



# UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO

---

---

FACULTAD DE INGENIERÍA

PROCESO CONSTRUCTIVO DEL  
VIADUCTO "BARRANCA CUATECOMATE"

**T E S I S**  
PARA OBTENER EL TÍTULO DE:  
**INGENIERO CIVIL**  
P R E S E N T A :  
**VICTOR MANUEL OCAMPO SAMANO**

MÉXICO, D.F.

MARZO 2004



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.



UNIVERSIDAD NACIONAL  
AUTÓNOMA DE  
MÉXICO

FACULTAD DE INGENIERIA  
DIRECCION  
FING/DCTG/SEAC/UTIT/108/03

Señor  
VICTOR MANUEL OCAMPO SAMANO  
Presente

En atención a su solicitud me es grato hacer de su conocimiento el tema que propuso el profesor ING. LUIS CANDELAS RAMIREZ, que aprobó esta Dirección, para que lo desarrolle usted como tesis de su examen profesional de INGENIERO CIVIL.

**"PROCESO CONSTRUCTIVO DEL VIADUCTO "BARRANCA CUATECOMATE"**

- INTRODUCCION
- I. SUBESTRUCTURA
- II. SUPERESTRUCTURA
- III. SISTEMA DE PREESFUERZO
- IV. DISPOSITIVOS MECANICOS PARA EL MONTAJE DE TRABES
- V. ELEMENTOS DE NEOPRENO
- VI. OBRAS COMPLEMENTARIAS
- VII. PRESUPUESTACION Y VOLUMENES DE OBRA
- VII. CONCLUSIONES
- BIBLIOGRAFIA

Ruego a usted cumplir con la disposición de la Dirección General de la Administración Escolar en el sentido de que se imprima en lugar visible de cada ejemplar de la tesis el Título de ésta.

Asimismo le recuerdo que la Ley de Profesiones estipula que deberá prestar servicio social durante un tiempo mínimo de seis meses como requisito para sustentar Examen Profesional.

Atentamente  
"POR MI RAZA HABLARÁ EL ESPÍRITU"

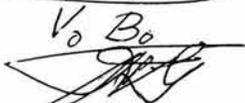
Cd. Universitaria a 15 de Octubre de 2003.  
EL DIRECTOR

  
M.C. GERARDO FERRANDO BRAVO  
GFB/AJP/crc.

  
09-02-04

  
20/02/04

  
9 DE FEBRERO/04

V.O. B.O.  
  
ING FRANCISCO TELLEZ G.  
16/02/04

V.O. B.O.  


## ***AGRADECIMIENTOS.***

### ***DIOS:***

Te doy gracias, porque en los momentos  
difíciles y oscuros de mi vida, contigo vi la claridad  
y una mano de apoyo que me seguirá toda la vida.

### ***A MIS PADRES:***

***Prof. Adolfo Ocampo Huicochea.***

Agradezco infinitamente, tu apoyo incondicional,  
ya que gracias a tu paciencia y honestidad,  
he logrado una meta más en la vida, ya que en momentos turbios en ti  
encontré la calma. GRACIAS PAPA.

***Sra. Elvira Sámano Ramírez.***

Te doy las gracias por haberme criado y hecho un hombre de bien, ya que  
cuando me sentí solo, en ti encontré cariño y buenos consejos.  
GRACIAS MAMA.

***Ing. Maribel Flores Loza.***

Por tu paciencia y compañía, durante tantos años,  
ya que gracias a ti, seguiré adelante en la vida,  
GRACIAS MI AMOR T.Q.M.

***Ing. Jesús Sámano Ramírez.***

Agradezco el apoyo que siempre me has ofrecido,  
por que cuando tome el camino equivocado, tú me  
guiaste por el camino del bien.  
GRACIAS TIO.

## ***A MIS AMIGOS.***

***Lic. Carlos Rodríguez Hernández***

Por la amistad y el apoyo que me demostraste todo este tiempo.  
GRACIAS AMIGO.

***Ing. Antonio Galindo Castro.***

***Ing. José Antonio Torres Díaz.***

***Ing. Rodrigo Herrera Martínez.***

Y todos mis demás amigos, por su apoyo y amistad incondicional.

***A LA UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO.***

Mi alma mater, agradezco la oportunidad que me brindó, al elegirme para ser parte de ella.

***A LA FACULTAD DE INGENIERIA.***

Por la formación que me brindó durante tantos años y a todos mis maestros que cooperaron con esta formación y en especial al ***Ing. Luis Candelas Ramírez***, por los consejos que me dio y por la ayuda que me brindó para desarrollar mi tema de tesis. GRACIAS.

**DAME DIOS MIO  
MIRADA VIGILANTE  
Y MANO FIRME  
PARA PODER LLEGAR  
A MI DESTINO  
SIN CAUSAR  
DAÑO A NADIE.**

**PROCESO CONSTRUCTIVO DEL VIADUCTO  
“BARRANCA CUATECOMATE”**

**PROCESO CONSTRUCTIVO DEL VIADUCTO  
"BARRANCA CUATECOMATE"**

**INTRODUCCIÓN**

**I. SUBESTRUCTURA**

- I.1 Generalidades
- I.2 Zapatas ( Criterios de diseño)
  - I.2.1 Zapatas en el eje 2 y 3
- I.3 Pilas ( Criterios de diseño)
  - I.4 Pilas en el eje 2 y 3
    - I.4.1 Caballetes en el eje 1
    - I.4.2 Caballetes en el eje 4

**II. SUPERESTRUCTURA**

- II.1 Generalidades
- II.2 Concreto Reforzado
- II.3 Concreto Postensado
- II.4 Concreto Pretensado
  - II.4.1 Trabes A.A.S.H.T.O. tipo VI modificada, tramos 1-2, 2-3, y 3-4.

**III. SISTEMA DE PREESFUERZO**

- III.1 Generalidades
- III.2 Sistema de Preesfuerzo
- III.3 Cables y Gatos Preesfuerzo

**IV. DISPOSITIVOS MECÁNICOS PARA EL MONTAJE DE TRABES**

- IV.1 Generalidades
- IV.2 Tachuza
- IV.3 Funcionamiento de la Tachuza
- IV.4 Cinemática de montaje de Trabes

**V. ELEMENTOS DE NEOPRENO**

- V.1 Generalidades
- V.2 Elementos de Neopreno

## ***VI. OBRAS COMPLEMENTARIAS***

- VI.1 Diafragmas
- VI.2 Losa de Compresión
- VI.3 Juntas de Dilatación
- VI.4 Guarnición
- VI.5 Parapeto
- VI.6 Losa de acceso
- VI.7 Zampeado de los conos de derrame
- VI.8 Colocación de la carpeta asfáltica

## ***VII. PRESUPUESTACION***

- VII.1 Cuantificación
- VII.2 Análisis de precios unitarios
- VII.3 Programa de Obra
- VII.4 Relación de Maquinaria

## ***VIII. CONCLUSIONES***

### ***BIBLIOGRAFÍA***

## INTRODUCCIÓN.

En el devenir histórico de la humanidad, los puentes resultan una expresión universal de civilización y cultura, nuestro país, en este renglón, hereda una tradición que data de la colonia.

Paulatinamente dentro de la vida nacional, la capacitación constante de ingenieros mexicanos en materia de planeación, diseño y construcción de vías terrestres, conlleva a la perfección de una tecnología moderna aplicada a la solución de puentes.

Los puentes es una herramienta que facilita la comunicación y su solución arquitectónica debe cumplir con el propósito de una obra útil y estética. Ya que el concebir un puente es aceptar la utilidad que representa para el progreso de una región, a la vez que genera la forma más bella integrándolo al ambiente y al paisaje.

