente su correcto desarrollo, deberá de estar de planta en la obra.
- * **Sobrestante:** se encargara de monitorear que los operadores de la maquinaria estén realizando su trabajo correctamente, previa instrucción del residente.
- * **Maestro de obra:** se encargara de con su equipo de trabajo (albañiles, ferreros y carpinteros) realizar todas las actividades que requieren de mano de obra.

Capítulo 4

Cimentación

La cimentación es una de las partes más importantes de una estructura ya que de esta dependerá la correcta y eficiente transmisión de las cargas vivas muertas y accidentales al suelo, para poder diseñar la cimentación es necesario saber la capacidad de carga del suelo y también conocer el máximo peso que se necesitara descargar en él y que esto dependerá de analizar las máximas cargas muertas , vivas y accidentales a las que estará expuesta la estructura ya conociendo estos datos se procederá a diseñar el tamaño de la zapata (en este caso) o cualquier tipo de cimentación que se utilice, entre mas grande es la carga más grande deberá de ser la superficie de contacto de la cimentación con el suelo, y entre más capacidad de carga tenga el suelo menor deberá de ser la superficie de contacto con la cimentación, en esta obra las zapatas fueron de muy grandes dimensiones y las que llevaron mayor volumen de concreto, que se tubo que colar de inicio a fin para no dejar juntas frías.

4.1 Caminos de acceso

Son los caminos necesarios para tener acceso a los diferentes sitios de la obra donde deberá de acercarse maquinaria, materiales y personal, podrán usarse vías ya existentes, previo permiso de los encargados del camino (ejido, comunidad o pequeña propiedad) y deberá de dárseles mantenimiento constante,

en caso de ser temporada de secas se deberá de tener una pipa que riegue los caminos que pasen por donde haya alguna área agrícola, ya que el exceso de polvo provoca plagas en las plantas y esto podría provocar que la empresa tenga que pagar afectaciones a los cultivos o que se le sea prohibido el paso por dichas áreas, si es en temporada de lluvias deberán de revestirse los caminos especialmente en las áreas que se genere exceso de lodo o charcos, es muy importante que los caminos de acceso se encuentre en buenas condiciones ya que esto facilitara la llegada a tiempo de materiales y equipo y es todavía más importante en este tipo de obra cuidar esta situación, ya que debido a que el concreto que se suministrara será premezclado, se tendrá intenso tráfico de ollas revolventoras, este tipo de vehículos debido a su peso y centro de gravedad elevado son muy propensos a atascarse y/o voltearse esto podría ocasionar obstrucción del camino cuando puede ser que el colado no se haya terminado, causándonos que dejemos una junta fría y en caso de que se quede mucho tiempo el concreto dentro del trompo de la olla este ya no podrá ser extraído, ocasionando el necesario cambio del equipo, de hecho es necesario que por lo menos el camino hasta el almacén de la obra este apto para la entrada de trailers ya que debido a los volúmenes de acero que se manejan en este tipo de obras y al diámetro de las varillas usadas es preferible que el trailer pueda llegar con el acero hasta el almacén, generalmente la obra se inicia cuando ya se han iniciado las terracerías y gran parte de los caminos de acceso que se utilizan son los ya elaborados por la empresa que este realizando la terracería, los que generalmente se tienen que realizar por los encargados de este tipo de obra son los necesarios

para llegar a donde se realizaran los trabajos de cimentación, en este caso es una barranca con paredes casi verticales y como las zapatas se colaran a tiro directo será necesario que las ollas puedan llegar lo mas cerca posible a donde se van a colar, además será necesario hacer una plataforma con el material producto de excavación para el posterior montaje de trabes.

En este caso como acceso se utilizo un camino que pertenece a los ejidatarios de Nueva Italia Michoacán, que parte de la colonia llamada la estación del ferrocarril y llega a la barranca llamada El Limón , se tuvieron que atravesar tierras de cultivo por lo tanto se debió tener cuidado con el mantenimiento del camino, este camino presento condiciones aceptables para el tránsito de todo tipo de vehículos, en el sitio de la obra se decidió hacer el camino de acceso a partir del estribo #7, así se tuvo acceso a las pila #4, 5 y 6, para tener acceso a la pila #3 fué necesario colocar tubería de concreto norma sct de 60" de diámetro y terraplenar para poder pasar sobre el cauce de agua, el acceso a la pila # 2 fue a partir del estribo #1, y solo fue apto para la excavadora debido a la topografía del terreno.

Procedimiento: previo trazo buscando que las pendientes fueran adecuadas para el tránsito de las ollas revolvedoras, se abrieron los caminos de acceso a las pilas, se realizo el desmonte y despalme, posteriormente debido a que el terreno esta formado por boleos, grava y arena y el poder ascender en los caminos estaría muy difícil para un vehiculo convencional, debido a lo suelto del material, por lo tanto fue necesario revestirlo con cementante que fue tendido con una

motocomformadora , posteriormente al afine de la terracería que había dejado el tractor, después se compacto el material con un vibrocompactador y se elaboraron las cunetas para su correcto drenaje ya que debido a la gran pendiente es muy frecuente que la conducción del agua de lluvia por el camino provoca la formación de surcos.



Fig. 4.1 Barranca El Limón



Fig. 4.2 Camino de acceso a la cimentación
Puente Barranca El Limón



Fig. 4.3 Camino de acceso antes de Revestir

4.2 Desmonte y despalme

Consiste en la remoción de los árboles y capa vegetal que se encuentre en el sitio de la obra para trabajar en limpio y no tener nada que nos estorbe para el trazo de la obra, además la presencia de materia orgánica podría causar contaminación de los materiales que se proyecten utilizar para relleno, además la vegetación en caso de ser árboles grandes los que se encuentren en el sitio y que sea propiedad de ejido o comunidad generalmente ellos retiran la madera con la finalidad de aprovecharla, en caso de ser arbustos, serán removido con un tractor sobre orugas junto con la capa de materia orgánica que se encuentre en el lugar y se retirara del sitio de la obra para su posterior incineración (la incineración podría realizarse en el sitio de la obra, o de hecho se podría realizar una quema controlada para posteriormente realizar el despalme.), en este caso debido a la amplitud de la barranca la incineración se realizo posteriormente al despalme pero en el sitio de la obra, además en esta zona solo se encontraron pequeños

arbustos . Y el despalme en su totalidad se hizo con un tractor sobre orugas, que fue el mismo que se utilizo para elaborar los caminos de acceso.



Fig. 4.4 Vista de Barranca Inicio Despalme



Fig. 4.5 Tractor D8 Realizando Despalme



Fig. 4.6 Vista de Barranca En Despalme



Fig. 4.7 Tractor en Excavación en Accesos

4.3 Excavación

Debido a los volúmenes que se manejaron y debido al muy particular caso de cada uno de los elementos de cimentación la excavación varía levemente en cada uno de los casos.

Estribo #7 y pilas #5 y #6

Posteriormente al trazo del eje de la obra y tomando en cuenta todas las referencias existentes, se procedió al trazo de cada una de las excavaciones, en particular cabe mencionar que debe de tomarse en cuenta el ángulo de reposo del material con respecto a la horizontal con la finalidad de no tener derrumbes que nos obstruyan nuestra área de trabajo, en este caso el ángulo de reposo fue de casi 90 grados por lo tanto no fue necesario ampliar en gran medida el área de excavación, también hay que tomar en cuenta que se debe de excavar por lo menos 1.5 mts alrededor de la zapata mas de lo que requeriría su límite, para poder cimbrar y darle un correcto acabado a la obra, el siguiente paso fue decidir el tipo de maquinaria que se utilizaría para realizar la excavación, se optó por una excavadora 275 Caterpillar, la cual se encargó de realizar la excavación, debido a que el material producto de la excavación se utilizara en el posterior relleno de las zapatas y en la realización de la plataforma de montaje, no se retiró el material producto de la excavación, pero fue necesario la utilización de tractor D8 Caterpillar para que acarreará el material a los lados de la zapata, sin obstruir los caminos de acceso, para su posterior utilización, la excavación se monitoreó, por la cuadrilla de topografía constantemente para no excavar de mas ya que en caso

de excavar de mas, este volumen tendría que ser sustituido por concreto en la plantilla niveladora, con costo adicional para la empresa constructora.

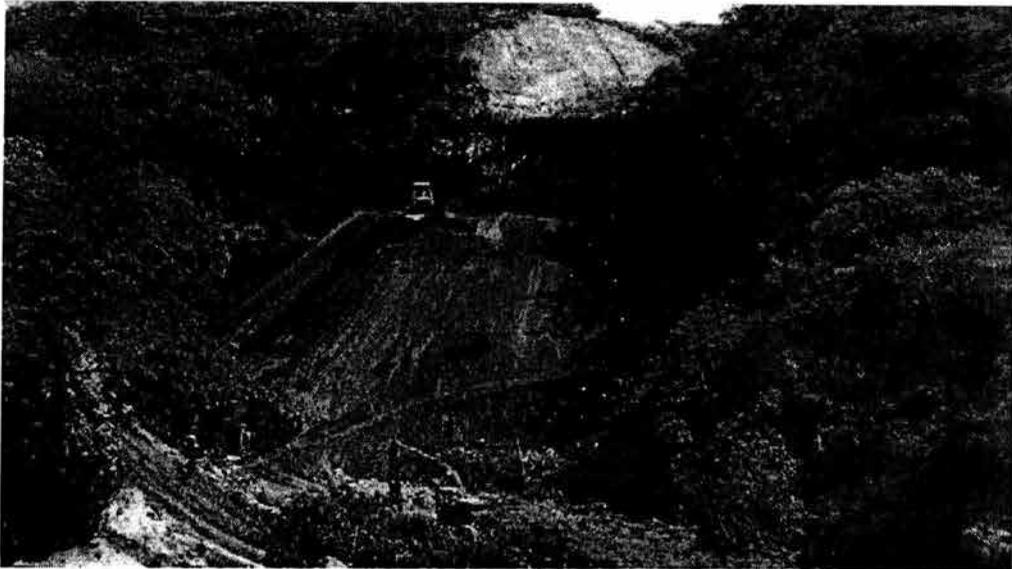


Fig. 4.8 excavación y Desalojo

Pilas #3 y #4

En estas pilas se realizo el mismo procedimiento antes descrito, con la diferencia que debido a su cercanía con el canal, el material producto de excavación de la pila #4 se utilizo en la realización del terraplén sobre los tubos colocados en el lecho del canal y también debido a la cercanía del canal y a que el nivel de desplante de las zapatas de estas dos pilas se encuentra por abajo del nivel de arrastre del canal , las excavaciones se inundaban constantemente, para esto fue necesario utilizar una bomba con motor diesel de 6" y elaborar un carcamo de bombeo (excavación a un extremo fuera de el área utilizada para desplante de la zapata, cuyo nivel esta por abajo del menor nivel de nuestra

excavación,) con el objeto de poder drenar la excavación, (bombeo de achique) esta bomba debió estar presente en la obra hasta que se colaron las dos zapatas de estas pilas.



Fig. 4.9 Excavación Azolvada y Bombeo de achique



Fig. 4.10 Excavación Azolvada



Fig. 4.11 Excavación Pila 3

Estribo #1 y pila #2

En este caso debido a lo bien consolidado que se encontraba el material a excavar no se fue posible atacarlo directamente con la excavadora y fue necesaria la contratación de una empresa especializada en explosivos, en este caso ellos realizaron perforaciones en la zona previo trazo con la finalidad de colocar explosivos (poblado), para esto utilizaron una maquinaria llamada Track Drill, que consiste en una perforadora montada sobre orugas que es accionada por un compresor con motor a diesel, posteriormente se procedió a la activación de los explosivos, después del tronado de los explosivos es necesario realizar el mismo procedimiento que se realizo en los anteriores casos, con la diferencia que en este caso el material ya se encuentra suelto.



Fig. 4.12 Excavación en Estribo #1



Fig. 4.13 Excavación en Estribo #1

4.4 Acero en zapatas

Ya que se encuentran la excavación de la zapata a nivel de piso se procede a realizar el afine del terreno (nivelación detallada a mano removiendo material suelto o que este por arriba del nivel deseado) y la elaboración de la plantilla

niveladora (recubrimiento de terreno natural excavado con concreto $f_c=100\text{kg/cm}^2$ de entre 5 y 10 cms de espesor con el objeto de trabajar en limpio y de no contaminar el acero), deberá de tenerse especial cuidado en la nivelación del terreno, tomando en cuenta los bancos de nivel existente referenciados en proyecto.

En el acero de refuerzo se tendrá especial cuidado en la limpieza de las varillas para evitar que tengan oxido suelto antes de depositar el concreto. Los empalmes de varillas se harán exclusivamente con soldadura a tope o por traslape, debiendo tener la autorización la dirección de la SCT para usar otro tipo de empalme. Los empalmes no indicados en este proyecto se harán cuatropeándolos sin exceder de 33% del acero principal de la sección. Los casos aislados en que se empalme mas del 50% del refuerzo se aumentarán en 25% las longitudes de traslape. De preferencia las varillas de $\frac{3}{4}$ " y 1" serán de una sola pieza, sin soldadura ni empalmes por traslape. A la hora de realizar ganchos y traslapes deberá de tomarse en cuenta la tabla anexa.

Tomando en cuenta las consideraciones anteriores y de acuerdo a las tablas de despiece de varillas presentes en el proyecto deberá de habilitarse el acero necesario para armar la zapata que vayamos a armar, la varillas podrán cortarse con guillotina, soplete o cortadora eléctrica (en caso de que haya electricidad en la obra). Pero en caso de cortarse con soplete deberá de considerarse la longitud de cristalización del acero, por el cambio de temperatura brusco, y esta longitud deberá de considerarse como desperdicio, para hacer los dobleces podrá utilizarse dobladoras de acero de rodillos mecánicos, o mediante la elaboración de un muerto de concreto, tubos de acero y una cuadrilla de fierros, para el habilitado del acero de la zapata deberá de considerarse el acero vertical de las columnas del puente que deberán de ir anclados en el acero de la zapata.

Ya que se tenga todo el acero habilitado se procederá a su transportación del lugar de su habilitado al lugar donde se colocara, se comenzará con la colocación del lecho inferior de acero, de acuerdo a las indicaciones del proyecto, el acero se deberá de fijar cuando se cruce entre si con amarres de alambre recocado que se realizarán manualmente, ya que se tenga la parrilla inferior totalmente armada, se procederá a calzar el acero, mediante silletas realizadas con varilla de $\frac{1}{2}$ " para respetar los 7 cms que marca de recubrimiento inferior el proyecto, para el armado superior deberán de colocarse silletas de 1.76 mts realizadas con varilla de $\frac{1}{2}$ " con la finalidad de que el acero se mantenga fijo en su lugar, las varillas se deberán amarrar con alambre recocado en todos sus cruces, se deberá de tomar en cuenta que el armado vertical de las columnas del puente

deberá de estar fijo del lecho inferior del armado de la zapata. Las varillas deberán de tener diferentes longitudes para que los traslapes no se junten en la misma sección y las varilla verticales de las columnas deberán de estar contraventeadas mediante tensores elaborados con torzales de alambre recocido, para que no se doblen pudiendo provocar un accidente.

En el caso de la zapata #3 y #4, deberá de conservarse constante el bombeo, para poder trabajar en el armado.



Fig. 4.14 Armado de Zapata

4.5 Cimbra en zapatas

La cimbra se realizará en el perímetro del armado de acero podrá ser metálica o con tarimas realizadas con hojas de cimbraplay reforzadas con barrotes de 4" x 2" de madera, deberán de tener separadores del acero, para respetar el espesor de recubrimiento perimetral de 7 cms y podrán fijarse mediante tensores que queden colados en el interior de la zapata.

En el caso del presente proyecto se realizo con cimbra de madera (cimbraplay) y se fijo la cimbra con torzales de alambre recocido que quedaron colados con el concreto, se elaboraron separadores de varilla para respetar el recubrimiento, en los proyectos que se utiliza cimbra metálica generalmente es en los proyectos tipo, como pueden ser bóvedas.

Después del colado es necesario quitar la cimbra al otro día para prolongar su vida útil.



Fig. 4.15 Acero y cimbra en Zapata, Canales Colocados para Colado

4.6 Concreto en zapatas

Los volúmenes de concreto más grandes que se manejan en este tipo de obra es el de las zapatas y debido a que no debe de existir juntas frías, es necesario colar la zapata en una sola pieza, por lo tanto el colado desde que inicia hasta que termina no se debe interrumpir, en este caso la zapata de la pila #3 y #4, es de 263.55 m³ cada olla por lo general puede transportar 6 m³ de concreto, además se debe de tomar en cuenta, por lo menos un 5% de desperdicio, por lo tanto en este caso se necesitara transportar por lo menos 276.77 m³, cabe mencionar que también pudiera requerirse más volumen de concreto en caso de que alguna cimbra no hubiera quedado muy bien sujeta, este sobre costo lo tendría que absorber el contratista ya que sería falla imputable a él, además de dar una mala apariencia por lo tanto hay que tener cuidado de que no ocurra este tipo de situaciones, en este caso el ciclo de las ollas en ir a la planta dosificadora de concreto y vertir el concreto en la zapata, era de aproximadamente una hora, y si se requiriera de terminar el colado de la zapata en 12 horas sería necesario contar con 4 ollas revolvedoras, otra de las cuestiones a tomar en cuenta es la forma en que se va a vertir el concreto en la zapata, las formas de vertir el concreto en la zapata es bombeado o con canalones, en este caso y debido a que se contaba con caminos de acceso, las ollas pudieron acercarse a la zapata y fue posible que el concreto fuera tiro directo mediante canalones, también hay que tomar en cuenta que a la hora del acomodo del concreto es necesario tener personal con palas que ayuden a traspalearlo y algún encargado del vibrado del concreto para su correcto acomodo, los vibradores para el concreto hay de dos tipos, eléctricos y

de gasolina, debido a que por lo general no se cuenta con fuente de energía eléctrica en este tipo de obra, se utilizan generalmente los de gasolina o los eléctricos alimentados con un generador de energía eléctrica con motor a gasolina, se debe de tener en cuenta que el vibrador puede fallar a la hora del colado por lo tanto se debe de tener por lo menos uno de repuesto para en caso de emergencia no quedarse sin vibrador, ya que en caso de no vibrarse el concreto y debido a la gran densidad del armado de acero, se puede tener problema de espacios vacíos.

En caso que por algún problema de fuerza mayor (descompostura de la dosificadora) se tuviera que suspender el colado será necesario aplicar en la junta fría un aditivo para unir concreto viejo con nuevo, además de que la junta debe de quedar irregular e inclinada para que el siguiente concreto tenga buena adherencia, claro que esta situación no debe de ocurrir, antes de iniciar un colado de estas dimensiones se debe de tener agregados y cemento suficientes y la planta operando en condiciones.



Fig. 4.16 Olla en Colado de Zapata

Capítulo 5

Subestructura

La subestructura es la parte de la estructura del puente que une la cimentación con la superestructura (que es la losa y trabes), en este caso esta compuesta por columnas de sección variable que en su caso más extremo (pila #3 y #4) miden casi 30 metros de altura, esta parte del puente es una de las más laboriosas de construir y además peligrosa ya que debido a la dimensión de las columnas no es posible colarlas en una sola pieza, se tiene que colar por trepados (en este caso como se utilizó cimbra play, los trepados fueron de 2.4 mts de altura) esto exige que el personal este trabajando casi siempre a gran altura, por lo tanto hay que tener especial cuidado en la seguridad para tratar de evitar lo más posible los accidentes ya que por las condiciones de trabajo y las alturas de la que se trata un accidente en la mayoría de los casos sería fatal.

5.1 Acero en subestructura

La estructura de las columnas es de concreto reforzado por lo tanto debe de llevar acero, el acero que se utilizó fue varilla corrugada con un $f_y = 4200 \text{ kg/cm}^2$.

El acero de la subestructura debe de estar anclado con el acero, de la cimentación, se debe de tener en cuenta que no se debe de tener más del 30% de los traslapes en el mismo plano por lo tanto, las varillas se deben de dejar de diferentes dimensiones, también se debe de tener en cuenta que todo el armado que se encuentre por arriba de la área de colado debe de estar contra venteado

para que no se doble, ya que en caso de no estar contra venteado y debido a la altura a la que llegan a quedar las puntas de las varilla podrían ocasionar un accidente, los oficiales fierreros son los que se encargan del habilitado y armado del acero, ellos tienen tanto que habilitar el acero a nivel de piso como estar trepados en los armado al nivel que se encuentre el trepado, el acero deberá levantarse por medio de carruchas y las puntas de acero o armados que queden muy por arriba de la sección, ya colada deberá de contra ventearse esto se puede hacer con torzales elaborados con alambre recocado y sujetos a un anclaje en el piso, los contravientos por armado de columna deben de ser por lo menos 3, para eliminar al máximo el movimiento que pudiera tener el acero, el armado se debe de seguir al pie de la letra tal cual están en los planos estructurales, en caso de que no se tenga algún diámetro de varilla en existencia en el almacén y haya la necesidad de su utilización, podrá sustituirse por otro siempre y cuando sea la misma área de acero, además se debe de contar con la autorización del supervisor en este caso el residente de la SCT, pero debe de tomarse en cuenta que la separación del acero no deberá de ser menor a 1.5 veces el tamaño máximo del agregado esto con la finalidad de que la mezcla del concreto tenga una buena penetración en toda la sección, en caso de no cumplirse esto no deberá de sustituirse el acero, todas las uniones del acero vertical con los estribos deberán sujetarse con alambre recocado.

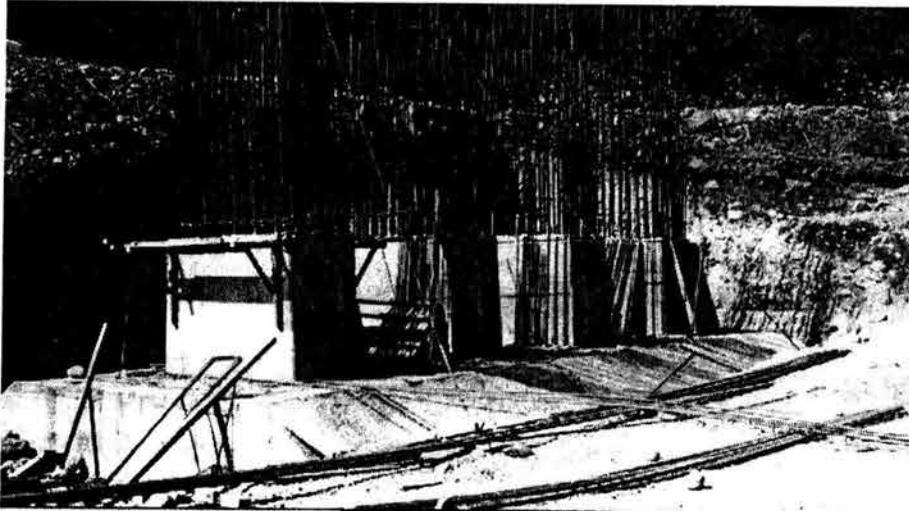


Fig. 5.1 Acero segundo Trepado Pila #5



Fig. 5.2 Acero segundo Trepado Pila #4

5.2 Cimbra en subestructura

El cimbrado en este tipo de estructuras puede ser de dos tipos: con cimbra metálica prefabricada (muy útil para cuando son proyectos tipo, que se van a hacer muchos con las mismas dimensiones), y las que son con cimbra play, que fue la que se utilizó en este caso, esta cimbra consiste en una tarima de cimbra play que tiene una dimensión de 2.44 m x 1.2 mts la cual es reforzada con

barrotes de madera (de sección de 4" x 2") , en su perímetro y por lo menos en 3 secciones intermedias a lo largo de los 2.44 mts por lo tanto los polines quedaría en todo el perímetro de la hoja de cimbra play y a cada 60 cms en la parte interna de la hoja los polines se deberán de fijar con clavos de 4" entre si mismos y a la hoja de cimbra play, la superficie que queda en contacto con la hoja de cimbra play, es la de 2" por lo tanto el peralte seria de 4", la madera se deberá de curar con diesel para prolongar al máximo su vida útil y tratar de que tenga la menor adherencia con el concreto al que va a contener, se elaboraran los tableros necesarios para cubrir la superficie de las columnas de las pilas y estos mismos tableros se deberán ir subiendo conforme va avanzando el colado, como la sección de las columnas es variable en una sección (ver plano pila 2 en anexo de Planos), los planos en que la sección es constante que son los que inician con 3.8 mts de largo, ira la cimbra fuera y el tramo transversal a este que es el de 1.5 mts la cimbra ira adentro, dándole la sección variable a la columna ya que esta sección de 3.8 x 1.5 mts al llegar al cabezal ya será de 1.4 x 1.5 mts como el ancho de 1.5 mts es constante de inicio a fin, la cimbra perpendicular a este, se colocara completamente vertical y la que ira reduciendo la sección será la cimbra del lado de 1.5 esta siempre tendrá la inclinación constante de tal forma que lleguemos al termino del colado de las columnas a la sección que se marca en el proyecto, con el objeto de tener el espesor del recubrimiento necesario para el armado de acero (8 cms), se deberán de colocar separadores de varillas fijadas al armado del acero de dicha columna en ambos sentidos, al colocar la cimbra se deberá de troquelar con barrotes de madera y tensores de alambren para evitar que la cimbra tenga

movimiento por la presión del concreto líquido que la tiende a abrir, ya que en caso de que se abriera nos ocasionaría, un gran problema estético en nuestra sección de columna, las columnas se colaran en secciones de 2.4 mts de alto (trepado), se hará el ajuste al llegar al cabezal o a un travesaño (estructura que une a las cuatro columna en una sección intermedia para reducir la relación de esbeltez alto/ancho), la cimbra deberá de tener chaflanes de madera en las esquinas de la sección y en los extremos ya que el chaflán superior servirá de base para el chaflán inferior del siguiente trepado, el descimbrado se realizara a las 24 hrs. del colado y se comenzara con la colocación de unas escuadras que estarán fijadas con los tensores de alambros que se utilizaron en un inicio para que la cimbra no se abriera, para abrir la cimbra se tienen que cortar con unas cizallas y las puntas que quedan servirán para fijar las escuadras, que servirán de apoyo a los andamios para trabajar en el segundo nivel, las tarimas se elevaran para ser colocadas en el otro trepado por medio de un sistema de carruchas, o en caso de estar disponible podría ser con una grúa torre, cuando se llegue al nivel del cabezal (termino de las columnas y lugar donde se apoyan las trabes) o travesaño el trepado inmediato anterior será del tamaño que se requiera, no necesariamente de 2.4 mts y se deberán de dejar varillas de diámetro grande (1" o 1.5"), con el objeto que nos sirvan de anclaje o apoyo de la cimbra horizontal la cual deberá de ser elaborada con el mismo sistema de la cimbra de las columnas, el cimbrado debe de estar monitoreado constantemente por el equipo de topografía para no cometer errores, principalmente en los niveles.