El puente es una estructura que puede ser de madera, piedra, ladrillo, concreto simple, concreto armado o acero estructural que se utiliza para que una vía de comunicación pueda salvar un río, depresión del terreno u otra vía de comunicación.

Los puentes dicho propiamente son estructuras de mas de 6 metros de longitud , y sus partes son las siguientes:

La infraestructura que puede estar construida de pedestales de mampostería o concreto, pilotes, cilindros de fricción, etc.. La subestructura, que esta integrada por caballetes o estribos, pilas torres metálicas y finalmente la superestructura, que puede estar formada de diferentes maneras o materiales como por ejemplo: Piso de madera sobre superficie de madera, losas de concreto armado sobre traveses de acero estructural, losas de concreto armado con nervaduras de acero, arcos metálicos, traveses de concreto armado, etc..

El objetivo principal de este trabajo escrito que se desarrolla a continuación al igual que otros anteriores, es la de dejar la constancia de la capacidad de los ingenieros mexicanos en la construcción de puentes.

GENERALIDADES.

La autopista Atlixco-San Marcos Acteopan no debe examinarse desde el punto de vista limitado de un camino con un punto de inicio y un final, sino como una pequeña parte de una red de comunicación de alta velocidad y gran capacidad, esta red no esta completa en este momento pero lo más probable es que quede terminado poco después de la construcción de esta vía.

La red a la que nos referimos es la red nacional de autopistas (mapa 01), pero más correctamente es el complejo vial que rodea a la ciudad de México y que se hacen necesario por el gran costo social que representa el cruzarla cuando el destino del viaje no es esta ciudad.

Por las grandes dimensiones que presenta en la actualidad el D. F. Esta red carretera tiene como finalidad alojarse en los estados circunvecinos, que son:

- \*Estado de México
- \*Hidalgo
- \*Morelos
- \*Puebla
- \*Tlaxcala

y su circunferencia tiene una longitud de la ciudad de México entre 80 y 120 Kilómetros, diluida su influencia todavía, llegará a estados mas alejados como los son Guerrero, Oaxaca, Veracruz, Morelos y Querétaro.

Actualmente el Distrito Federal se ha convertido no solo en el mayor consumidor de los productos del campo y de los de manufactura, sino además, en un programa de almacenamiento intermedio entre zonas de producción y zonas de consumo, alejados entre si con la ciudad de México como parte aguas de esta red. En efecto, en las bodegas de la Central de Abastos y en la Merced, no es raro ver camiones del bajío como Guanajuato, Querétaro, Irapuato comprando productos agrícolas del sureste y viceversa, ya que como se sabe esto lo a causado desde la época de los Aztecas, ya que prácticamente era el paso obligado para conectar el sur con el norte de lo que hoy en día es la republica mexicana, por lo que se concluye que la construcción del complejo vial, del cual forma parte esta autopista, debe considerarse de interés nacional.

El desarrollo socioeconómico del estado de Puebla como acontece nacional y mundialmente en la época actual, tiene como destacado elemento de sustento la infraestructura del transporte, en lo particular, su red carretera.

Dentro de este plan se contempla la construcción de 329 Kilómetros de autopistas de altas especificaciones.

En este sentido, se prevé, se atraigan importantes inversiones, que a su vez generan empleos y contribuyan fuertemente al desarrollo estatal. Es importante destacar que la ruta de la autopista comprende los municipios de Atlixco, Atzitzihuacan y Acteopan y surge

ante la necesidad de ampliar la red carretera existente y ofrecer a los conductores alternativas de comunicación regional con un alto nivel de servicio, logrando con ello reducir los tiempos de recorrido y se vean reflejados en los costos.

### **OBJETIVO GENERAL.**

Derivado de la insuficiencia de carreteras interestatales, que concluye con serios problemas de comunicación, se presenta como proyecto indispensable la ejecución de la autopista Atlixco-San Marcos Acteopan, de 43.5 Kilómetros de longitud, en estado de Puebla con 4 carriles, en 2 cuerpos separados por camellón natural, con referencia en las especificaciones de la S. C. T., relativa a caminos tipo A4S y velocidades de proyecto de 120 Km/h, y que será continuación de la autopista estatal de cuota Puebla-Atlixco.

Dada la situación económica y social por la que atraviesa el país, y por ende el estado de Puebla, surge la necesidad de la creación de empleos y la reactivación económica de los municipios y la entidad, así como el mejoramiento de los niveles de bienestar de la población y modernización del estado.

Ante esto el gobierno del estado, cree necesaria la construcción de la autopista, la cual, además del desarrollo económico-social que coadyuvara a la rehabilitación económica, brindara a los municipios la oportunidad de revitalizar su actividad en la explotación de sus recursos naturales, ayudando en el acercamiento con la comunicación que es demandada hoy en día, así como la integración firme y decidida de los municipios de los estados, incluyendo aquellas localidades que durante años estuvieron frenadas del desarrollo social.

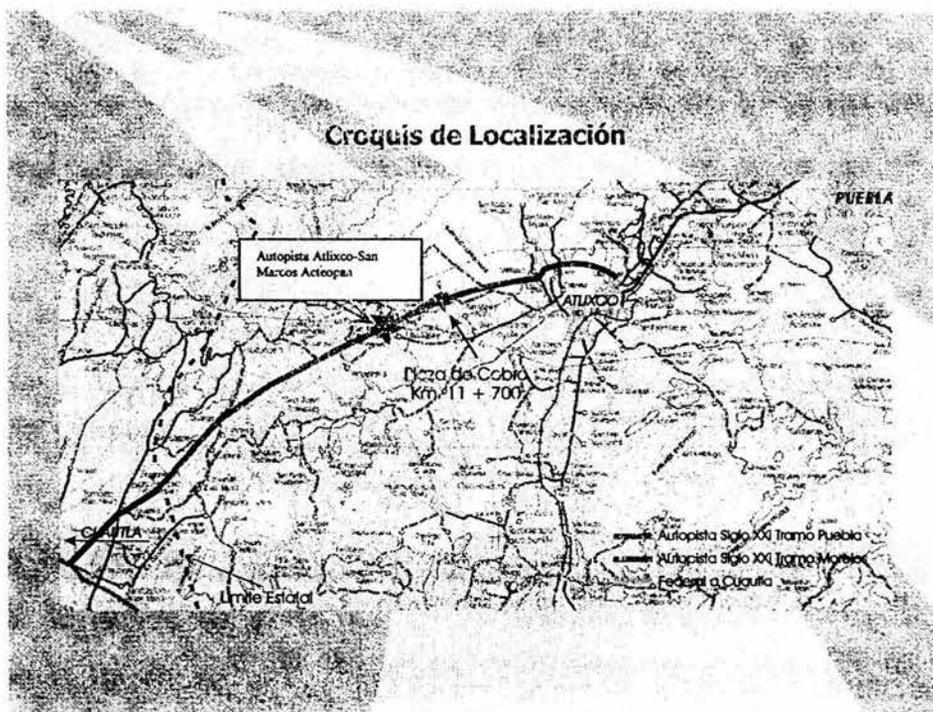


**OBJETIVO PARTICULAR.**

A lo largo del trazo (mapa 02) se encontraron con caminos vecinales y depresiones topográficas lo cual se dio la necesidad de construir P.S.V., P.I.V y viaductos entre los que destaca el viaducto "BARRANCA CUATECOMATE" el cual que se localiza en el cadenamamiento 3+922.44 al 4+021.44

La construcción de este puente surge de la necesidad de librar una depresión del terreno denominada Barranca Cuatecomate, para así poder continuar con la construcción de la autopista Atlixco-San Marcos Acteopan, con un claro de 99 metros y con 51.025 metros de altura.