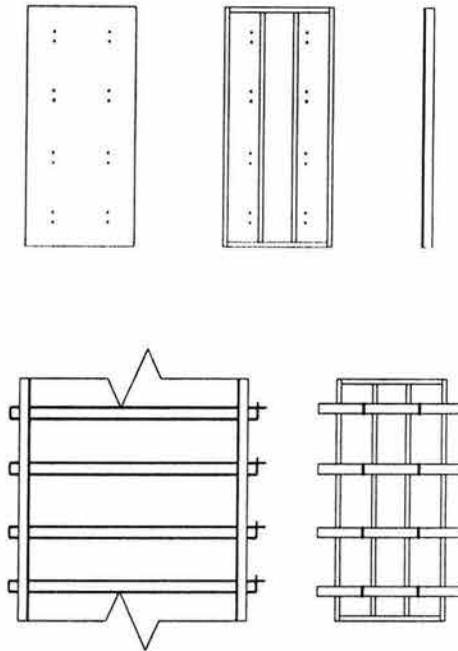


Fig. 5.3 Diagrama Cimbra

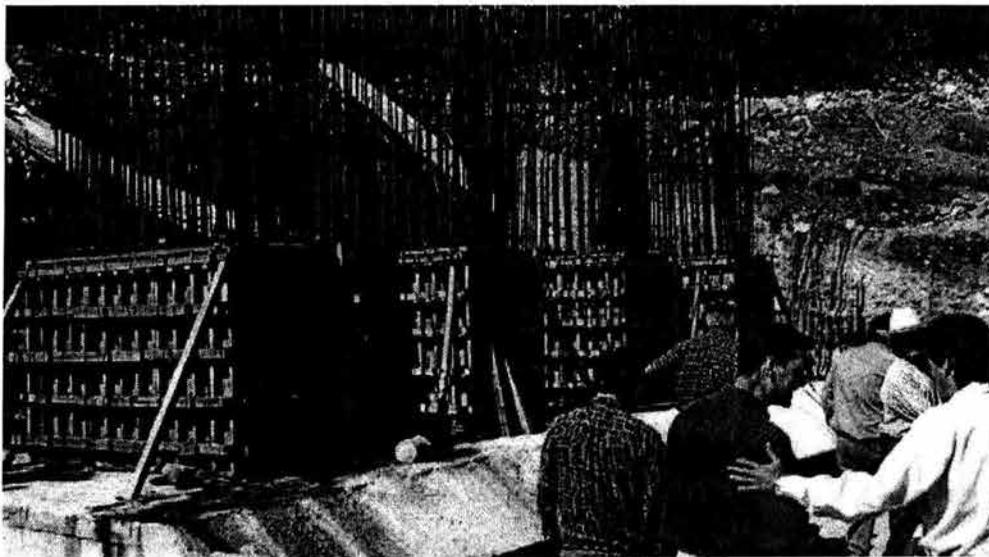


Fig. 5.4 Cimbra primer Trepado Pila #5

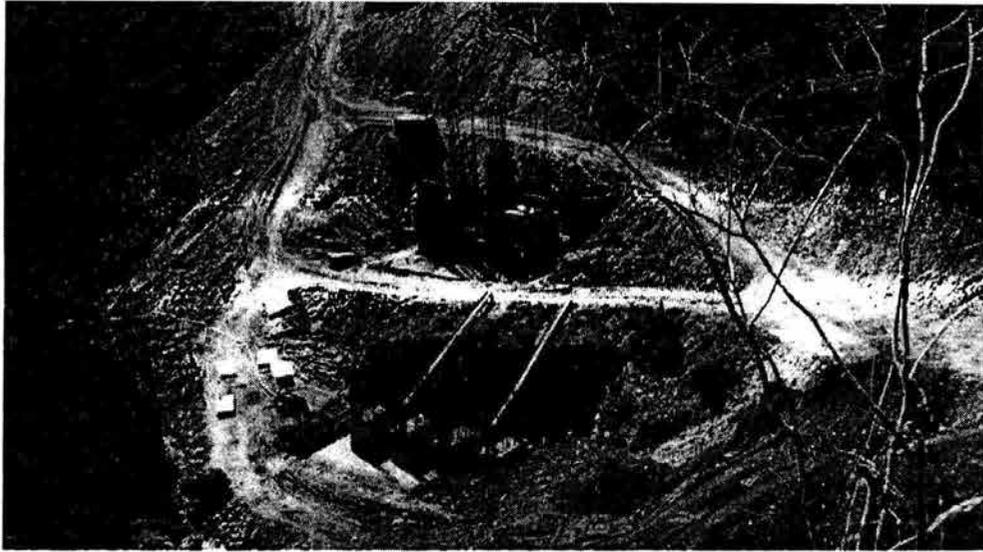


Fig. 5.5 Vista primer Trepado Pila #4 y segundo Pila #5



Fig. 5.6 Cimbra Trepado Pila #4 y #5

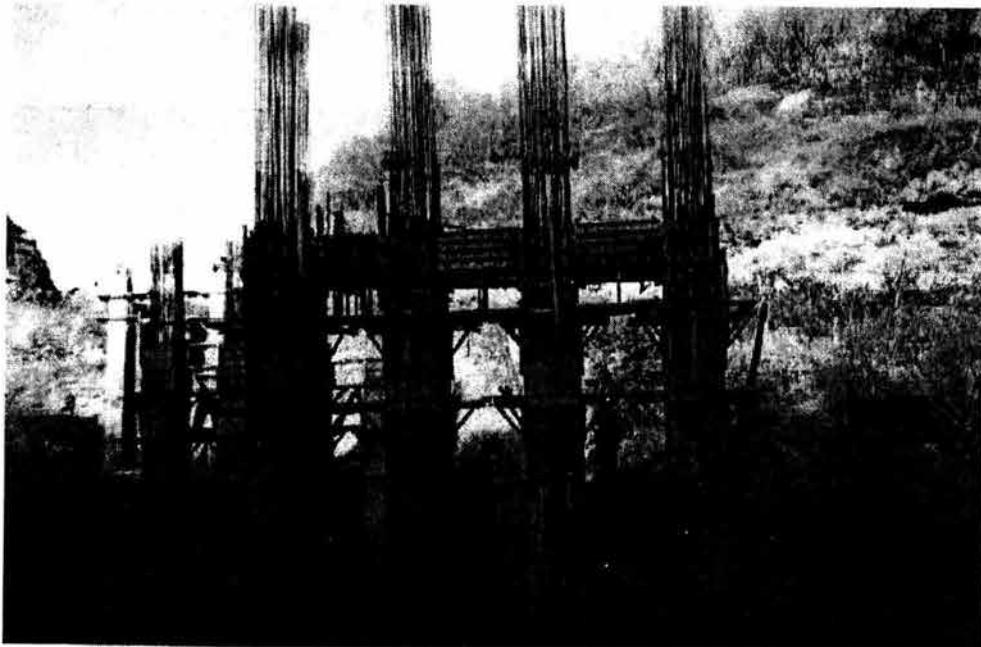


Fig. 5.7 Cimbra travesaño Pila #4



Fig. 5.8 Vista de descimbrado

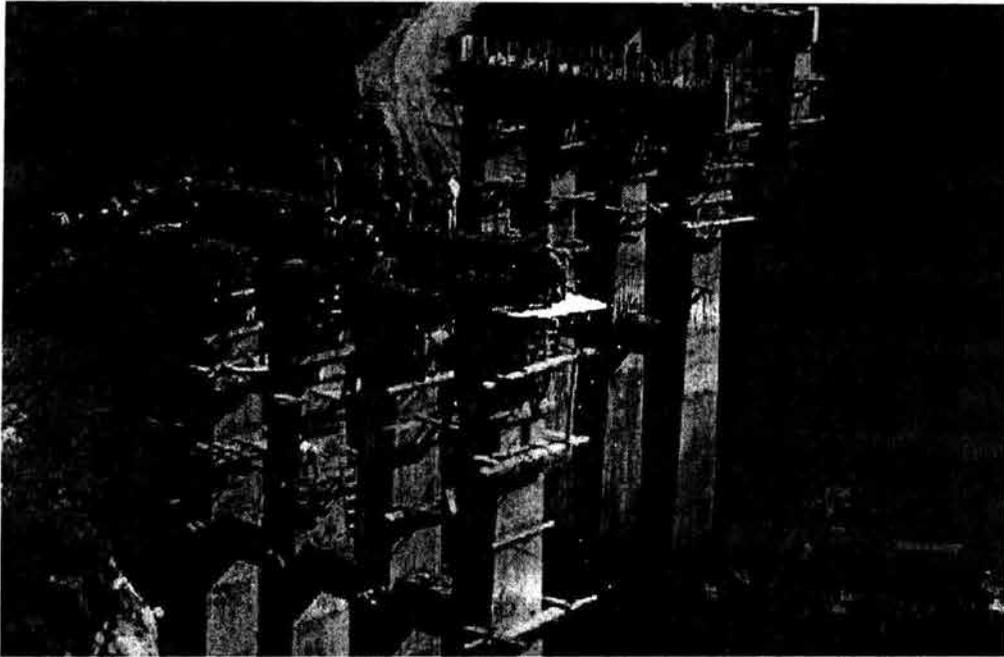


Fig. 5.9 Armado de Cabezal Pila #4

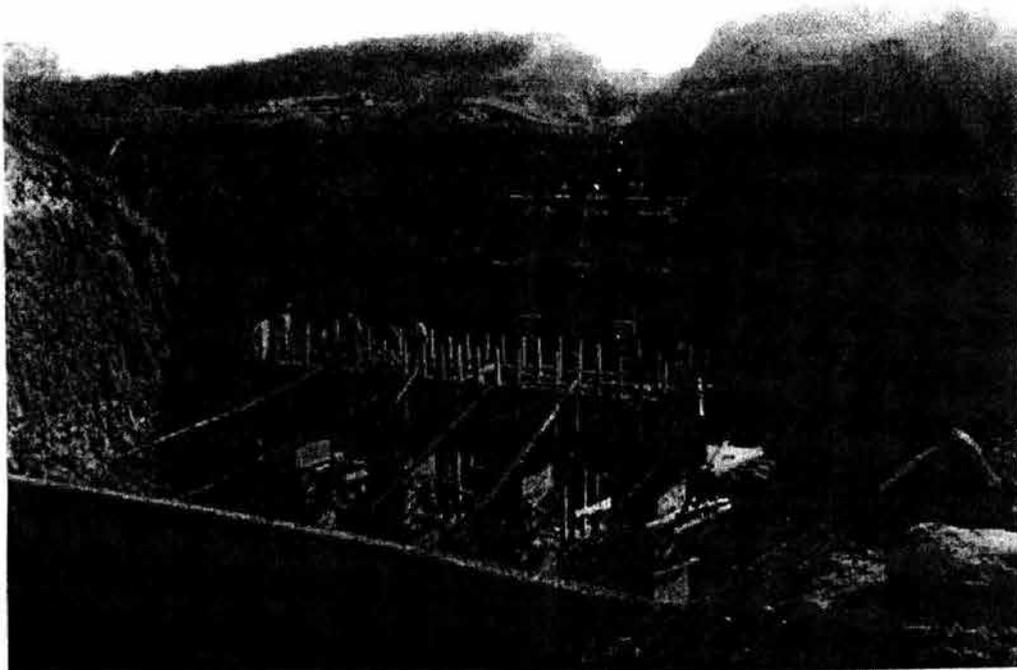


Fig. 5.10 Cimbra Cabezal Pila #2

5.3 Concreto en subestructura

En este caso el volumen de concreto ya es mucho menor al que se utilizó en cimentación, eso no quiere decir que se requiera tener menor cuidado, casi en todos los casos en los trepados el concreto tiene que ser bombeado, si acaso el primer trepado no, pero los siguientes si, por lo tanto se debe de tener en cuenta de tener una bomba de concreto siempre disponible y en buenas condiciones ya que no se debe de dar el caso de dejar colados a medias, se recomienda también usar un buen aditivo para adherir concreto nuevo con viejo, ya que en los trepados como se hacen en secciones, siempre se tiene una junta fría al iniciar una sección y terminar otra, también se debe de tener un concreto con buen revenimiento para que tenga una buena penetración entre el acero, además de que se deberá de tener un especial cuidado en el vibrado del concreto ya que en caso de que quedaran huecos en la columna o que se vieran la varillas desde afuera pudiera darse el caso que se tuviera que demoler la sección para colarla otra vez, como el descimbrado se realiza a las 24 hrs. del colado y debido a la falta de agua o dificultad por estar curando el concreto regándolo en estos casos se curaran las paredes de las columnas con membrana de curado que se aplicara inmediatamente después de descimbrar el elemento, la membrana de curado no deberá de aplicarse en la sección que se va unir con el siguiente trepado ya que este tipo de producto provocaría una falla en la adherencia del concreto nuevo con el viejo.

ESTA TESIS NO SALE
DE LA BIBLIOTECA

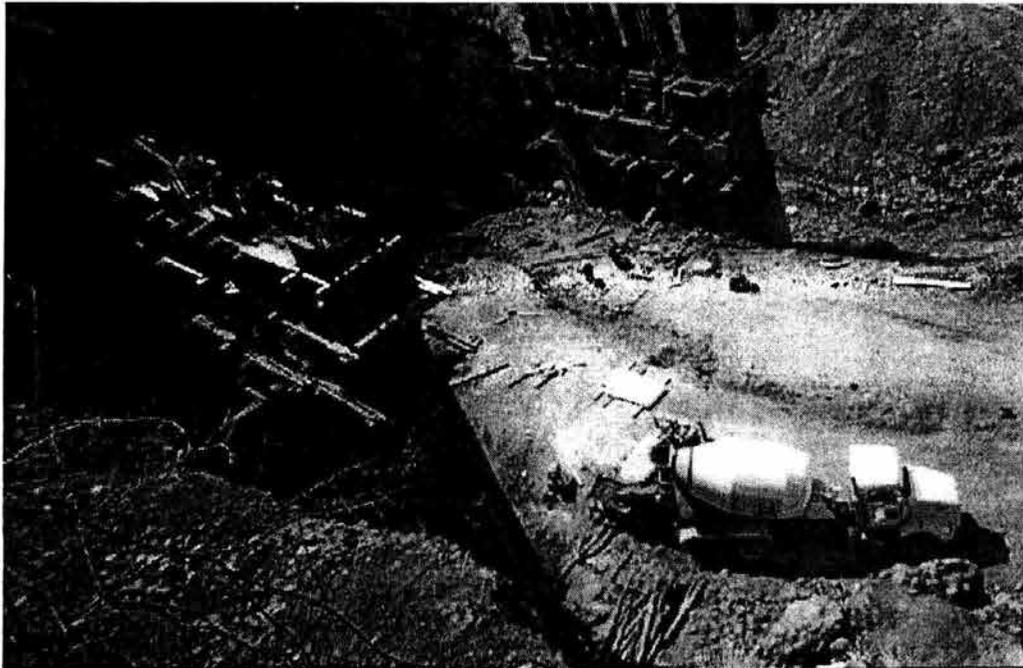


Fig. 5.11 olla y bomba de concreto en Colado

Capítulo 6

Trabes Preesforzadas

El preesfuerzo significa la creación intencional de esfuerzos permanentes en una estructura o conjunto de piezas, con el propósito de mejorar su comportamiento y resistencia bajo condiciones de servicio y de resistencia. Los principios y técnicas del preesforzado se han aplicado a estructuras de muchos tipos y materiales, la aplicación más común ha tenido lugar en el diseño del concreto estructural.

El concepto original del concreto preesforzado consistió en introducir en vigas suficiente precompresión axial para que se eliminen todos los esfuerzos de tensión que actuarán en el concreto. Con la práctica y el avance en conocimiento, se ha visto que esta idea es innecesariamente restrictiva, pues pueden permitirse esfuerzos de tensión en el concreto y un cierto ancho de grietas.

En elementos de concreto reforzado, el preesfuerzo es introducido comúnmente tensando el acero de refuerzo.

El término pretensado se usa para describir cualquier método de presforzado en el cual los tendones se tensan antes de colocar el concreto.

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 las instalaciones de la planta, como se ilustra en la Figura 6. 1

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

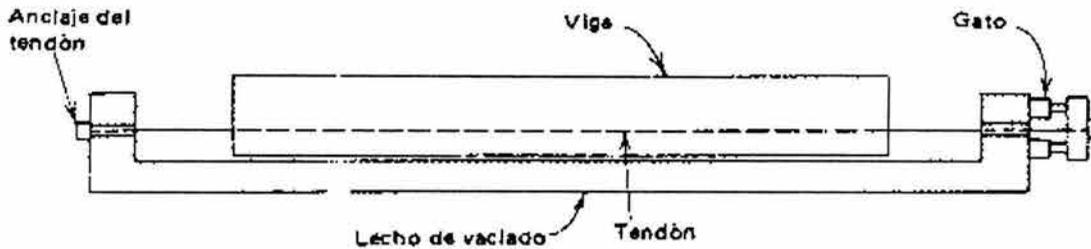


Fig. 6.1 Fabricación de un elemento pretensado

Con la cimbra en su lugar, se vacía el concreto en torno al tendón esforzado. A menudo se usa concreto de alta resistencia a corto tiempo, a la vez que curado con vapor de agua, para acelerar el endurecimiento del concreto. Después de haberse logrado suficiente resistencia, se alivia la presión en los gatos, los torones tienden a acortarse, pero no lo hacen por estar ligados por adherencia al concreto. De esta manera, la forma de preesfuerzo es transferida al concreto por adherencia, en su mayor parte cerca de los extremos de la viga y no se necesita de ningún anclaje especial.

6.1 Características

1. Pieza prefabricada
2. El preesfuerzo se aplica antes que las cargas
3. El anclaje se da por adherencia
4. La acción del preesfuerzo es interna
5. El acero tiene trayectorias rectas
6. Las piezas son generalmente simplemente apoyadas (elemento estático)

6.2. Ventajas y Desventajas

Ventajas:

- Se tiene una mejoría del comportamiento bajo la carga de servicio por el control del agrietamiento y la deflexión.
- Permite la utilización de materiales de alta resistencia.
- Elementos más eficientes y esbeltos, menos material.
- Mayor control de calidad en elementos pretensados (producción en serie). Siempre se tendrá un control de calidad mayor en una planta ya que se trabaja con más orden y los trabajadores están más controlados.
- Mayor rapidez en elementos pretensados. El fabricar muchos elementos con las mismas dimensiones permite tener mayor rapidez.

Desventajas:

- Se requiere transporte y montaje para elementos pretensados. Esto puede ser desfavorable según la distancia a la que se encuentre la obra de la planta.
- Mayor inversión inicial.
- Diseño más complejo y especializado (juntas, conexiones, etc.)
- Planeación cuidadosa del proceso constructivo, sobre todo en etapas de montaje.
- Detalles en conexiones, uniones y apoyos.

6.3 Concreto de alta resistencia

El concreto que se usa en la construcción preesforzada se caracteriza por una mayor resistencia que aquel que se emplea en concreto reforzado ordinario. Se le somete a fuerzas más altas y por lo tanto un aumento en su calidad generalmente conduce a resultados más económicos. El uso de concreto de alta resistencia permite la reducción de las dimensiones de la sección de los miembros a un mínimo, lograndose ahorros significativos en carga muerta siendo posible que grandes claros resulten técnica y económicamente posibles. Las objetables deflexiones y el agrietamiento, que de otra manera estarían asociados con el empleo de miembros esbeltos sujetos a elevados esfuerzos, pueden controlarse con facilidad mediante el preesfuerzo.

La práctica actual pide una resistencia de 350 a 500 kg/cm² para el concreto preesforzado, mientras el valor correspondiente para el concreto reforzado es de 200 a 250 kg/cm² aproximadamente.

Existen otras ventajas. El concreto de alta resistencia tiene un módulo de elasticidad más alto que el concreto de baja resistencia, de tal manera que se reduce cualquier pérdida de la fuerza pretensora debido al acortamiento elástico del concreto.

Razones para utilizar concreto de alta resistencia en elementos preesforzados:

- **Primero:** para minimizar su costo, los anclajes comerciales para el acero de preesfuerzo son siempre diseñados con base de concreto de alta resistencia. De aquí que el concreto de menor resistencia requiere anclajes especiales o puede fallar mediante la aplicación del presfuerzo. Tales fallas pueden tomar lugar en los apoyos o en la adherencia entre el acero y el concreto, o en la tensión cerca de los anclajes.
- **Segundo:** el concreto de alta resistencia a la compresión ofrece una mayor resistencia a tensión y cortante, así como a la adherencia y al empuje y es deseable para las estructuras de concreto preesforzado ordinario.
- **Tercero:** otro factor es que el concreto de alta resistencia está menos expuesto a las grietas por contracción que aparecen frecuentemente en el concreto de baja resistencia antes de la aplicación del presfuerzo.

Para obtener una resistencia de 350 kg/cm², es necesario usar una relación agua-cemento no mucho mayor de 0.45 en peso. Con el objeto de facilitar el colado, se necesitaría un revenimiento de 5 a 10 cm a menos que se fuera a aplicar el vibrador más tiempo de lo ordinario.