Con la construcción de este viaducto se deja en claro la capacidad técnica de los ingenieros mexicanos en el área de construcción de estructuras como son los puentes.

**TRAZO:**

El trazo de la autopista se puede identificar como se muestra en lo siguiente:

**PRIMER TRAMO:** De 10 kilómetros de longitud, esta comprendido entre los poblados de Atlixco y Metepec, sobre terreno que va de plano a lomerío semi abrupto. Cruza por un puente sobre la barranca Metepec, la cual se ubica entre el Cerro del Charro y el del Peñón.

**SEGUNDO TRAMO:** De 17 kilómetros aproximadamente, esta comprendido entre las poblaciones de Metepec y San Lucas Tulcingo y Santiago Atzizihuacan.

**TERCER TRAMO:** De cinco kilómetros de longitud, el trazo pasa entre los cerros Chiltepehuetle y Huexoyo, sobre terreno de lomeríos suave.

**CUARTO TRAMO:** De 4 kilómetros comprendido entre las poblaciones de San Mateo Cuatepec y San Juan Amecac, sobre terreno de lomerío suave.

**QUINTO TRAMO:** Con una longitud aproximada de 7.5 Km, este tramo esta comprendido entre la población de San Juan Amecac, Barranca las Ventanas, Barran Santos y Barranca Cuatecomate, en este tramo cruzan 3 puentes sobre las barrancas.

Durante el desarrollo del trazo considerado se tiene que librar caminos existentes y accidentes topográficos que requieren aproximadamente de treinta y dos estructuras principales, de las cuales se estiman que 25 son de menos de 42 metros del claro y 7 son cruces largos en barrancas.

### **LOCALIZACIÓN DE LA OBRA.**

El puente sobre el que nos referimos en esta tesis esta localizada en el quinto tramo a la altura del Km 42.224 del trazo antes mencionado, y es uno de los más largos de los 7 viaductos que se tiene a lo largo del camino.

Entre la población San Juan Amecac y San Marcos Acteopan, sobre terreno abrupto, se desplantara el puente Viaducto "BARRANCA-CUATECOMATE", este es un puente con una longitud total de 99 metros y una altura de 51.025 metros, desde la base de la zapata hasta la razante del camino.

Esta vía permitirá, en primer lugar, conectar en forma eficiente a los litorales del golfo y del pacífico, ya que actualmente se encuentran en operación las autopistas Veracruz-Puebla y Puebla-Atlixco, con los 43.5 kilómetros propuestos del tramo Atlixco-San Marcos Acteopan, se logrará continuar con una carretera de cuota para llegar a la autopista del Sol:

Cuernavaca-Acapulco; Logrando así un ahorro considerable en tiempos y costos, además de no tener que pasar por el área metropolitana de la ciudad de México.

Esta vía lograra incrementar sensiblemente la seguridad vial y la integridad personal de los usuarios, que actualmente circulan por la carretera federal.

## **PROPUESTA TÉCNICA-ECONOMICA DE CONCEMEX, S.A. DE C.V.**

La autopista propuesta es de tipo A4S, conforme especificaciones de la S.C.T., lo que permite aseverar el cumplimiento del factor multiatributo que conlleva al menor costo al usuario, su seguridad y comodidad proporcionada por el diseño geométrico-estructural requerido con radios de curvatura, pendientes, anchos de carril, zonas de estacionamiento de emergencias.

Previo acuerdo con el Gobierno del Estado de Puebla, la autopista en cuestión se construirá en dos etapas, incluyendo cada una de la realización de un cuerpo de los dos que constituyen el proyecto, contando al termino de la segunda etapa con una sección transversal compuesta por dos cuerpos alojados en cada uno de los dos carriles, con una corona de 12 metros y acotamientos laterales de 2.50 metros del cuerpo de la primera etapa y corona de 10.50 metros y acotamientos de 1.75 metros en la segunda etapa. Ambos cuerpos estarán separados por una sección de terreno que es variable ya que depende de las condiciones topográficas del lugar.

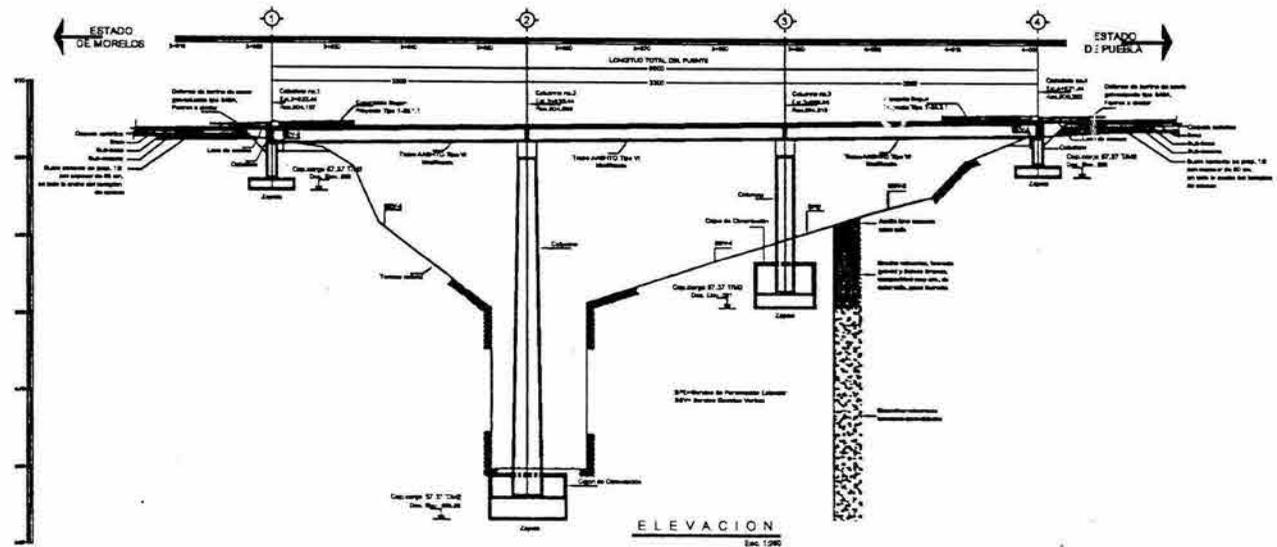
Los acotamientos con dimensiones apropiadas tanto como superficie de rodamiento en despistes, como paradas de emergencia, entronques y retornos a desnivel, propios de una vía de accesos controlados, zonas de encauce ( aceleración y desaceleración), puentes y drenaje apropiado a la vía y el terreno, estructura del pavimento en relación a carga y velocidades máximas según el reglamento actual. Se ha seleccionado como cuerpo para la primera etapa el del lado derecho en el sentido del camino, como especificaciones de dos carriles con transito en sentidos opuestos.

### **LONGITUD.**

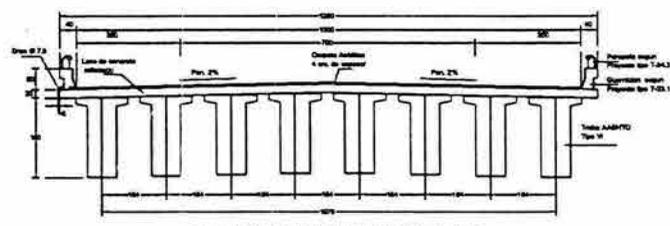
La autopista consta de 43.5 kilómetros dentro del territorio poblano, con cuatro carriles en dos cuerpos separados por camellón natural y ancho de corona de 12 metros en la primera etapa es de 10.50 metros en la segunda.

### **TIEMPO DE RECORRIDO.**

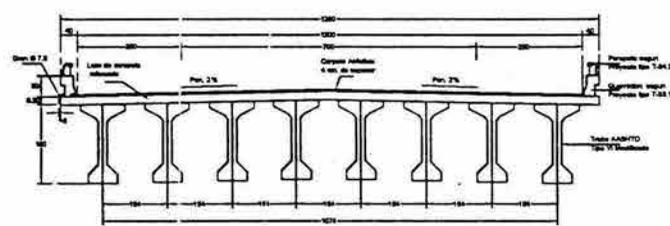
La velocidad de proyecto es de 120 Km/h. En terreno plano o lomerío suave y de 80 Km/h. En montaña, con pendientes máximas del 6 % y el alineamiento horizontal no permite curvas con radio menor a 200 metros, considerándose un tiempo de recorrido de aproximadamente de 25 minutos.



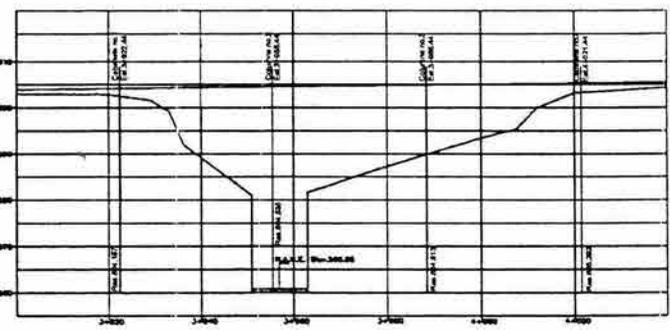
ELEVACION Esc. 1:200



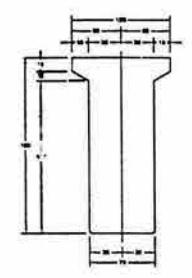
SECCION TRANSVERSAL EN EXTREMOS Esc. 1:50



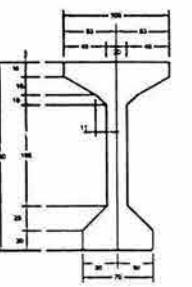
SECCION TRANSVERSAL AL CENTRO DE CLAROS Esc. 1:50



CRQUEIS DE RASANTE Esc. 1:500



SECCION TRANSVERSAL EN EXTREMOS DE TRABE AASHTO TIPO VI MODIFICADA Esc. 1:50



SECCION TRANSVERSAL AL CENTRO DE TRABE AASHTO TIPO VI MODIFICADA Esc. 1:50

Notas

Observaciones:  
 1. Se detallaron en sentencias cuando donde se indica que el material es de tipo...  
 2. Se detallaron en sentencias cuando donde se indica que el material es de tipo...  
 3. Se detallaron en sentencias cuando donde se indica que el material es de tipo...  
 4. Se detallaron en sentencias cuando donde se indica que el material es de tipo...  
 5. Se detallaron en sentencias cuando donde se indica que el material es de tipo...  
 6. Se detallaron en sentencias cuando donde se indica que el material es de tipo...  
 7. Se detallaron en sentencias cuando donde se indica que el material es de tipo...  
 8. Se detallaron en sentencias cuando donde se indica que el material es de tipo...  
 9. Se detallaron en sentencias cuando donde se indica que el material es de tipo...  
 10. Se detallaron en sentencias cuando donde se indica que el material es de tipo...  
 11. Se detallaron en sentencias cuando donde se indica que el material es de tipo...  
 12. Se detallaron en sentencias cuando donde se indica que el material es de tipo...  
 13. Se detallaron en sentencias cuando donde se indica que el material es de tipo...  
 14. Se detallaron en sentencias cuando donde se indica que el material es de tipo...  
 15. Se detallaron en sentencias cuando donde se indica que el material es de tipo...  
 16. Se detallaron en sentencias cuando donde se indica que el material es de tipo...  
 17. Se detallaron en sentencias cuando donde se indica que el material es de tipo...  
 18. Se detallaron en sentencias cuando donde se indica que el material es de tipo...  
 19. Se detallaron en sentencias cuando donde se indica que el material es de tipo...  
 20. Se detallaron en sentencias cuando donde se indica que el material es de tipo...  
 21. Se detallaron en sentencias cuando donde se indica que el material es de tipo...  
 22. Se detallaron en sentencias cuando donde se indica que el material es de tipo...  
 23. Se detallaron en sentencias cuando donde se indica que el material es de tipo...  
 24. Se detallaron en sentencias cuando donde se indica que el material es de tipo...  
 25. Se detallaron en sentencias cuando donde se indica que el material es de tipo...  
 26. Se detallaron en sentencias cuando donde se indica que el material es de tipo...  
 27. Se detallaron en sentencias cuando donde se indica que el material es de tipo...  
 28. Se detallaron en sentencias cuando donde se indica que el material es de tipo...  
 29. Se detallaron en sentencias cuando donde se indica que el material es de tipo...  
 30. Se detallaron en sentencias cuando donde se indica que el material es de tipo...  
 31. Se detallaron en sentencias cuando donde se indica que el material es de tipo...  
 32. Se detallaron en sentencias cuando donde se indica que el material es de tipo...  
 33. Se detallaron en sentencias cuando donde se indica que el material es de tipo...  
 34. Se detallaron en sentencias cuando donde se indica que el material es de tipo...  
 35. Se detallaron en sentencias cuando donde se indica que el material es de tipo...  
 36. Se detallaron en sentencias cuando donde se indica que el material es de tipo...  
 37. Se detallaron en sentencias cuando donde se indica que el material es de tipo...  
 38. Se detallaron en sentencias cuando donde se indica que el material es de tipo...  
 39. Se detallaron en sentencias cuando donde se indica que el material es de tipo...  
 40. Se detallaron en sentencias cuando donde se indica que el material es de tipo...  
 41. Se detallaron en sentencias cuando donde se indica que el material es de tipo...  
 42. Se detallaron en sentencias cuando donde se indica que el material es de tipo...  
 43. Se detallaron en sentencias cuando donde se indica que el material es de tipo...  
 44. Se detallaron en sentencias cuando donde se indica que el material es de tipo...  
 45. Se detallaron en sentencias cuando donde se indica que el material es de tipo...  
 46. Se detallaron en sentencias cuando donde se indica que el material es de tipo...  
 47. Se detallaron en sentencias cuando donde se indica que el material es de tipo...  
 48. Se detallaron en sentencias cuando donde se indica que el material es de tipo...  
 49. Se detallaron en sentencias cuando donde se indica que el material es de tipo...  
 50. Se detallaron en sentencias cuando donde se indica que el material es de tipo...  
 51. Se detallaron en sentencias cuando donde se indica que el material es de tipo...  
 52. Se detallaron en sentencias cuando donde se indica que el material es de tipo...  
 53. Se detallaron en sentencias cuando donde se indica que el material es de tipo...  
 54. Se detallaron en sentencias cuando donde se indica que el material es de tipo...  
 55. Se detallaron en sentencias cuando donde se indica que el material es de tipo...  
 56. Se detallaron en sentencias cuando donde se indica que el material es de tipo...  
 57. Se detallaron en sentencias cuando donde se indica que el material es de tipo...  
 58. Se detallaron en sentencias cuando donde se indica que el material es de tipo...  
 59. Se detallaron en sentencias cuando donde se indica que el material es de tipo...  
 60. Se detallaron en sentencias cuando donde se indica que el material es de tipo...  
 61. Se detallaron en sentencias cuando donde se indica que el material es de tipo...  
 62. Se detallaron en sentencias cuando donde se indica que el material es de tipo...  
 63. Se detallaron en sentencias cuando donde se indica que el material es de tipo...  
 64. Se detallaron en sentencias cuando donde se indica que el material es de tipo...  
 65. Se detallaron en sentencias cuando donde se indica que el material es de tipo...  
 66. Se detallaron en sentencias cuando donde se indica que el material es de tipo...  
 67. Se detallaron en sentencias cuando donde se indica que el material es de tipo...  
 68. Se detallaron en sentencias cuando donde se indica que el material es de tipo...  
 69. Se detallaron en sentencias cuando donde se indica que el material es de tipo...  
 70. Se detallaron en sentencias cuando donde se indica que el material es de tipo...  
 71. Se detallaron en sentencias cuando donde se indica que el material es de tipo...  
 72. Se detallaron en sentencias cuando donde se indica que el material es de tipo...  
 73. Se detallaron en sentencias cuando donde se indica que el material es de tipo...  
 74. Se detallaron en sentencias cuando donde se indica que el material es de tipo...  
 75. Se detallaron en sentencias cuando donde se indica que el material es de tipo...  
 76. Se detallaron en sentencias cuando donde se indica que el material es de tipo...  
 77. Se detallaron en sentencias cuando donde se indica que el material es de tipo...  
 78. Se detallaron en sentencias cuando donde se indica que el material es de tipo...  
 79. Se detallaron en sentencias cuando donde se indica que el material es de tipo...  
 80. Se detallaron en sentencias cuando donde se indica que el material es de tipo...  
 81. Se detallaron en sentencias cuando donde se indica que el material es de tipo...  
 82. Se detallaron en sentencias cuando donde se indica que el material es de tipo...  
 83. Se detallaron en sentencias cuando donde se indica que el material es de tipo...  
 84. Se detallaron en sentencias cuando donde se indica que el material es de tipo...  
 85. Se detallaron en sentencias cuando donde se indica que el material es de tipo...  
 86. Se detallaron en sentencias cuando donde se indica que el material es de tipo...  
 87. Se detallaron en sentencias cuando donde se indica que el material es de tipo...  
 88. Se detallaron en sentencias cuando donde se indica que el material es de tipo...  
 89. Se detallaron en sentencias cuando donde se indica que el material es de tipo...  
 90. Se detallaron en sentencias cuando donde se indica que el material es de tipo...  
 91. Se detallaron en sentencias cuando donde se indica que el material es de tipo...  
 92. Se detallaron en sentencias cuando donde se indica que el material es de tipo...  
 93. Se detallaron en sentencias cuando donde se indica que el material es de tipo...  
 94. Se detallaron en sentencias cuando donde se indica que el material es de tipo...  
 95. Se detallaron en sentencias cuando donde se indica que el material es de tipo...  
 96. Se detallaron en sentencias cuando donde se indica que el material es de tipo...  
 97. Se detallaron en sentencias cuando donde se indica que el material es de tipo...  
 98. Se detallaron en sentencias cuando donde se indica que el material es de tipo...  
 99. Se detallaron en sentencias cuando donde se indica que el material es de tipo...  
 100. Se detallaron en sentencias cuando donde se indica que el material es de tipo...