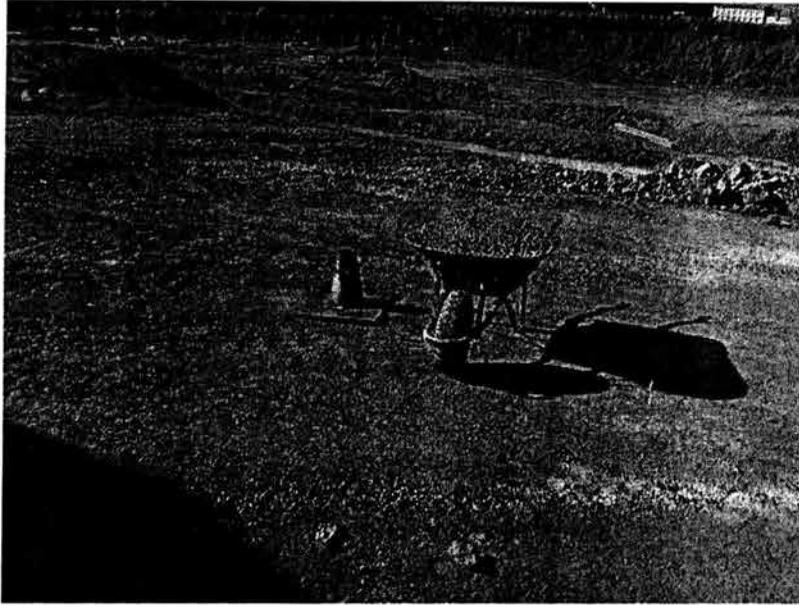


Fig. 6.2 Cono truncado para prueba de revenimiento



Fig. 6.3 Prueba revenimiento



Fig. 6.4 Moldes Para Prueba de Resistencia de Concreto



Fig. 6.5 laboratorio de control de calidad de concreto



Fig. 6.6 Pila de Curado

6.4 Planta de prefabricados

La planta de prefabricados es el lugar en el cual se elaboran los elementos prefabricados en este caso la trabes, en este proyecto debido a que la obra total que iba a hacer la empresa constructora consistía en la elaboración de 56 puentes los cuales en su totalidad requerían trabes , se opto por habilitar un terreno para instalar una planta de prefabricados, esta se ubico cerca de la comunidad llamada Hoyo del aire en el municipio de Taretan Michoacán, esta planta estuvo constituida por una plataforma nivelada la cual contó con los siguientes elementos.

- **Características del terreno:** se debe de contar con un terreno plano de por lo menos una hectárea, en caso de tener terreno irregular deberá de nivelarse con el equipo que se disponga además de que el terreno deberá de estar bien

compactado de preferencia colocar capa de base hidráulica, en este caso debió de ser nivelada una pequeña ladera y para obtener una superficie plana se realizo un corte en balcón en el cual el material que se corto se utilizo para relleno el cual fue compactado con un rodillo pata de cabra, debido a las características de la superficie de este terreno (básicamente roca pequeña empacada en arena) y a la gran capacidad de compactación no fue necesario elaborar un mejoramiento de suelo.

- **Moldes:** debido a que estas trabes se producen en serie los moldes son metálicos y estos nos servirán para hacer trabes del mismo tipo del que sea el molde pero con la longitud que se requiera, estos moldes estarán colocados sobre una plataforma de concreto perfectamente nivelada y que tendrá un terminado fino, además de que será necesario utilizar un aditivo desmoldante para tener un mejor funcionamiento de los moldes y la superficie de concreto.

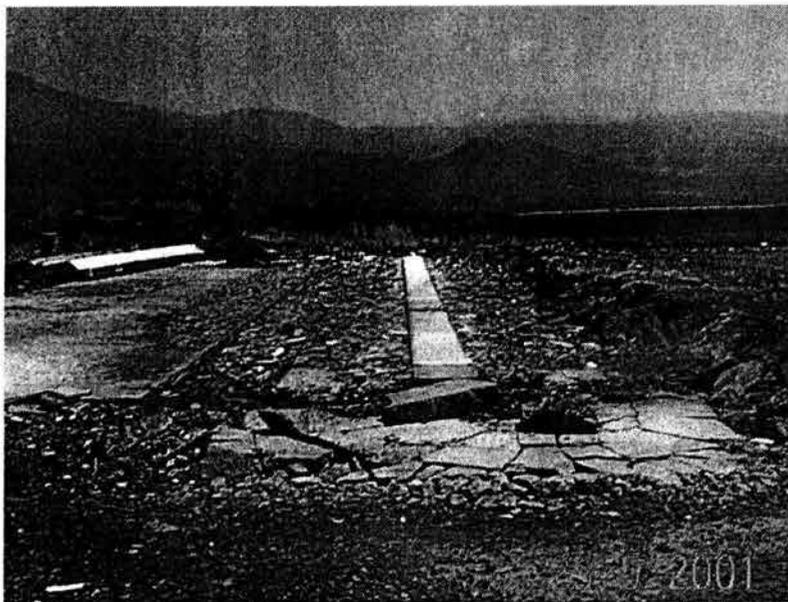


Fig. 6.7 plataforma de concreto para trabe, Foto tomada en planta ya desmontada

- **Caldera:** se utilizara una caldera de diesel o gas según convenga y esta se encargara de generar el vapor para el curado de las traves el cual acelerara el proceso de fraguado, esta caldera deberá de estar instalada con todas las tuberías necesaria para poder aplicar el vapor a la trabe, además deberá de contarse con una lona para cubrir la trabe mientras se esta aplicando el vapor. Este procedimiento se utilizo en el proyecto que nos ocupa.
- **Grúas:** Estas deberán de ser de una capacidad de por lo menos 50 ton. Y se deberá de contar por lo menos con dos grúas las cuales se encargaran de mover las traves ya coladas y curadas de sus moldes para seguirlos utilizando, además de que también podrán cargar las traves en los dollys cuando se requiera su transporte. En este proyecto se utilizaron 2 grúas de 50 ton cada una.

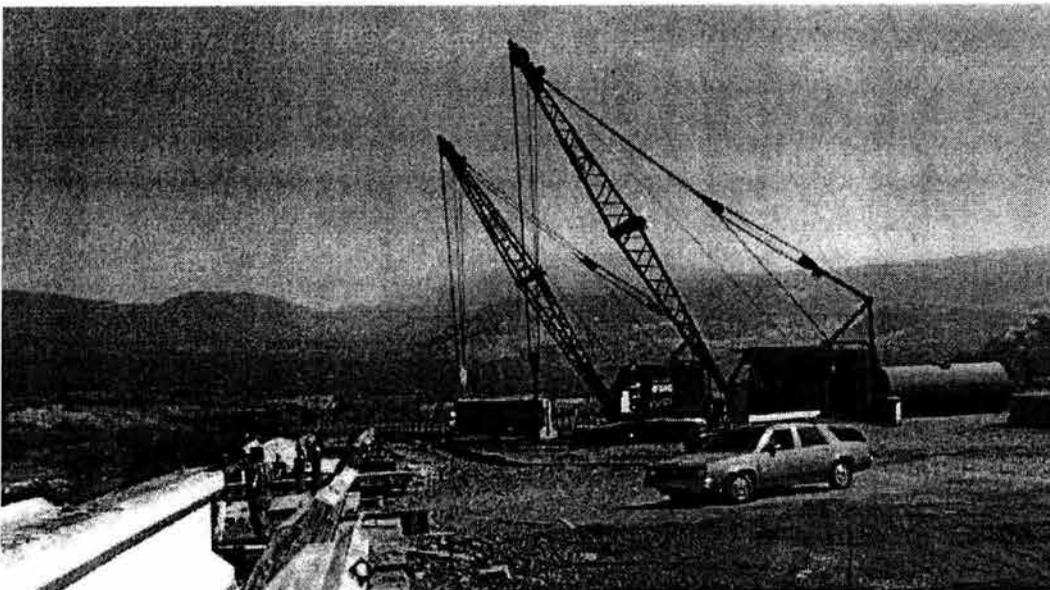


Fig. 6.8 acomodo de traves por grúas

- **Instalaciones Generales:** Se deberá de contar con una oficina para el ingeniero encargado de la planta, además de un almacén donde se guardara el material y el equipo menor.



Fig. 6.9 Almacén de obra

- **Equipo de tensado:** Este se realizara con gatos hidráulicos apoyados en unos muertos de concreto realizados previamente, los cuales se moverán al molde que requiera el tensado con las grúas, los gatos estarán apoyados en ellos mediante un sistema de armadura de placa de acero y se determinara la tensión del toron mediante la deformación que tenga, cada toron después de tener la tensión deseada se le dejara un sujetador para que se mantenga con esa tensión.



Fig. 6.10 Torones tensados

- **Herramienta menor:** básicamente se deberá de tener un buen número de vibradores para que a la hora del colado siempre se tenga, la disponibilidad de uno, ya que en este tipo de elementos y debido a la densidad de acero que tienen especialmente en el área de los torones se debe de tener un muy buen vibrado.
- **Concreto:** deberá de ser concreto de alta resistencia hecho con dosificadora, este concreto se podrá suministrar por una empresa que se encargue de la elaboración de este producto o de ser necesario la planta deberá de tener su propia dosificadora y ollas revolventoras, se colocara el concreto mediante tiro directo de las ollas a los moldes teniendo en cuenta que tenga el revenimiento adecuado y tener mucho cuidado en el vibrado.
- **Acero en trabes:** Deberá de tener un armado por temperatura elaborado con varilla de 1/2" y 3/8" según se marca en el plano y llevaran torones de 1.27 cms de diámetro, con una $f_y=19000\text{kg/cm}^2$, los torones se encamisaran en tubos

de plástico con las longitudes indicadas en el corte longitudinal de la trabe, el acero por temperatura deberá de armarse fuera del molde, y posteriormente se colocara en este con la ayuda de la grúa, para posteriormente colocar los torones y tensorlos, para el caso del puente Barranca El Limón los torones se tensoron a 14250 kg/cm^2

- **Equipo de transporte:** Se efectuara en plataforma especialmente habilitadas llamadas dollys y serán impulsadas por un tractocamión, debido al exceso de dimensiones deberán de contarse con permiso de la PFP para el transporte y se deberá de hacer a la hora en que el tráfico vehicular sea menos intenso y no debe de ser en fines de semana., cabe mencionar que el transporte generalmente lo hace una empresa especializada en el transporte y montaje de trabes además en este caso la problemática principal fue un segmento de carretera que tiene muchas curvas que le llaman barranca del Márquez, aquí fue necesaria cerrar el tráfico y con la ayuda de una grúa hacer que pudieran dar vuelta los tractocamiones con los dollys, en este caso también debido al peso y la dificultad de la maniobra, uno de los dollys se volteo y la trabe cayo al piso provocando su fractura y fue necesario mandar a hacer la trabe de emergencia, ocasionándose retraso en el proceso de construcción.

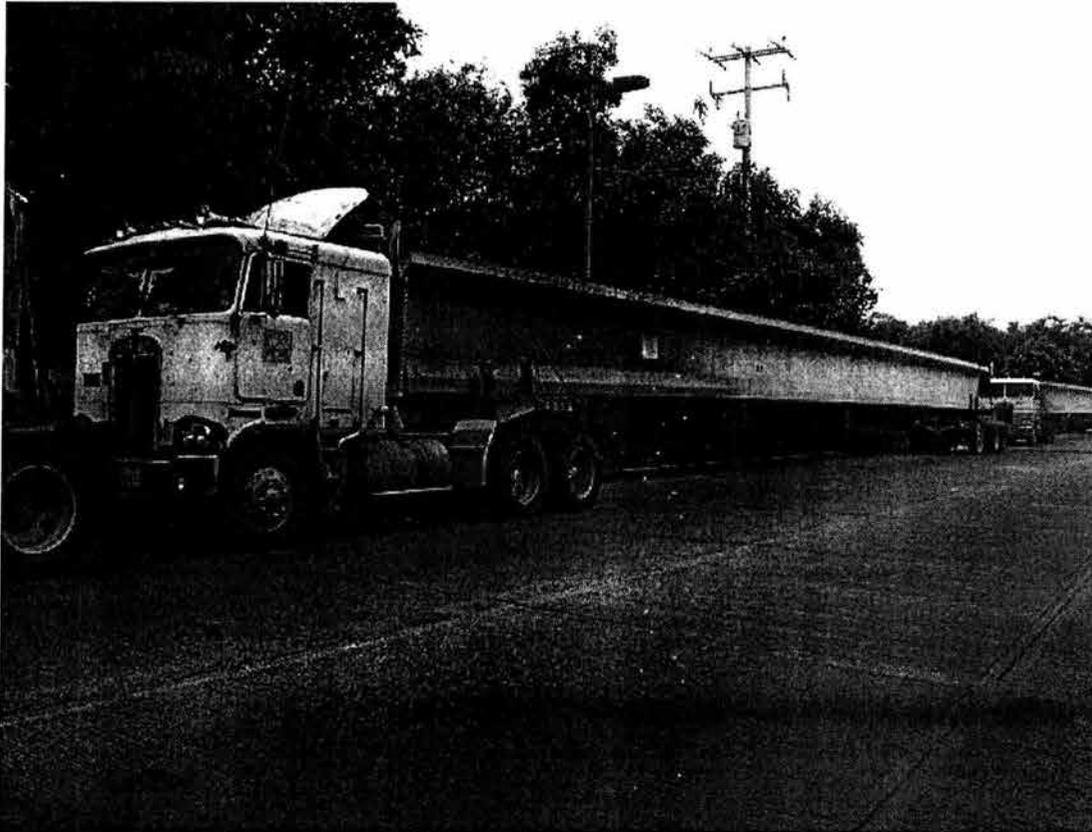


Fig. 6.11 dolly

Proceso constructivo:

- Se elaborara el armado por temperatura según plano.
- Se colocara con la grúa el armado el la plantilla de concreto.
- Se colocaran los torones con sus respectivos tubos de plástico según lo requieran.
- Se colocaran los moldes metálicos.
- Se tensaran los torones y se colocaran los sujetadores de los torones.
- Se colocara el concreto premezclado con su respectivo vibrado.
- Al siguiente día se retiraran los moldes y se iniciara el curado.

- Se cortara los torones de los sujetadores para liberarlos (el día que se haga esto dependerá de si utilizamos acelerante o no en el concreto).
- Se moverá la trabe para su almacenamiento

Montaje de trabes:

El montaje de trabes se realizará ya que la totalidad de trabes o trabes por claro del puente se encuentren en el lugar, para esto será necesario habilitar una plataforma de montaje de tal manera que las grúas se puedan acercar a los apoyos donde se van a colocar las trabes , para el montaje de las trabes se ocuparan 2 grúas , las cuales sujetaran a las trabes utilizando el anclaje ya fabricado que contienen las trabes, deberá de contarse además de los maniobristas con una persona encargada de poner los apoyos de neopreno en los estribos, además de colocar puntales entre trabe y trabe para evitar que se puedan voltear, debido a lo especializado que es este tipo de maniobra, generalmente el montaje lo realiza una empresa especializada en este tipo de trabajos, ya que el riesgo es muy grande, en caso de que alguna trabe se caiga, esto implicaría posibles riesgos en el personal no especializado tratando de hacer esta maniobra, además que si se cae una trabe se fracturaría y podría golpear una pila del puente ocasionando altos costos de reparación, fabricación nuevamente de la trabe, traslado y retraso de tiempo de ejecución de la obra.