Las elevaciones consideradas de este proyecto son básicas, por lo que se deberá verificar la igualdad de elevaciones de este proyecto con las elevaciones del proyecto del camino, esta verificación deberá realizarse conjuntamente con el supervisor o residente de la SECCC para su aprobación.

MATERIALES	
PARAFETO SEGUN PROYECTO No.	T-643.1 TPO
Longitud total	180 m.
Concreto de Fm-250 kg/cm <sup>2</sup>	1,500 m <sup>3</sup>
Acero de refuerzo de Fm-4200 kg/cm <sup>2</sup>	388 kg
Acero A-36 en placas	1940 kg
Placas de 2.54 cm. de espesor con juntas	388 kg
Tubo de acero galvanizado de 7.6 cm. de diámetro C-40	2170 kg
Tubo de acero galvanizado de 8.9 cm. de diámetro C-40	85 kg
GRANDECH TIPO 2 SEGUN PROYECTO No.	T-643.1
Longitud total	180 m.
Acero de refuerzo de Fm-4200 kg/cm <sup>2</sup>	275 kg
Concreto de Fm-250 kg/cm <sup>2</sup>	27 m <sup>3</sup>
SUPERESTRUCTURA	
Acero de refuerzo de Fm-4200 kg/cm <sup>2</sup>	14,791 kg
Concreto de Fm-250 kg/cm <sup>2</sup> en bases y diafragmas	364,20 m <sup>3</sup>
Concreto de Fm-250 kg/cm <sup>2</sup> en travesaños	556,20 m <sup>3</sup>
Travesaños de 1.37 m de diámetro, 3 metros de altura de 16,000 kg/cm <sup>2</sup>	38915 kg
Cable tipo senoidal gal. 6.37 metros de altura 1.80 dia.	1,028 kg
APDOYAS (Transmisores-estructurales)	842 kg
Juntas de dilatación tipo 40-40	53,56 kg
Drives de plástico de 7.6 cm. de diám. long. 48 cm. tipo 40-40 D	80 kg
Drives de concreto sólido tipo 40-40	47,82 kg
Juntas de cartón sulfato tipo 1A de 2 cm. de espesor	1 kg
ACCESORIOS	
Desperdicio en acero	247 m <sup>3</sup>
Terrapleno de acceso al 8% en suavizado en pista 1.8	400 m <sup>3</sup>
Terrapleno compactado al 90%	1,203 m <sup>3</sup>
Sub-base y base compactada al 100%	211 m <sup>3</sup>
Drives de concreto sólido compactado al 100%	79 m <sup>3</sup>
Lanzamiento de empalmes	86 m <sup>3</sup>
Barridos de 18 cm. con concreto Fm-160 kg/cm <sup>2</sup>	122 m <sup>3</sup>
Colores metálicos de base galvanizada tipo	122 kg
Concreto de Fm-250 kg/cm <sup>2</sup> en bases de apoyo	29 m <sup>3</sup>
Acero de refuerzo de Fm-4200 kg/cm <sup>2</sup>	2,000 kg
Lanzamiento de concreto Fm-250 kg/cm <sup>2</sup>	7 m <sup>3</sup>
Cable en terreno tipo II	17,256 m <sup>3</sup>
SUBESTRUCTURA	
Excavación en terreno tipo II	3,678 m <sup>3</sup>
Concreto de Fm-100 kg/cm <sup>2</sup> en paredes	44,81 m <sup>3</sup>
Concreto de Fm-250 kg/cm <sup>2</sup> en zapatas y sustentados	1,280 m <sup>3</sup>
Concreto de Fm-250 kg/cm <sup>2</sup> en columnas	797 m <sup>3</sup>
Concreto de Fm-250 kg/cm <sup>2</sup> en columnas, bases y diafragmas	228 m <sup>3</sup>
Acero de refuerzo de Fm-4200 kg/cm <sup>2</sup>	347,794 kg
Refuerzo en concreto	747 m <sup>3</sup>
Cable en terreno tipo II	6,728 m <sup>3</sup>

GOBIERNO DEL ESTADO DE PUEBLA  
 LIC. MELQUIADES MOYALES FLORES  
 SECRETARÍA DE OBRAS PÚBLICAS

SISTEMA ESTATAL OPERADOR DE CARRETERAS DE CUOTA  
 LIC. MOTOR BRINDO MAYA TEMELTZIN  
 INGENIERO EN CARRETERAS  
 ING. LUCIANO TAPIA GARCIA  
 INGENIERO EN CARRETERAS  
 ING. ALVARADO ALONSO HINOJOSA  
 INGENIERO EN CARRETERAS