Fig. 6.12 vista de torones trabe



Fig. 6.13 Montaje de trabes

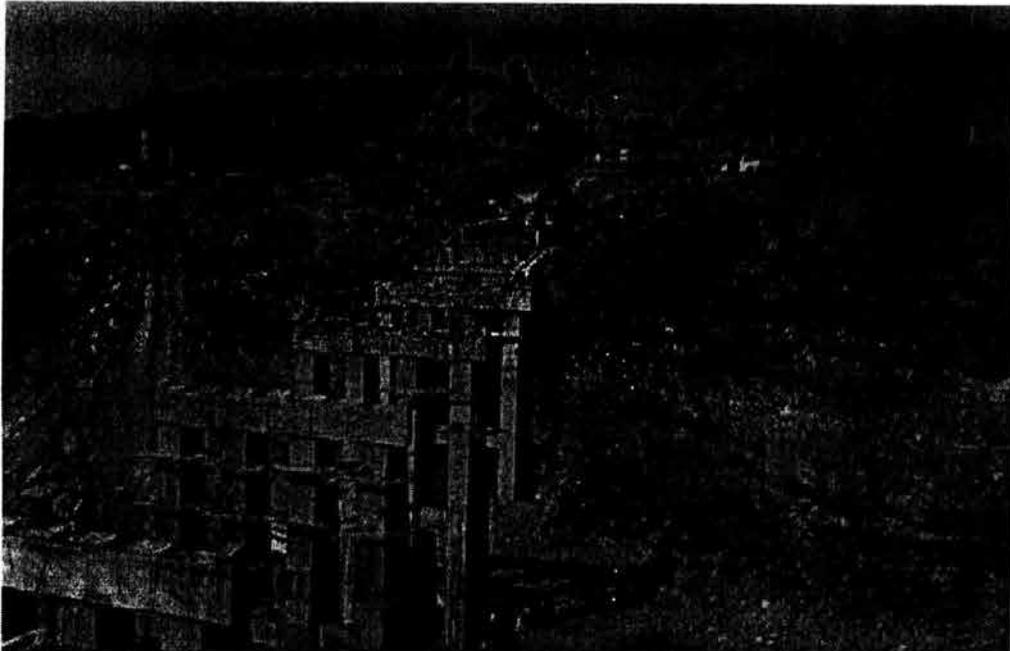


Fig. 6.14 Montaje de Trabes

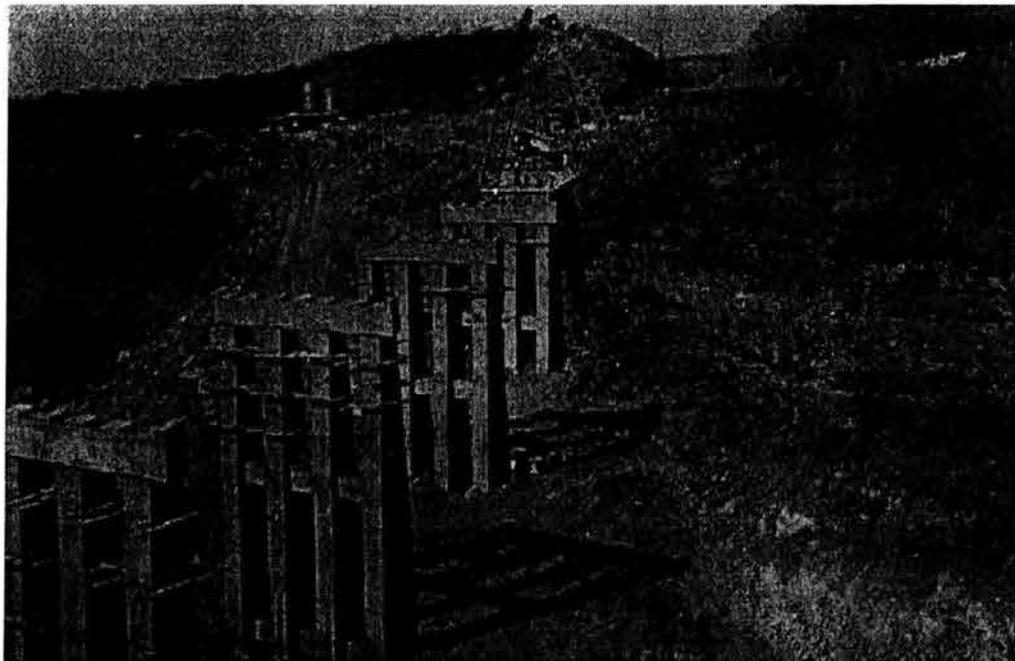


Fig. 6.15 Montaje de Trabes



Fig. 6.16 Montaje de Trabes

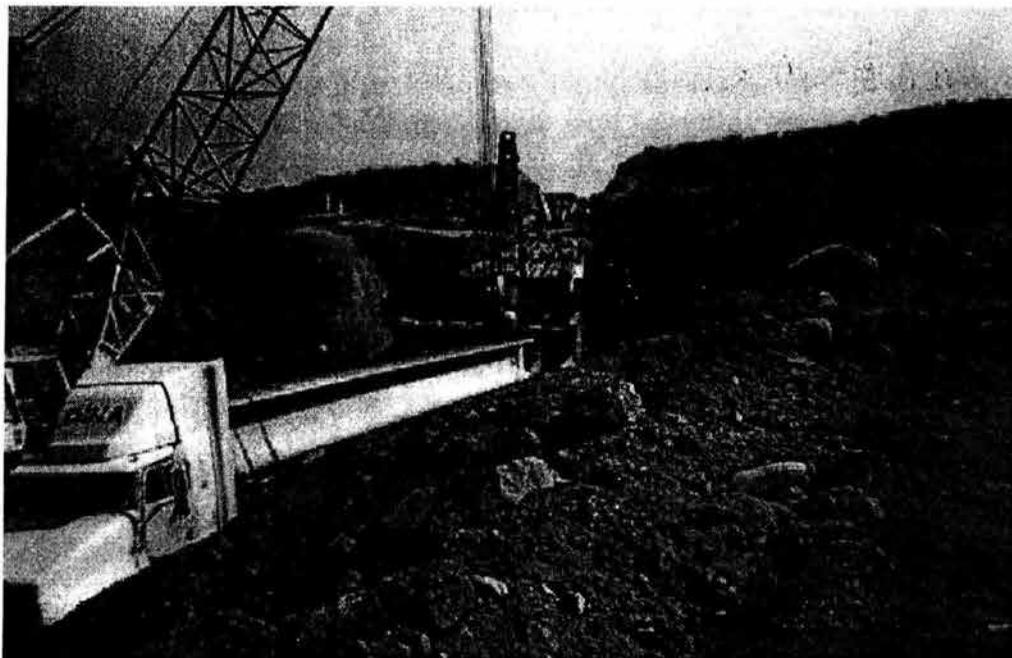


Fig. 6.17 Dolly con Trabe

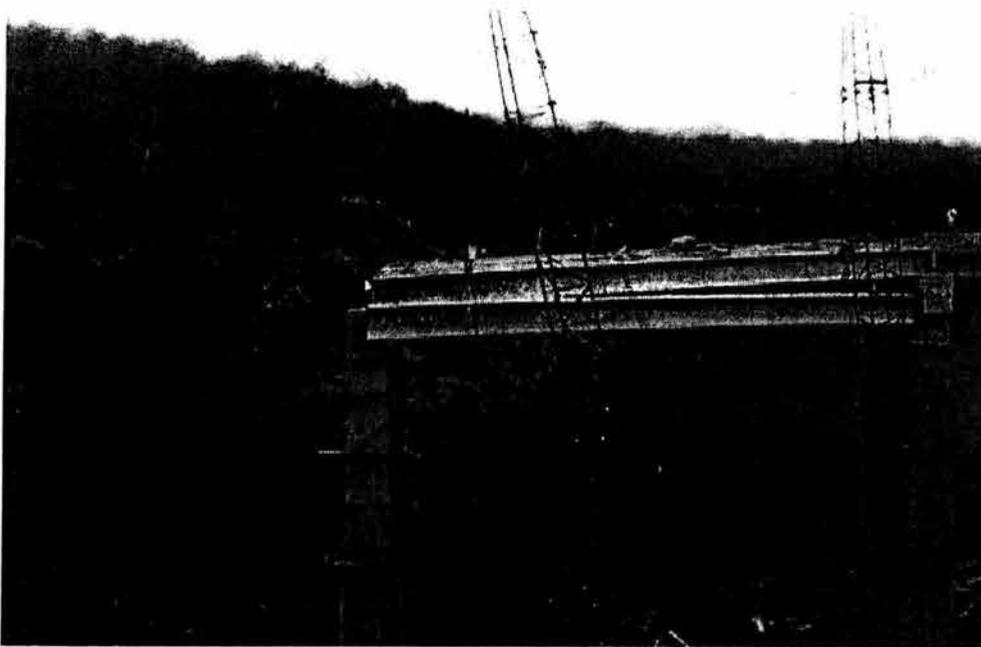


Fig. 6.18 Montaje de Traveses



Fig. 6.19 Montaje de Traveses

Capítulo 7

Superestructura

La superestructura es la parte de la estructura del puente que se encuentra en el nivel superior por arriba de las trabes (pudiéndose considerar las trabes como parte de la superestructura), pero básicamente esta compuesta por la losa del puente.

7.1 Cimbra en superestructura

A diferencia de las anteriores etapas de la construcción del puente en la superestructura el cimbrado se realizara antes de que se coloque el acero ya que este ira apoyado sobre la cimbra, para este tipo de puente debido a su altura y a lo difícil y peligroso que seria descimbrarlo se utilizo un sistema llamado prelosa que no es más que una loseta de concreto reforzado la cual será capaz de apoyarse en las trabes de tal forma que cubra el espacio que queda entre trabe y trabe, estas losetas se podrán colar en el lugar de la obra mediante moldes, o se podrán colar en una planta de prefabricados y posteriormente transportarse al sitio, las losetas quedan como cimbra perdida ya que quedaran de forma permanente en la losa, la cimbra que se colocara será la de los extremos laterales de las losas del puente, los cantiliver que se encuentran después de las trabes extremas en ambos lados, esta se apoyara en las trabes mediante la elaboración de una cruceta ya que debido a la altura del puente seria imposible colocar un puntal desde abajo, también se colocara cimbra en todo el perímetro de lo losa, es conveniente

mencionar que cada losa entre apoyo y apoyo trabaja de forma independiente y no se podrá ligar, por lo tanto deberá colocarse algún material que divida una losa de otra para que trabajen en forma independiente cada una de ellas.

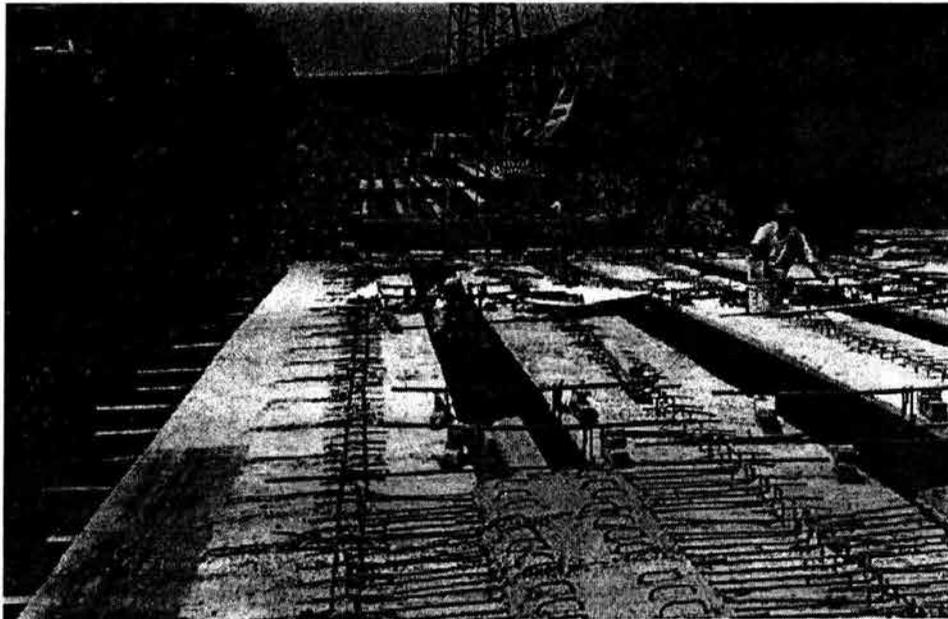


Fig. 7.1 Prelosas Colocadas Sobre traves



Fig. 7.2 Detalle Cimbra Lateral

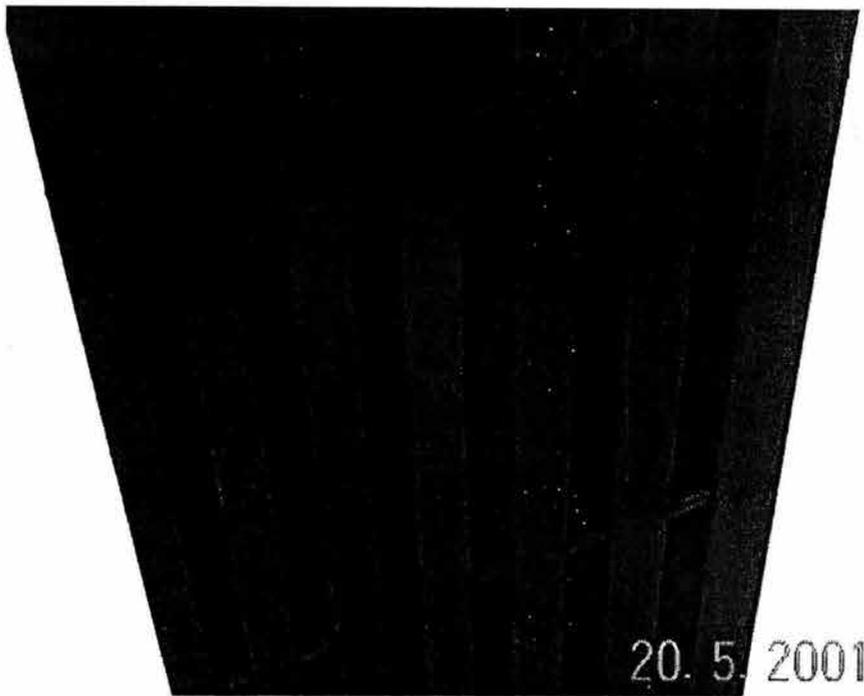


Fig. 7.3 Vista de Diafragmas entre Trabes

7.2 Acero en superestructura

Este se colocara después del sistema de prelosas y el cimbrado de las partes extremas, se habilitara y se colocara según plano estructural de la losa del puente, una vez armado el acero se deberá calzar con la finalidad de cumplir con el recubrimiento inferior y se colocara el cimbrado perimetral de la losa.



Fig. 7.3 Vista de Armado Losa

7.3 Concreto en superestructura

Generalmente el concreto en la superestructura deberá ser bombeable y este fué el caso de el puente Barranca El Limón y los aspectos importantes que hay que cuidar aquí es el vibrado de concreto y checar que el acero este bien calzado con la finalidad de cumplir con los recubrimientos que se nos piden, también es importante checar que las losas entre claro y claro queden separadas ya que cada losa trabaja independiente, se deben colar de forma separada, otro detalle que se debe de cuidar es colar cada losa de cada claro de inicio a termino con la finalidad de no dejar juntas frías, también es recomendable utilizar una membrana de curado la cual se aplicara después de que ocurra el fraguado falso del concreto aprox. 4 horas después del colado.

7.4 Juntas de dilatación

Este puente cuenta con un sistema de juntas de dilatación entre extremo y extremo de losa de cada claro estas son unas ranuras de aproximadamente 2" de ancho las cuales deberán de ser rellenas con laminas de espuma de poli estireno para que queden totalmente tapadas y no permitan la entrada de algún material extraño que evite el correcto funcionamiento de la junta.

7.5 Carpeta asfáltica

Se colocará sobre la losa del puente terminada una carpeta de concreto asfáltico producido en planta de 5 CMS de espesor la cual no deberá de ser tendida a menos de 140 grados centígrados, previo al tendido se deberá remover la capa de membrana de curado del puente ya que esta podría causar problemas en la adherencia de la carpeta y se deberá limpiar perfectamente la superficie para que este libre de polvo o de cualquier tipo de residuo, también se deberá de aplicar un riego de liga sobre la superficie de la losa de aproximadamente 1.5 lts por cada metro cuadrado con emulsión asfáltica, para posteriormente tender la carpeta, esta será tendida por una pavimentadora y se compactará con un doble rodillo metálico vibro compactador, posteriormente se le dará el terminado a la capa de carpeta con un compactador neumático, después de terminado el tendido y compactado de la carpeta pudiendo ser al siguiente día o en días posteriores se le aplicará a la carpeta un riego de sello el cual consiste en regar la superficie de la carpeta asfáltica con emulsión asfáltica en la misma proporción de el riego de liga y posteriormente colocar una capa de aproximadamente 3 cms de espesor de

grava de $\frac{1}{4}$ "(sello) y posteriormente pasar el doble rodillo metálico sobre el sello sin aplicar vibración.

Capítulo 8

Obra Complementaria

La obra complementaria son los accesorios que necesita el puente tanto para protección propia como para protección de los usuarios.

8.1 Guarniciones

Estas serán de concreto reforzado y estarán perfectamente ancladas a la losa mediante varillas colocadas previo al colado de la losa, en el caso de las guarniciones sobre puente y de las guarniciones de acceso estarán ancladas en el estribo del puente y en la estructura del pavimento mediante el ranurado de la carpeta, las guarniciones de concreto previo a su colado deberán de colocarse unas placas con espárragos para el posterior anclaje del parapeto metálico el cual estará compuesto por dos tubos de acero y apoyos de placa de acero, la principal función de las guarniciones sobre el puente es la protección de los automovilistas es por eso que deberán de poder contener el impacto de algún vehículo para evitar que caiga a la barranca.

8.2 Obras de drenaje

Estarán constituidas por cunetas de concreto que se encargaran de conducir el agua pluvial en forma adecuada y de lavaderos los cuales bajaran el agua hacia la barranca de forma segura para el puente, los lavaderos deberán de

contar con un dissipador de energía del agua para evitar socavaciones, estas obras son de protección para el puente.

8.3 Señalización

Consistirá en la pintura sobre la carpeta del puente la cual contendrá micro esfera para que pueda ser más visible de noche, además de que se deberá de colocar vialetas, indicador de límite de velocidad y letrero con el nombre del puente.



Fig. 8.1 vista de Puente con guarniciones y Señalizado



Fig. 8.2 Pila 5 Terminada



Fig. 8.3 Puente Terminado



Fig. 8.4 Puente Terminado

Capítulo 9

Conservación

9.1 Inspección

Visita al puente para evaluar los daños que pueden tener con la finalidad de prevenir problemas futuros que pudieran producir la falla de la estructura.

Inspección Preliminar

Se hará por lo menos 1 vez al año de preferencia terminada la época de lluvias ya que es el momento en que baja el nivel del agua y se puede tener la evidencia más fresca de alguna socavación que este ocurriendo, se debe de presentar un informe de lo que este ocurriendo y esta inspección debe de ser hecha por lo menos por un ingeniero, se deberá de clasificar lo observado de la siguiente manera:

- **Grupo A:** Cuando debido a la gravedad de los daños se requiere atención inmediata.
- **Grupo B:** Cuando los daños se pueden atender en un periodo de 6 años antes de convertirse en clase A.
- **Grupo C:** Cuando presenta daños menores que pueden ser atendidos por medio de la conservación rutinaria.

Inspección principal

Esta la realizará personal especializado en puentes en caso de que el daño se clasifique en el grupo A, se deberá contar con equipos que permitan el acceso a todas las partes del puente para observar detalladamente todos sus elementos y se determinara el procedimiento a seguir.

Inspección Especial

Se realizará por personal altamente especializado en aquellos puentes que vayan a ser rehabilitados y tendrá por objeto el recabar los datos necesarios para la realización del proyecto ejecutivo. En las actividades a realizar, se incluyen, el levantamiento geométrico de la estructura, la determinación de la naturaleza y extensión de los daños y la realización de diversos estudios que permitan determinar la causa y mecanismo de propagación de los daños. Para esto, es necesario que se realicen con el apoyo de empresas especializadas en puentes.
(Flores,)

Equipo Necesario para la inspección

- **Equipo General:** Es el equipo básico que se utiliza y cada miembro de la brigada puede traer sus propias herramientas personales como una pequeña navaja, un pequeño martillo, una lámpara, etc.

Herramientas personales para trabajo y seguridad:

- * Binoculares.
- * Martillo ligero.
- * Lámpara.

- * Navaja de bolsillo.
 - * Flexo metro.
 - * Libreta de campo.
 - * Cámara (preferible 35 Mm.).
 - * Casco.
 - * Botas.
 - * Gafas.
 - * Chaleco salvavidas.
 - * Chaleco reflejante.
-
- **Equipo para Señalamiento:** Debe utilizarse y es muy apropiado cuando se inspeccionan las calzadas:
 - * Conos de plástico.
 - * Triángulos.
 - * Chalecos reflejantes.
 - * Señales de seguridad.
-
- **Equipo para nivelación:** Cuando el procedimiento de la inspección lo requiera y sea necesario, para la nivelación del puente se cuenta con el siguiente equipo:
 - * Tránsito o teodolito.
 - * Nivel de mano.
 - * Estadales.

- * Cintas métricas.
 - * Balisas.
 - * Libreta de tránsito
-
- **Elementos que deben inspeccionarse:**
 - * Juntas de dilatación
 - * Apoyos.
 - * Diafragmas.
 - * Nervaduras.
 - * Losa.
 - * Anclajes.
 - * Flechas de las trabes.
 - * Efectos de socavación del cauce.
 - * Obstrucción del cauce.
 - * Destrucción por impacto de la subestructura.
 - * Hundimientos de la cimentación.
 - * Desplomes de la subestructura.
 - * Agrietamientos de la subestructura.
 - * Revisión de accesos y conos de derrame.
 - * Drenaje de la superestructura y la subestructura.
 - * Vialidad y señalamiento.

9.2 Evaluación

Posteriormente al estudio de los elementos encontrados en la inspección se determinan las acciones a seguir:

- **Acción 0:** No hacer nada que puede resultar una acción técnicamente válida en algunas circunstancias.
- **Acciones normativas:** Colocación de señales. Limitación de uso (imposición de peso máximo, reducción de velocidad, restricción de un solo carril, etc.).
- **Acciones preventivas:** Inspecciones más frecuentes, monitoreo de grietas, deformaciones y asentamientos, colocación de apuntalamientos.
- **Acciones ejecutivas:** Se refiere a la realización de obras en el puente. Para estas obras, pueden considerarse cinco niveles de atención:
 - * Mantenimiento.
 - * Rehabilitación.
 - * Reparación.
 - * Modernización.
 - * Substitución.

Para el análisis económico de cada alternativa, debe determinarse:

- La extensión de la vida del puente, que se logra con las obras de conservación.
- Costos y beneficios totales de la alternativa, se incluyen: costos de construcción, conservación y operación, así como beneficios inmediatos y futuros en función de la evolución prevista del tránsito y adicionando el valor de rescate de la estructura al término de la vida económica.

9.3 Mantenimiento

Los procedimientos más usuales para solucionar los problemas más comunes, en cada una de las etapas y para los elementos más comunes en los puentes, se sintetizan a continuación:

Cauces y cimentaciones

- Limpiar, reponer y estabilizar la alineación y la sección transversal del cauce.
- Para evitar erosiones y socavaciones, utilizar gaviones o muros de mampostería o de concreto ciclópeo.
- Reconstruir los conos de derrame y delantales frente a los apoyos extremos.
- Hacer zampeados de mampostería de piedra con dentellones en el fondo del cauce.
- Proteger los caballetes con pedraplenes o escolleras instaladas al frente y alrededor.

Subestructuras

- Recimentación de pilas y estribos:
 - * Utilizando concreto ciclópeo colado bajo el agua.
 - * Construcción de una pantalla perimetral de micropilotes.
- Reparación y refuerzo de pilas y estribos fracturados por socavación, hundimientos e inclinación por cargas.
 - * Utilizando encamisados de concreto.
 - * Con el adosamiento de estructuras metálicas.

- Reparación de pilotes que presentan fractura y exposición del acero de refuerzo.
- Reforzamiento de corona y cabezales.
- Inyección de grietas y reposición de concreto degradado.
- Reconstrucción de coronas y bancos de apoyo.

Superestructura

- Reparación de grietas en trabes, diafragmas y losas.
 - * Inyección de resinas epoxicas.
- Para reforzar los elementos de la superestructura:
 - * Adosar solerás metálicas con resinas epoxicas.
 - * Incremento del número de trabes.
 - * Construir sobrelosas.
 - * Colocar preesfuerzo longitudinal, transversal y vertical.
- Alineamiento de superestructuras desplazadas transversalmente por asentamiento de los apoyos o por efectos dinámicos, sismos e impactos de vehículos.

9.4 Mantenimiento Rutinario

El mantenimiento rutinario lo comprenden aquellas actividades de mantenimiento en los puentes que pueden ser realizadas por el personal de las residencias de conservación. Dichas actividades son:

- Señalización, pintura, alumbrado, etc.

- Limpieza de acotamientos, drenes, lavaderos y coronas de pilas, estribos, caballetes, etc.
- Limpieza y rehabilitación de conos de derrame incluida su protección, enrocamiento o zampeado.
- Limpieza y rehabilitación del cauce.
- Recarpeteo de los accesos del puente.
- Protección contra la socavación.
- Reacondicionamiento de parapetos dañados.
- Limpieza o rehabilitación de las juntas de dilatación.
- Limpieza o protección de apoyos.

Conclusiones

En el Presente trabajo se menciona, el proceso constructivo de El Puente Barranca El Limón, Tal y como se realizó, Esto no quiere decir que sea el único proceso constructivo que se pueda utilizar para la construcción de un puente de este tipo, ya que el proceso constructivo dependerá de las situaciones muy particulares de cada obra y de los recursos de los que se pueda echar mano, además deberemos analizar cual es la manera mas factible de realizar la obra tomando en cuenta la calidad con la cual tenemos que cumplir (Hacer una obra con calidad es cumplir con las especificaciones técnicas que nos marque el proyecto y darle la apariencia adecuada), Esto quiere decir que nosotros podremos utilizar nuestra creatividad para desarrollar nuevos procedimientos constructivos, los cuales nos permitan realizar la obra de manera mas eficiente. El presente trabajo pretende dar un punto de partida al mencionar un procedimiento constructivo que en la actualidad se utiliza en la construcción de este tipo de estructuras en la Republica Mexicana. También se hace mención de una etapa del proyecto que muchas veces no tomamos en cuenta y que es la conservación de la obra, ya que no se trata solamente de construir, también hay que estar monitoreando que la estructura este cumpliendo con la finalidad para la cual se construyó y que cumpla con la vida útil para la cual

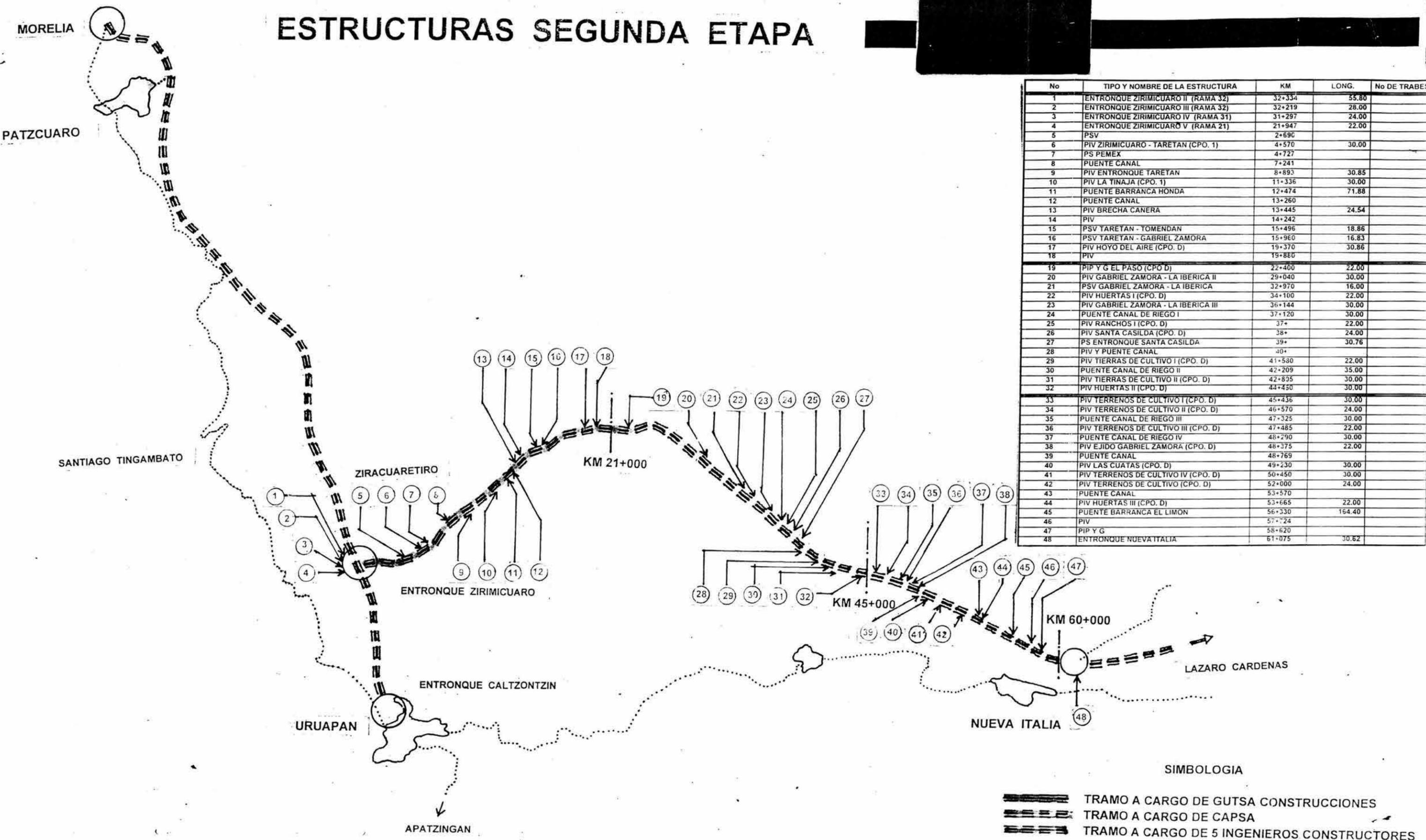
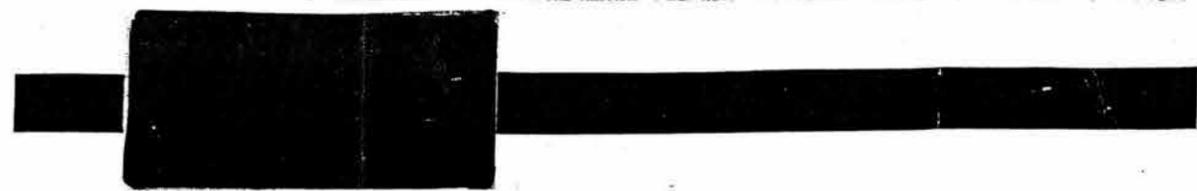
fue diseñada y esto solo se logrará cumpliendo con la calidad en la ejecución de la obra y darle el mantenimiento que requiera la estructura.

Bibliografía

- Crespo Villalaz, Carlos "Vías de Comunicación"
Editorial Limusa, Tercera Edición
- Forcada Quezada, Iván "Propuesta de Normas para Puentes de Trabes
Cajón"
www.construaprende.com/Tesis
- Flores Sánchez, Jesús "Conservación de Puentes Carreteros"
www.construaprende.com/Tesis2

Anexos

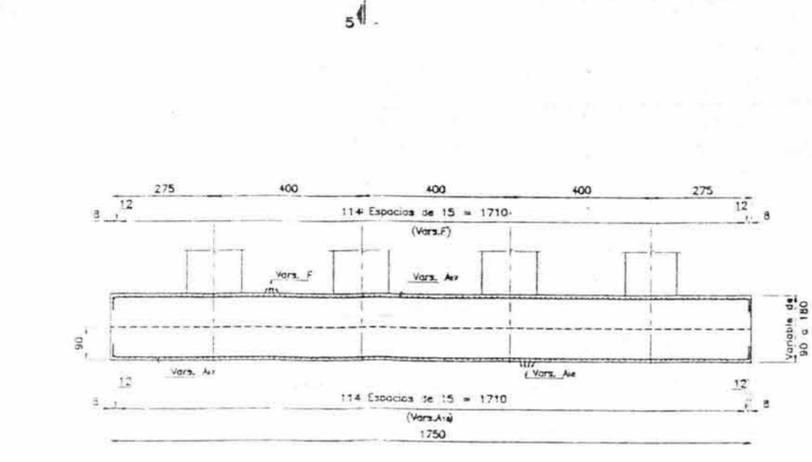
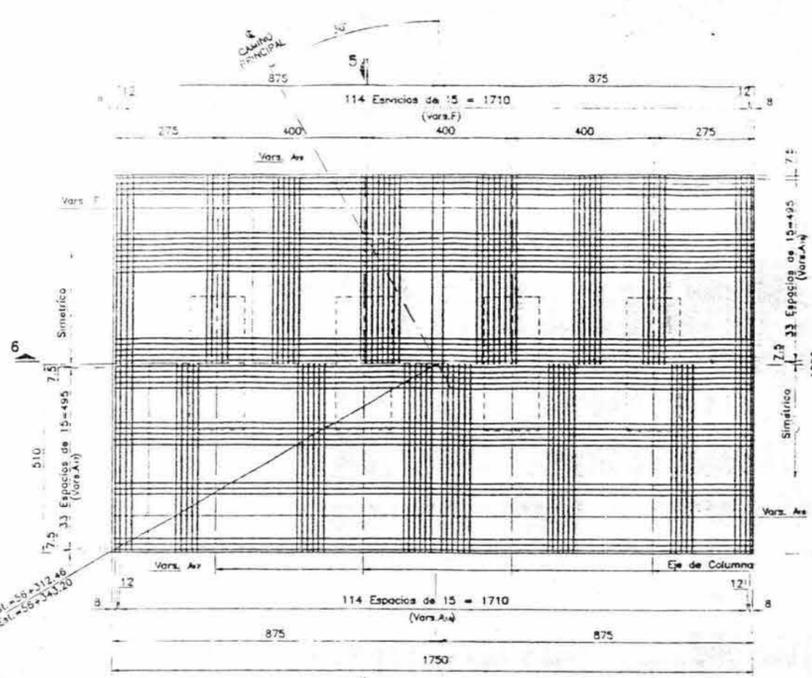
ESTRUCTURAS SEGUNDA ETAPA