LOCALIZACIÓN

LISTA DE PLANOS

No.	PLANO	ESCALA
1	PLANO GENERAL	1:500
2	SECCION TRANSVERSAL EN EXTREMOS	1:50
3	SECCION TRANSVERSAL AL CENTRO DE CLAROS	1:50
4	SECCION TRANSVERSAL EN EXTREMOS DE TRABE AASHTO TIPO VI MODIFICADA	1:50
5	SECCION TRANSVERSAL AL CENTRO DE TRABE AASHTO TIPO VI MODIFICADA	1:50
6	CRQUEIS DE RASANTE	1:500
7	ELEVACION	1:200
8	PLANTA	1:200

PROYECTO CONSTRUCTIVO DE INFRAESTRUCTURAS MAYORES DE LA CARRETERA FEDERAL EN EL ESTADO DE PUEBLA

PROYECTO: PUENTE CAD. 3-422.44 AL. 4+021.44

PLANO GENERAL 01

PLANO GENERAL 01.

## **CAPITULO I**

### **SUBESTRUCTURA**

**1.1.- GENERALIDADES.**

Los puentes, propiamente dichos, son estructuras de más de seis metros de largo. La estructura de un puente esta formada por la superestructura y la infraestructura.

**SUBESTRUCTURA.**

La subestructura de un puente es aquella parte de la estructura que recibe la carga de la superestructura y las cargas que el transito vehicular produce, la subestructura puede ser de caballetes de madera, caballetes de concreto armado, pilas y estribos de concreto ciclópeo o simple y pilas y estribos de concreto armado, etc. En este caso la subestructura esta formada por dos columnas de concreto armado con alturas de 23.913 y 51.035 m. En los ejes 2 y 3, respectivamente y 2 caballetes de concreto armado en los ejes 1 y 4 con alturas de 7.292 y 8.157 m.

**1.2.- ZAPATAS.**

La zapata es la parte de la subestructura que se encarga de transmitir las cargas que se generan en la estructura al terreno natural, de manera que no sobre pasen el esfuerzo admisible de este. La zapata es un elemento estructural, esta, es la parte subyacente de la estructura.

La zapata en el eje dos se encuentra apoyada en el talud de la barranca. La capacidad de carga admisible por la zapatas apoyadas en el talud, se determinó por medio de análisis limite, considerando mecanismos de falla compatibles con el perfil de suelos.

Es importante mencionar, que para la zapata en el apoyo ubicado en el cadenamiento km. 3+990, con desplante a 7.50 m. De profundidad, se determino una capacidad de carga admisible de 120 ton/m<sup>2</sup>; la profundidad de desplante y capacidades de carga anotadas serán consideradas si se cumple que la distancia horizontal, entre la arista exterior del cimiento y el talud, es como mínimo de 21 m. Fig. 1.2.1.

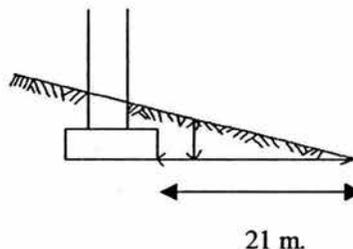


fig 1.2.1

### 1.2.1-ZAPATAS EN EL EJE 2 Y 3.

#### 1.2.1.A.- ZAPATAS EN EL EJE 3.

La construcción de la subestructura inicia con la excavación en terreno natural, el movimiento de tierras se realiza con la ayuda de una retroexcavadora 320B.

Se procede a colocar una plantilla de nivelación hecha con concreto simple con un espesor de 10 cm. Con un  $f'c = 100 \text{ kg/cm}^2$  según proyecto, sobre ésta se inicia el armado del acero de refuerzo.

Se tendrá especial cuidado en la limpieza de las varillas, para evitar que tengan óxido suelto antes de depositar el concreto. Los empalmes serán traslapados o soldados, y se localizan según convenga, procurando en lo posible que queden cuatrapiados.

Si se desea utilizar otro sistema de empalme, se consultara oportunamente a la residencia.

En esta zona la capacidad de carga fue mayor a la que iba a recibir del puente ya que se encuentra en una brecha volcánica, formada gravas y boleos limosos, compacidad muy alta, de color café, poco húmedo.

La sección de la zapata tiene una dimensión de 14.00 m x 8.00 m. Y con una altura de 2.00 m. Figura 1.2.A.1.

#### ARMADO DEL ACERO DE REFUERZO.

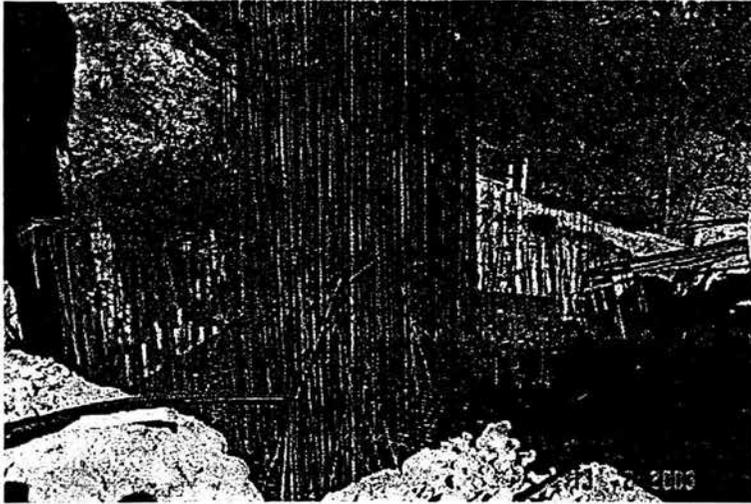
Una vez que la superficie del concreto simple ha fraguado, se procede a realizar el trazo de los ejes transversales y longitudinales para posteriormente comenzar con el armado del acero de refuerzo de todo el cuerpo de la zapata y colocando también, el acero longitudinal con el que se construirá la pila. El diámetro mínimo del acero de refuerzo empleado es de  $\frac{1}{2}''$  y  $1 \frac{1}{4}''$  este es colado en la parrilla inferior en sentido transversal y longitudinal; el diámetro del acero de la parrilla superior es de  $1''$ , todo el acero de el cuerpo de la zapata tiene un L. E.  $\geq 4000 \text{ kg/cm}^2$ .

El armado del acero y las dimensiones que debe tener cada elemento se realiza siguiendo los planos del proyecto.

El paso siguiente es cimbrar y troquelar el cuerpo de la zapata, cuidando de que en la cara inferior de la cimbra se coloque de forma adecuada los reventones, los cuales sirven para guiarnos en el limite de la zapata, la cimbra utilizada es la tradicional que es hecha a base de paneles de triplay, la cual se troquela con polines y barrotes.

Para proceder a colar es necesario que el residente de la obra envíe una solicitud de colado al personal de supervisión, en este se indicará la fecha, hora y elemento que se va a colar esto con la finalidad de que antes que se inicie el colado se verifique que el armado de refuerzo esta en forma adecuada y que la colocación de la cimbra esta bien nivelada y plomeada.

El recubrimiento exterior es de 8 cm de espesor, esto se logra colocando entre las paredes de la cimbra y el acero de refuerzo unos dados de concreto simple.