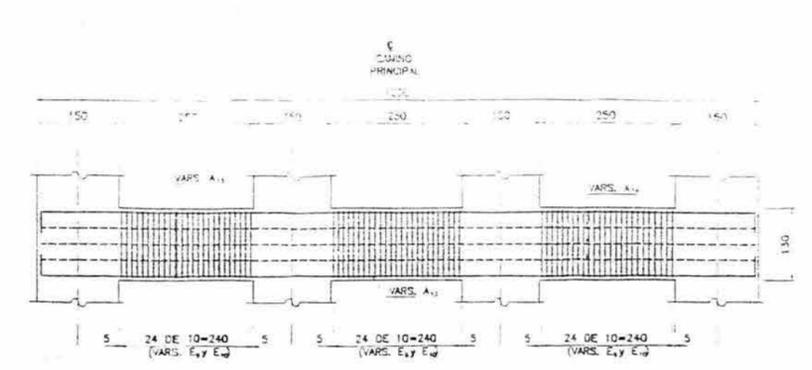
No	TIPO Y NOMBRE DE LA ESTRUCTURA	KM	LONG.	No DE TRABES
1	ENTRONQUE ZIRIMICUARO II (RAMA 32)	32+334	55.80	
2	ENTRONQUE ZIRIMICUARO III (RAMA 32)	32+219	28.00	
3	ENTRONQUE ZIRIMICUARO IV (RAMA 31)	31+297	24.00	
4	ENTRONQUE ZIRIMICUARO V (RAMA 21)	21+947	22.00	
5	PSV	2+690		
6	PIV ZIRIMICUARO - TARETAN (CPO. 1)	4+570	30.00	
7	PS PEMEX	4+727		
8	PUENTE CANAL	7+241		
9	PIV ENTRONQUE TARETAN	8+893	30.85	
10	PIV LA TINAJA (CPO. 1)	11+336	30.00	
11	PUENTE BARRANCA HONDA	12+474	71.88	
12	PUENTE CANAL	13+260		
13	PIV BRECHA CANERA	13+445	24.54	
14	PIV	14+242		
15	PSV TARETAN - TOMENDAN	15+496	18.86	
16	PSV TARETAN - GABRIEL ZAMORA	15+960	16.83	
17	PIV HOYO DEL AIRE (CPO. D)	19+370	30.86	
18	PIV	19+880		
19	PIP Y G EL PASO (CPO D)	22+400	22.00	
20	PIV GABRIEL ZAMORA - LA IBERICA II	29+040	30.00	
21	PSV GABRIEL ZAMORA - LA IBERICA	32+970	16.00	
22	PIV HUERTAS I (CPO. D)	34+100	22.00	
23	PIV GABRIEL ZAMORA - LA IBERICA III	36+144	30.00	
24	PUENTE CANAL DE RIEGO I	37+120	30.00	
25	PIV RANCHOS I (CPO. D)	37+	22.00	
26	PIV SANTA CASILDA (CPO. D)	38+	24.00	
27	PS ENTRONQUE SANTA CASILDA	39+	30.76	
28	PIV Y PUENTE CANAL	40+		
29	PIV TIERRAS DE CULTIVO I (CPO. D)	41+530	22.00	
30	PUENTE CANAL DE RIEGO II	42+209	35.00	
31	PIV TIERRAS DE CULTIVO II (CPO. D)	42+805	30.00	
32	PIV HUERTAS II (CPO. D)	44+450	30.00	
33	PIV TERRENOS DE CULTIVO I (CPO. D)	45+436	30.00	
34	PIV TERRENOS DE CULTIVO II (CPO. D)	46+570	24.00	
35	PUENTE CANAL DE RIEGO III	47+325	30.00	
36	PIV TERRENOS DE CULTIVO III (CPO. D)	47+485	22.00	
37	PUENTE CANAL DE RIEGO IV	48+290	30.00	
38	PIV EJIDO GABRIEL ZAMORA (CPO. D)	48+375	22.00	
39	PUENTE CANAL	48+769		
40	PIV LAS CUATAS (CPO. D)	49+230	30.00	
41	PIV TERRENOS DE CULTIVO IV (CPO. D)	50+450	30.00	
42	PIV TERRENOS DE CULTIVO (CPO. D)	52+000	24.00	
43	PUENTE CANAL	53+570		
44	PIV HUERTAS III (CPO. D)	53+665	22.00	
45	PUENTE BARRANCA EL LIMON	56+330	164.40	
46	PIV	57+724		
47	PIP Y G	58+620		
48	ENTRONQUE NUEVA ITALIA	61+075	30.62	

CARRETERA : MORELIA - LAZARO CARDENAS

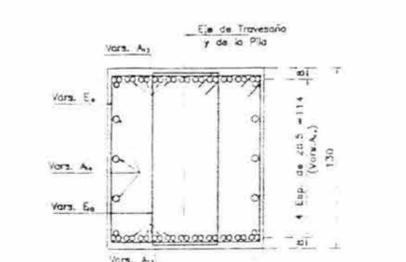
TRAMO : URUAPAN - LAZARO CARDENAS



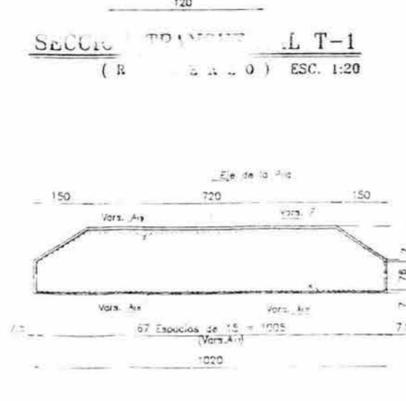
CORTE 6-6
ESC. 1:75



TRAVESAÑO T-2
ESC. 1:50



SECCION TRANSVERSAL T-1
(R. S. A. O.) ESC. 1:20



CORTE

LISTA DE VARILLAS PILA No. 3

LOC.	Vars.	Diam.	num.	Long. Total (cm)	Croquis	a	b	c	Peso (Kg.)
A1	10C	240	3229	3075	60	17	48,102		
A2	3C	210	3197	3075	45	14	37,484		
A3	3C	210	3254	3100	60	17	41,192		
A4	3C	48	2222	1400	45	14	11,974		
A5	3C	48	2222	1400	45	14	11,974		
A6	4C	48	2222	1400	23	10	2,107		
A7	4C	48	2222	1400	23	10	1,448		
A8	4C	48	2222	1400	23	5	1,130		
E1	4C	48	2222	1400	137.5	10	2,846		
E2	4C	48	2222	1400	56	10	2,246		
E3	4C	48	2222	1400	138	10	2,167		
E4	4C	48	2222	1400	138	10	1,709		
A9	4C	31	206	1400	23	14	2,228		
A10	8C	40	1558	1440	45	14	2,228		
A11	6C	6	1468	1468	0	0	197		
A12	6C	32	269	47	100	100	192		
E5	4C	113	403	54	137.5	10	452		
E6	4C	113	590	147.5	137.5	10	662		
E7	4C	8	717.8	171.8	177	10	57		
E8	4C	8	637.6	171.8	137	10	51		
A13	8C	96	1430	1312	45	14	5,454		
A14	8C	12	1340	1340	0	0	359		
E9	4C	150	351.8	48.4	117.5	10	524		
E10	4C	150	474	109.5	117.5	10	706		
A15	4C	56	225	105	60	0	125		
A16	4C	70	178	58	60	0	123		
A17	8C	58	1837	1719	45	14	4,963		
A18	8C	232	1108.5	1990.5	45	14	10,217		
A19	8C	68	1814	1724	34	11	2,757		
F	8C	116	1123.8	708	152.9	45	2,914		

RESUMEN DE MATERIALES

Acero de refuerzo de L.E. > 4000 Kg/cm² en:

Columnas	109,785 Kg.
Cabezal	3,787 Kg.
Topes y Bancos de apoyo	532 Kg.
Travesaño	7,043 Kg.
Zapata	20,851 Kg.

Concreto de f'c = 250 kg/cm² en:

Columnas	418.0 m ³
Cabezal	35.5 m ³
Topes y Bancos de apoyo	2.45 m ³
Travesaño	23.4 m ³
Zapata	297.67 m ³

Excavaciones (aproximadas):

Excavación	1,436.0 m ³
------------	------------------------

LISTA DE VARILLAS PILA No. 4

LOC.	Vars.	Diam.	num.	Long. Total (cm)	Croquis	a	b	c	Peso (Kg.)
A1	10C	240	3172	3075	60	17	47,253		
A2	3C	210	3140	3075	45	14	28,941		
A3	3C	210	3197	3100	60	17	30,309		
A4	3C	48	2222	1400	45	14	11,974		
A5	3C	48	2222	1400	45	14	11,974		
A6	4C	48	2222	1400	23	10	2,140		
A7	4C	48	2222	1400	23	10	1,417		
A8	4C	48	2222	1400	23	5	1,108		
E1	4C	48	2222	1400	137.5	10	2,785		
E2	4C	48	2222	1400	56	10	2,198		
E3	4C	48	2222	1400	138	10	2,098		
E4	4C	48	2222	1400	138	10	1,672		
A9	4C	30	206	1400	23	10	61		
A10	8C	40	1558	1440	45	14	2,476		
A11	6C	6	1468	1468	0	0	197		
A12	6C	32	269	46.6	100	0	176		
E5	4C	113	403	54	137.5	10	452		
E6	4C	113	590	147.5	137.5	10	562		
E7	4C	8	717.8	171.8	177	10	57		
E8	4C	8	637.6	171.8	137	10	51		
A13	8C	96	1430	1312	45	14	5,454		
A14	8C	12	1340	1340	0	0	359		
E9	4C	150	351.8	48.4	117.5	10	524		
E10	4C	150	474	109.5	117.5	10	706		
A15	4C	56	225	105	60	0	125		
A16	4C	70	178	58	60	0	123		
A17	8C	58	1837	1719	45	14	4,963		
A18	8C	232	1108.5	1990.5	45	14	10,217		
A19	8C	68	1814	1724	34	11	2,757		
F	8C	116	1123.8	708	152.9	45	2,914		

RESUMEN DE MATERIALES

Acero de refuerzo de L.E. > 4000 Kg/cm² en:

Columnas	107,592 Kg.
Cabezal	3,787 Kg.
Topes y Bancos de apoyo	532 Kg.
Travesaño	7,043 Kg.
Zapata	20,851 Kg.

Concreto de f'c = 250 kg/cm² en:

Columnas	418.0 m ³
Cabezal	35.5 m ³
Topes y Bancos de apoyo	2.45 m ³
Travesaño	23.4 m ³
Zapata	297.67 m ³

Excavaciones (aproximadas):

Excavación	1,436.0 m ³
------------	------------------------

NOTAS

GENERALIDADES:

El centímetro, abreviado cm, es la unidad de medida.

En metros, referidos al "0", el "2" sobre una cifra indica la fracción de Estación.

Las dimensiones de las varillas para construcción de estructuras de concreto reforzado, se darán en milímetros (mm).

Las dimensiones de las varillas para construcción de estructuras de acero reforzado, se darán en milímetros (mm).

ESPECIFICACIONES:

1.01.02.02.1 Acero para concreto reforzado.

1.01.02.02.2 Acero para concreto reforzado.

1.01.02.02.3 Acero para concreto reforzado.

1.01.02.02.4 Acero para concreto reforzado.

1.01.02.02.5 Acero para concreto reforzado.

1.01.02.02.6 Acero para concreto reforzado.

1.01.02.02.7 Acero para concreto reforzado.

1.01.02.02.8 Acero para concreto reforzado.

1.01.02.02.9 Acero para concreto reforzado.

1.01.02.02.10 Acero para concreto reforzado.

1.01.02.02.11 Acero para concreto reforzado.

1.01.02.02.12 Acero para concreto reforzado.

1.01.02.02.13 Acero para concreto reforzado.

1.01.02.02.14 Acero para concreto reforzado.

1.01.02.02.15 Acero para concreto reforzado.

1.01.02.02.16 Acero para concreto reforzado.

1.01.02.02.17 Acero para concreto reforzado.

1.01.02.02.18 Acero para concreto reforzado.

1.01.02.02.19 Acero para concreto reforzado.

1.01.02.02.20 Acero para concreto reforzado.

1.01.02.02.21 Acero para concreto reforzado.

1.01.02.02.22 Acero para concreto reforzado.

1.01.02.02.23 Acero para concreto reforzado.

1.01.02.02.24 Acero para concreto reforzado.

1.01.02.02.25 Acero para concreto reforzado.

1.01.02.02.26 Acero para concreto reforzado.

1.01.02.02.27 Acero para concreto reforzado.

1.01.02.02.28 Acero para concreto reforzado.

1.01.02.02.29 Acero para concreto reforzado.

1.01.02.02.30 Acero para concreto reforzado.

1.01.02.02.31 Acero para concreto reforzado.

1.01.02.02.32 Acero para concreto reforzado.

1.01.02.02.33 Acero para concreto reforzado.

1.01.02.02.34 Acero para concreto reforzado.

1.01.02.02.35 Acero para concreto reforzado.

1.01.02.02.36 Acero para concreto reforzado.

1.01.02.02.37 Acero para concreto reforzado.

1.01.02.02.38 Acero para concreto reforzado.

1.01.02.02.39 Acero para concreto reforzado.

1.01.02.02.40 Acero para concreto reforzado.

1.01.02.02.41 Acero para concreto reforzado.

1.01.02.02.42 Acero para concreto reforzado.

1.01.02.02.43 Acero para concreto reforzado.

1.01.02.02.44 Acero para concreto reforzado.

1.01.02.02.45 Acero para concreto reforzado.

1.01.02.02.46 Acero para concreto reforzado.

1.01.02.02.47 Acero para concreto reforzado.

1.01.02.02.48 Acero para concreto reforzado.

1.01.02.02.49 Acero para concreto reforzado.

1.01.02.02.50 Acero para concreto reforzado.

1.01.02.02.51 Acero para concreto reforzado.

1.01.02.02.52 Acero para concreto reforzado.

1.01.02.02.53 Acero para concreto reforzado.

1.01.02.02.54 Acero para concreto reforzado.

1.01.02.02.55 Acero para concreto reforzado.

1.01.02.02.56 Acero para concreto reforzado.

1.01.02.02.57 Acero para concreto reforzado.

1.01.02.02.58 Acero para concreto reforzado.

1.01.02.02.59 Acero para concreto reforzado.

1.01.02.02.60 Acero para concreto reforzado.

1.01.02.02.61 Acero para concreto reforzado.

1.01.02.02.62 Acero para concreto reforzado.

1.01.02.02.63 Acero para concreto reforzado.

1.01.02.02.64 Acero para concreto reforzado.

1.01.02.02.65 Acero para concreto reforzado.

1.01.02.02.66 Acero para concreto reforzado.

1.01.02.02.67 Acero para concreto reforzado.

1.01.02.02.68 Acero para concreto reforzado.

1.01.02.02.69 Acero para concreto reforzado.

1.01.02.02.70 Acero para concreto reforzado.

1.01.02.02.71 Acero para concreto reforzado.

1.01.02.02.72 Acero para concreto reforzado.

1.01.02.02.73 Acero para concreto reforzado.

1.01.02.02.74 Acero para concreto reforzado.

1.01.02.02.75 Acero para concreto reforzado.

1.01.02.02.76 Acero para concreto reforzado.

1.01.02.02.77 Acero para concreto reforzado.

1.01.02.02.78 Acero para concreto reforzado.

1.01.02.02.79 Acero para concreto reforzado.

1.01.02.02.80 Acero para concreto reforzado.

1.01.02.02.81 Acero para concreto reforzado.

1.01.02.02.82 Acero para concreto reforzado.

1.01.02.02.83 Acero para concreto reforzado.

1.01.02.02.84 Acero para concreto reforzado.

1.01.02.02.85 Acero para concreto reforzado.

1.01.02.02.86 Acero para concreto reforzado.

1.01.02.02.87 Acero para concreto reforzado.

1.01.02.02.88 Acero para concreto reforzado.

1.01.02.02.89 Acero para concreto reforzado.

1.01.02.02.90 Acero para concreto reforzado.

1.01.02.02.91 Acero para concreto reforzado.

1.01.02.02.92 Acero para concreto reforzado.

1.01.02.02.93 Acero para concreto reforzado.

1.01.02.02.94 Acero para concreto reforzado.

1.01.02.02.95 Acero para concreto reforzado.

1.01.02.02.96 Acero para concreto reforzado.

1.01.02.02.97 Acero para concreto reforzado.

1.01.02.02.98 Acero para concreto reforzado.

1.01.02.02.99 Acero para concreto reforzado.

1.01.02.02.100 Acero para concreto reforzado.

RECOMENDACIONES DE CONSTRUCCION:

El colado entre las juntas de construcción deberá hacerse en una sola operación.