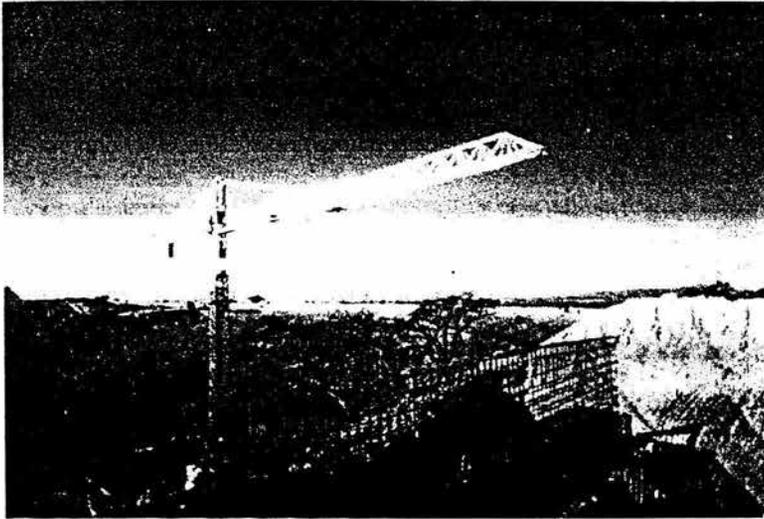


ARMADO DEL ACERO DE REFUERZO EN LA ZAPATA EN EL EJE TRES.



ARMADO DEL ACERO DE REFUERZO EN LA ZAPATA EN EL EJE TRES.

FIG. 1.2.A.1.



ARMADO DEL ACERO DE REFUERZO EN EL EJE TRES.



DETALLE DEL ARMADO DEL ACERO DE REFUERZO EN EL EJE TRES.

FIG. 1.2.A.1.

COLOCACIÓN DEL CONCRETO.

El concreto utilizado en obra se dosifica en planta y se mezcla y transporta en camiones revoladora con capacidad de 7 m<sup>3</sup> cada uno, la resistencia que marca el proyecto para el concreto es de  $f'c = 250 \text{ kg/cm}^2$ , con un agregado pétreo máximo de  $\frac{3}{4}$  ", el cemento utilizado es de tipo CPO 20R, la duración de este colado fue de 16 hrs.

La colocación del concreto se realizó en una forma la cual se realizo con una bomba para concreto y añadiéndole unos tubos de acero y cuidando que la altura fuera la indicada y que corresponde a 1.50 m, esto para evitar que exista segregación en el concreto.

El propocionamiento utilizado en obra para alcanzar la resistencia requerida es el siguiente, por metro cúbico:

CEMENTO	350 kg
GRAVA	850 kg
ARENA	870 kg.
AGUA	195 l.

Durante el colado se encuentran presentes el personal encargado de la obra, la supervisión , así como el personal del laboratorio de supervisión interna; esto con la finalidad de verificar que durante el colado la colocación se realice en forma adecuada, que el acomodo del material se haga bien, evitar en lo posible las juntas frías y sacar muestras del concreto para después verificar que cumpla con la resistencia marcada en el proyecto.

Una vez terminada la construcción de la zapata y teniendo el cuerpo de pila construido hasta una altura de 5.00 m aproximadamente, se procede a colocar sobre la zapata el cajón de cimentación con la finalidad de dar un mayor peso y estabilidad en la base de la pila para contrarrestar la falla por volteo.

Antes de colocar el concreto del cajón de cimentación se revisa que tanto la superficie de la zapata como la cimbra estén exentas de polvo o cualquier materia extraña y, sobre todo, que se encuentre húmedo, tal y como lo marcan las especificaciones de la secretaría.

El relleno de la excavación se realiza con el material producto de la misma y el procedimiento para el relleno es el siguiente, en capas de 20 cm se compacta al 90% con equipo de compactación ligero, así de esta manera se concluye la construcción de la zapata tres.

**RESUMEN DE MATERIALES**

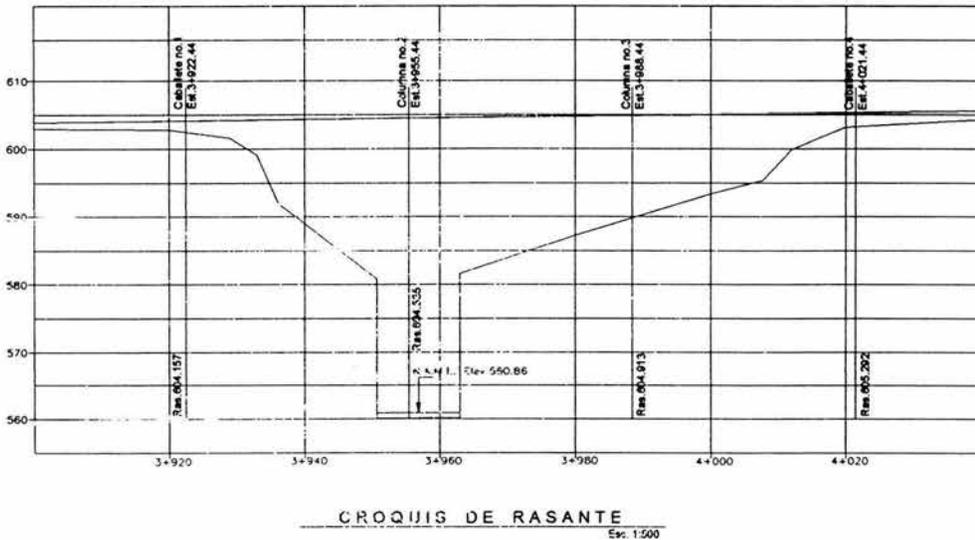
Acero de refuerzo Con L. E. $\geq 4000 \text{ kg/cm}^2$	20,955 kg.
Concreto con $f'c = 100 \text{ kg/cm}^2$	12 $\text{m}^3$
Concreto simple $f'c = 250 \text{ kg/cm}^2$	268.80 $\text{m}^3$
Excavaciones aproximadas	1008 $\text{m}^3$

1.2.1.B.- ZAPATA EN EJE 2

Esta zapata se desplanta en el fondo de la barranca a una profundidad de 51.035 m con respecto a la rasante del camino, sobre esta se construye la pila que soportara las traveses del claro numero uno y numero dos.

El estudio de mecánica de suelos indica que los materiales observados corresponden a un depósitos volcánicos arenosos consolidados dado que se trata de materiales muy resistentes con una capacidad de carga de  $q_a = 130 \text{ ton/m}^2$ , se juzga que la cimentación mas adecuada para la estructura será por medio de una zapata aislada.

Se realizan las excavaciones necesarias para alojar a la zapata, la excavación se hace con las paredes verticales, la maquinaria que se utilizo fueron tractores D8N y D9N y una retroexcavadora 320B, debido a que el suelo presento una clasificación 00-20-80 y la topografía de la barranca así lo requería, ya que no es común usar tractores de esta magnitud en este tipo de excavación pero debido a la topografía del terreno fue por lo que se usaron. Figura 1.2.B.1.