Las juntas de construcción se prepararán antes del siguiente colado, como se indica en el capítulo 3.01.02.02-F-30.

La superestructura se podrá montar a los 28 días de la última colada del estribo si se usó, cementación tipo I, 3 ó 6 ó a los 14 días si se usó cemento tipo II.

DETALLES DEL REFUERZO

DIAM.	9	10	11	14
3C	17	9	55	
4C	23	0	55	
8C	14	34	3	55
8C	15	15	7	40

SECRETARIA DE COMUNICACIONES Y TRANSPORTES

DIRECCION GENERAL DE CARRETERAS FEDERALES

P U E N T E

"BARBARCA EL LIMON"

PILAS No.3 Y No.4 (Plano No.2)

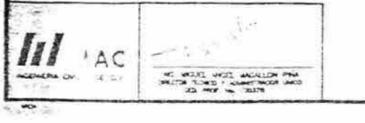
CARRTERAL MORELIA - LAZARO CARDENAS Km. 308+330

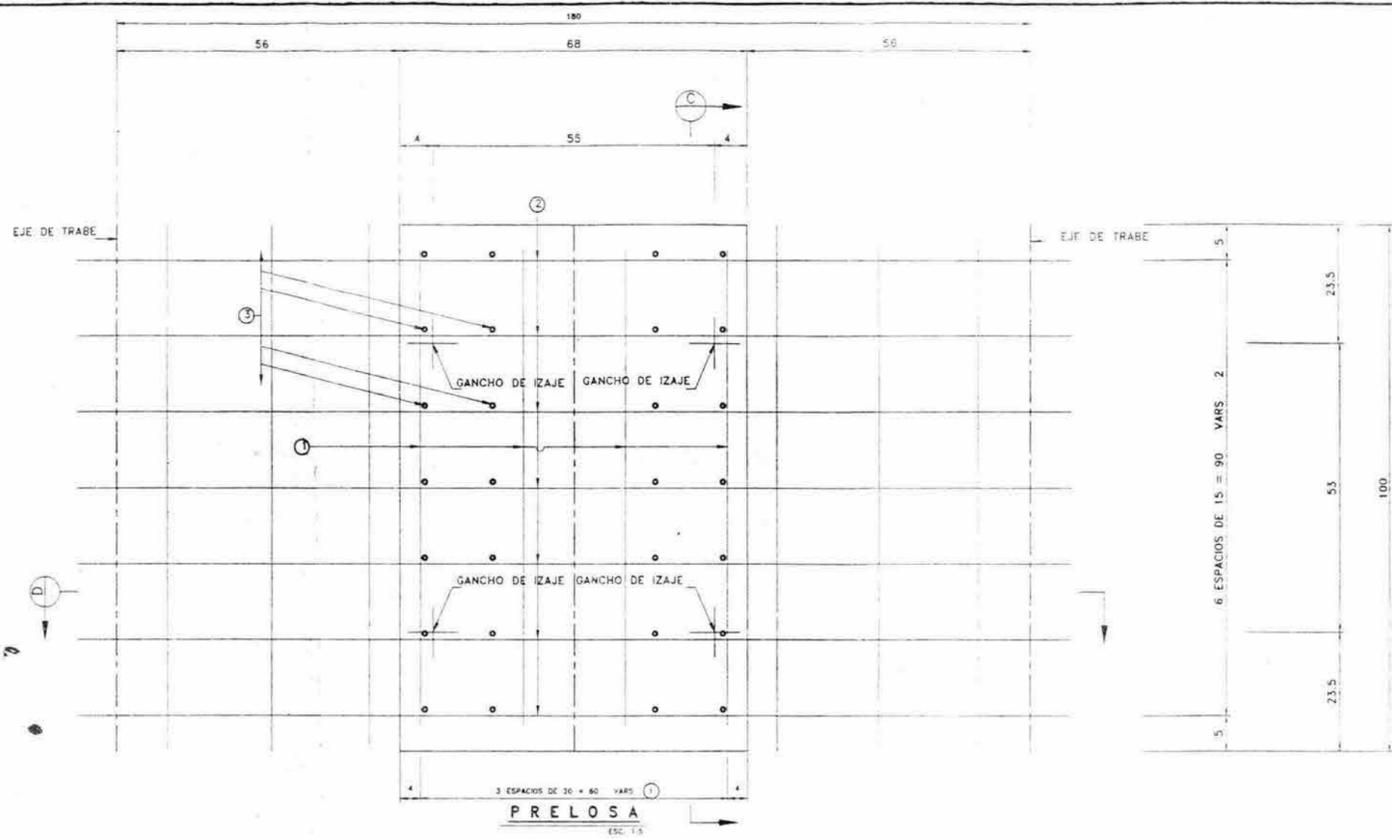
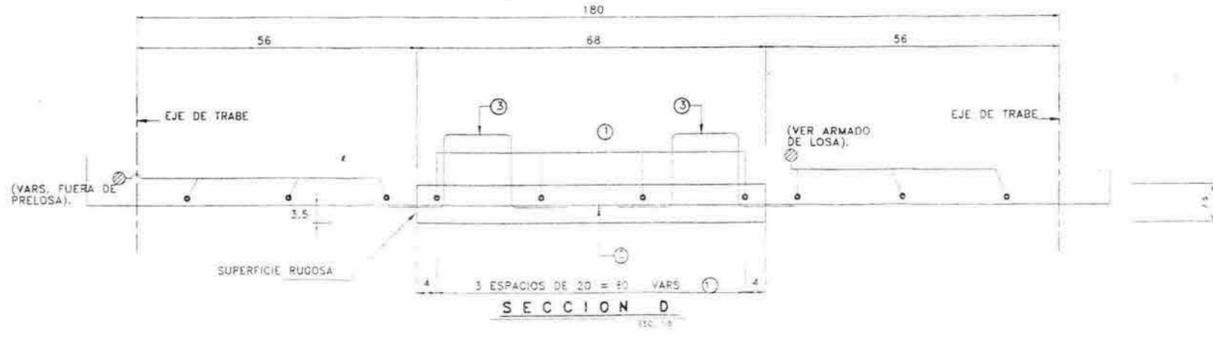
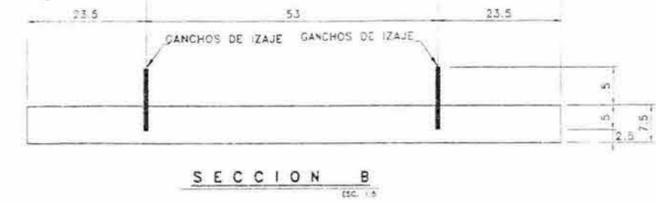
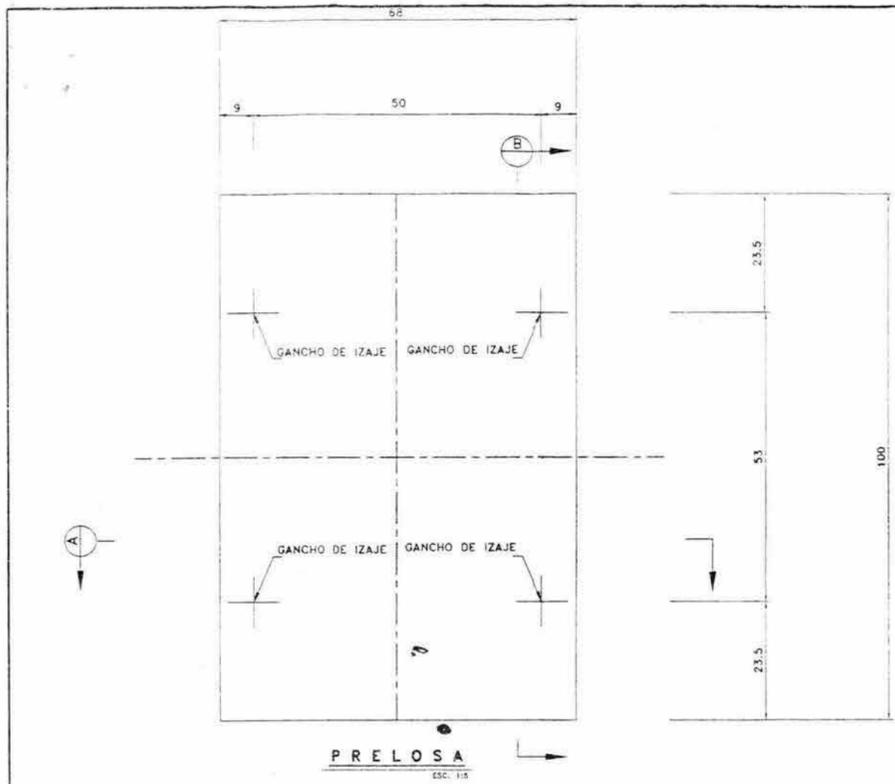
TRAMO: Uruapan - Nueva Italia SECCION: ENTRE CHAMICARIL, MICH.

EL JEFE DEL DEPARTAMENTO DE PUENTES: EL SUBDIRECTOR DE ESTRUCTURAS EL DIRECTOR DE PROYECTOS

MR. CARLOS H. NUÑEZ GARCIA MR. EDUARDO RUIZ GARCIA MR. RICARDO GARCIA RUIZ

MEXICO, D.F. DICIEMBRE, 1997 No. 9999 12/18





NOTAS

- 1.- NOTACIONES EN CENTIMETROS EXCEPTO INDICADAS EN OTRA UNIDAD.
 - 2.- RECUBRIMIENTO A PANO EXTERIOR DE VARS. = 2.5 CM. (LECHO INF.)
 - 3.- RECUBRIMIENTO A PANO EXTERIOR DE VARS. = 2.0 CM. (LECHO SUP.)
- ESPECIFICACIONES**
- 1.- LA ÚLTIMA EDICIÓN DE LAS ESPECIFICACIONES GENERALES DE CONSTRUCCIÓN DE LA S. C. T. EN PARTICULAR LA QUE CORRESPONDA A LOS SIGUIENTES CAPÍTULOS:
- CEMENTO S. C. T. 4.01.02.004. TIPO I
 - AGREGADOS S. C. T. 4.01.02.004
 - AGUA PARA CONCRETO S. C. T. 4.01.02.004
 - ACERO DE REFUERZO S. C. T. 4.01.02.005 TIPO A, B O C COMERCIAL DE GRADO SURO CON SE. 8. MODO AN/CH. CON ALARGAMIENTO MEDIO EN 20 CM DE 8. COMO MÍNIMO.
 - SOLDADURA S. C. T. 4.01.02.006

CONCRETO

- 1.- SE USARÁ CONCRETO F_{cm} 2500 Kg/cm² CUYA COMPACTACIÓN NO SERÁ MENOR DE 0.8 CON REVENIMIENTO DE 5 CM. TAMAÑO MÁXIMO DEL AGREGADO GRUESO DE 1.9 CM. SE VIGILARÁ AL COLADO Y EN CASO QUE EL CONTRATISTA REQUIERA USAR ALGUN TIPO DE ADITIVO PARA EL CONCRETO DEBERÁ JUSTIFICAR OPORTUNAMENTE LA CALIDAD Y OBTENCIÓN DE ESTOS PRODUCTOS PRESENTANDO A LA S. C. T. PRUEBAS SATISFATORIAS DE SU USO CON LOS AGREGADOS Y CEMENTO A UTILIZAR Y OBTENIENDO LA AUTORIZACIÓN ESPECIAL CORRESPONDIENTE.
- 2.- LA PLACACIÓN DEL ACERO DE REFUERZO SE HARÁ EN TAL FORMA QUE EL APUNDO NO SE DESPLAZE O DESALINEE DURANTE EL COLADO Y VIBRADO. EL RESIDENTE CUIDARÁ LAS MEDIDAS AL RESPECTO.
- 3.- LOS PREGOS UNIFORMES DEL ACERO DE REFUERZO DEBEN INCLUIR SILLITAS, BARRAS PARA APUNDO, ALAMBRE, TRASLAPES, ETC. DE ACUERDO A LAS ESPECIFICACIONES RESPECTIVAS.

JUNTA DE CONSTRUCCIÓN

- 1.- EL COLADO ENTRE JUNTAS DE CONSTRUCCIÓN DEBERÁ HACERSE EN UNA SOLA OPERACIÓN DEBiendo PREPARARSE DICHAS JUNTAS ANTES DEL SIGUIENTE COLADO COMO SE INDICA EN EL ÍNDICE DE LOS DISEÑOS DE LAS ESPECIFICACIONES DE LA S. C. T.

RECOMENDACIONES DE CONSTRUCCIÓN

- 1.- SE TENDRÁ ESPECIAL CUIDADO AL COLAR LA LOSA DE QUE EL CONCRETO NO CAIGA BRUSCAMENTE PARA EVITAR QUE EL AGREGADO GRUESO SE DISPERGUE Y SE DEPOSITAR EN EL FONDO DEL ÁREA SIN COLAR.
- 2.- NO SE DEBERÁ PERMITIR EL TRÁNSITO DE LOS VEHÍCULOS HASTA HABER ALCANZADO EL CONCRETO LA RESISTENCIA DE FUNDADO REQUERIDA.
- 3.- EN LOS EXTREMOS DE LA LOSA SOBRE LAS TRABES SERÁ NECESARIO COLOCAR UN GRUPO PARA GARANTIZAR EL CORRECTO APUNDO DE LAS VIGAS.

LISTA DE VARILLAS (POR PRELOSA)

VARILLAS	DIAM.	LONG.	CANT.	RES.	RES.	RES.	RES.	RES.	RES.
1	50	4	125	90	7.5	10	8		
2	50	7	218	200	8		24		
3	40	14	56	12	7	4	8		

RESUMEN DE MATERIALES (POR PRELOSA)

ACERO PARA REFUERZO DE f _y > 4200 Kg/cm ²	40	Kg
CONCRETO DE f'c = 250 Kg/cm ²	0.051	m ³

RESUMEN DE MATERIALES (UN CLARO DE 20 M.)

ACERO PARA REFUERZO DE f _y > 4200 Kg/cm ²	4320	Kg
CONCRETO DE f'c = 250 Kg/cm ²	5.51	m ³
CANTIDAD DE PRELOSAS	108	UN

RESUMEN DE MATERIALES (UN CLARO DE 30 M.)

ACERO PARA REFUERZO DE f _y > 4200 Kg/cm ²	6480	Kg
CONCRETO DE f'c = 250 Kg/cm ²	8.3	m ³
CANTIDAD DE PRELOSAS	162	UN

DETALLE DE REFUERZO

DIAM.	1	2	3	4	5
12	2	15	7	10	14
16	9	23	10	14	18
20	12	28	11	15	20
25	14	34	13	18	24
30	16	40	15	21	28
35	18	46	17	24	32
40	20	52	19	27	36
45	22	58	21	30	40
50	24	64	23	33	44

REV.	DESCRIPCIÓN	REALIZADO	FECHA
SECRETARÍA DE COMUNICACIONES Y TRANSPORTES	DIRECCIÓN GENERAL DE CARRETERAS FEDERALES		
"PUENTE BARRANCA EL LIMÓN"			
SUPERESTRUCTURA - LOSA PRECOLADA (PRELOSAS) 1/2			
CARRERA: MORELIA - LAZARO CARDENAS	KM. 56 + 330		
TRAMO: UPIAPAN - NUEVA ITALIA	ORDEN: ENTRENQUE DE INICIACIÓN		
EL JEFE DEL DEPARTAMENTO DE PLANTEO	EL SUBDIRECTOR DE PROYECTOS	EL DIRECTOR DE PROYECTO	
NO. OSCAR RUIZ MENDOZA, ING. EDUARDO VELAZCO SANTANA, ING. BILMARO CABRERA RUIZ			
MEXICO, D. F. FEBRERO 2000			
No. 9999.19/19			