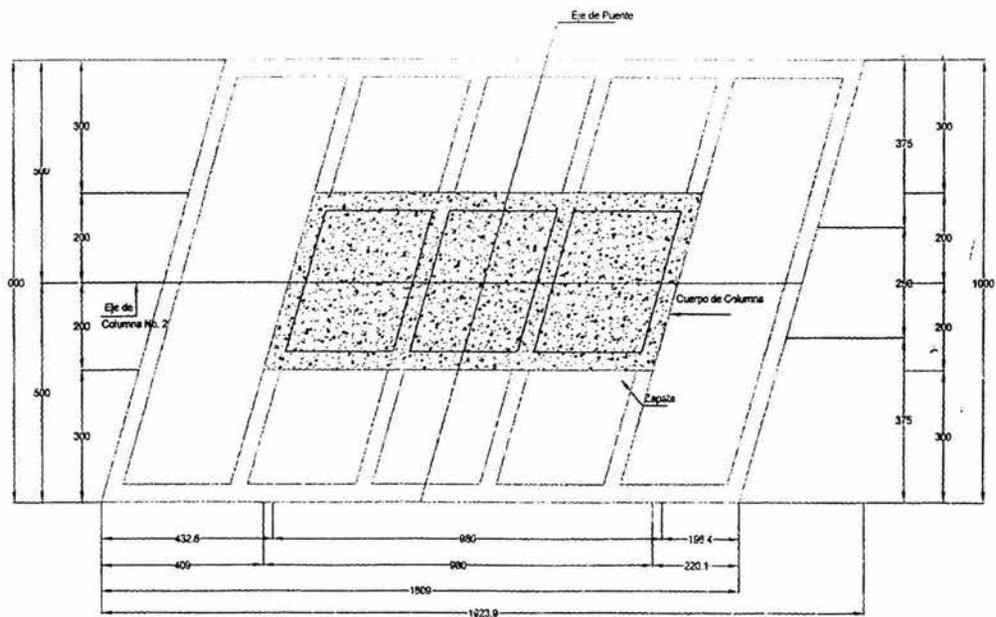
La sección de la zapata tiene 16.00m \* 10.00 m figura 1.2.B.1.

ARMADO DEL ACERO DE REFUERZO

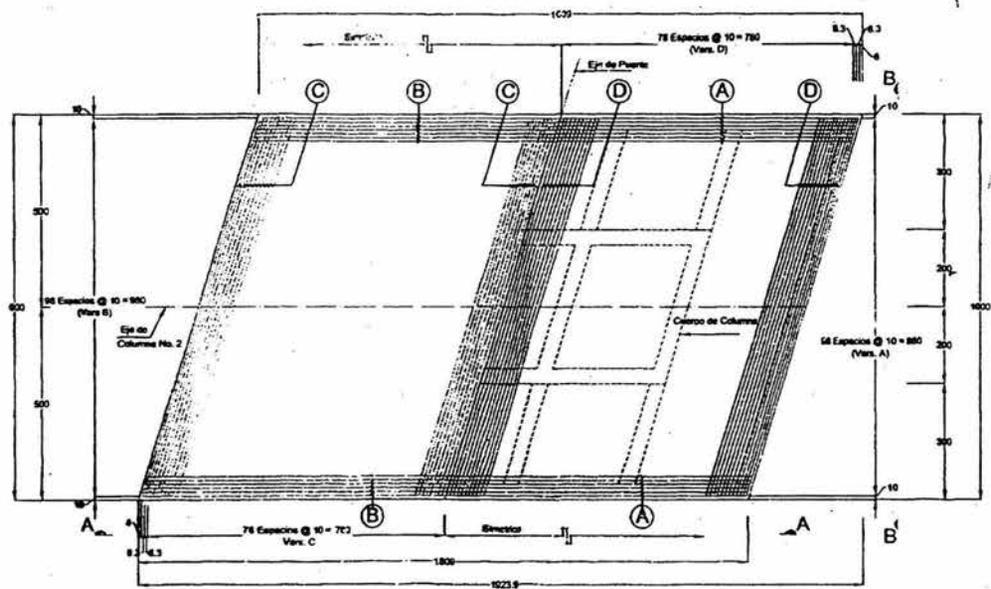
Teniendo la plantilla de nivelación en el nivel de proyecto, se trazan los ejes transversales y longitudinales de la zapata, obtenidos los ejes, se inicia el armado del acero de refuerzo de todo el cuerpo de la zapata y dejando el acero adicional con el cual nace la pila, el armado del acero se hace de acuerdo a lo especificado en los planos del proyecto. El diámetro máximo del acero utilizado en la zapata es de un  $1 \frac{1}{4}$  " su colocación corresponde a la parrilla inferior en sentido transversal y longitudinal, para la parrilla superior el diámetro del acero utilizado es de 1" en ambos sentidos y el diámetro mínimo utilizado es de  $\frac{1}{2}$  ".

Teniendo el armado del acero al 100% se procede a colocar la cimbra y troquelar el cuerpo de la zapata, para cimbrara se utiliza cimbra tradicional a base de paneles de triplay y para troquelar se utilizan polines y barrotes, se procura que los reventones, que se colocan en la cara interior de la cimbra y que sirve para guiarse en la forma de la zapata, estén colocados adecuadamente. El paño de recubrimiento que marca el proyecto es de 8 cm, para obtener este espesor es necesario colocar entre la varilla de refuerzo y la pared de la cimbra unos dados de concreto simple.

Antes de proceder a colar se informa al personal de supervisión para que verifiquen que el armado del acero y la colocación de la cimbra están en forma adecuada. Figura 1.2.B.2. y Figura 1.2.B.3.



GEOMETRÍA DE LA COLUMNA DOS FIG. 1.2.B.2.



REFUERZO EN MURO DE CAJON COLUMNA DOS. FIG. 1.2.B.3.

## SUBESTRUCTURA "VIADUCTO CUATECOMATE"

### COLOCACIÓN DEL CONCRETO

Terminada la verificación del armado del acero de refuerzo y la colocación de la cimbra, se procede a realizar el colado de elemento, utilizando un concreto con una resistencia de  $f'c = 250 \text{ kg/cm}^2$  con un agregado grueso de  $\frac{3}{4}$  " y utilizando cemento tipo CPO 20R; el concreto se dosifica en planta, se mezcla y traslada en camiones revolvedora con capacidad de  $7 \text{ m}^3$  en cada uno, la distancia de traslado de la planta al sitio de la obra es de aproximadamente un kilómetro.

La colocación del concreto se efectúa en una sola forma:

Bombeado, se utilizo una bomba de concreto y se le fueron colocando tubos, uniéndolos por medio de abrazaderas para llegar a las áreas mas retiradas, vigilando que la altura de caída no sea mayor a 1.50m, durante el colado se procura evitar las juntas frías y se vigila que el concreto sea colocado en forma correcta y que se vaya acomodando adecuadamente para lo cual se utilizan 4 vibradores de emersión.

El proporsionamiento utilizado en obra para alcanzar la resistencia requerida en el proyecto, por metro cúbico, es de:

CEMENTO	350 kg.
GRAVA	850 kg.
ARENA	870 kg.
AGUA	195 l.

Teniendo el cuerpo de la pila construido hasta una altura de 5.00m aproximadamente, se procede a colocar sobre la zapata de la pila, el cajón de cimentación con la finalidad de darle un mayor peso y estabilidad en la base para contrarrestar la falla por volteo.

Al igual que en la zapata 3, el relleno de la excavación se realiza en capas de 20 cm y se compacta con equipo ligero al 90%.

**RESUMEN DE MATERIALES:**  
( ZAPATA Y LOSA DE CAJÓN).

Concreto de $f'c = 250\text{kg/cm}^2$ en zapata y losa de cajón	547.06 m <sup>3</sup>
Acero de refuerzo de L.E. $\geq 4000\text{ kg/cm}^2$	47836 kg.
Excavaciones Aproximada	1039 m <sup>3</sup>

Durante el colado se encuentra presente el personal encargado de la obra así como la supervisión interna y supervisión por parte del Sistema Operador de Carreteras de Cuota, esto con la finalidad de vigilar que la colocación del concreto sea en forma adecuada para sacar muestras de concreto para después ensayarlas y que su resistencia sea la específica en el proyecto

Las edades a las cuales se ensayan los cilindros de concreto son las siguientes.

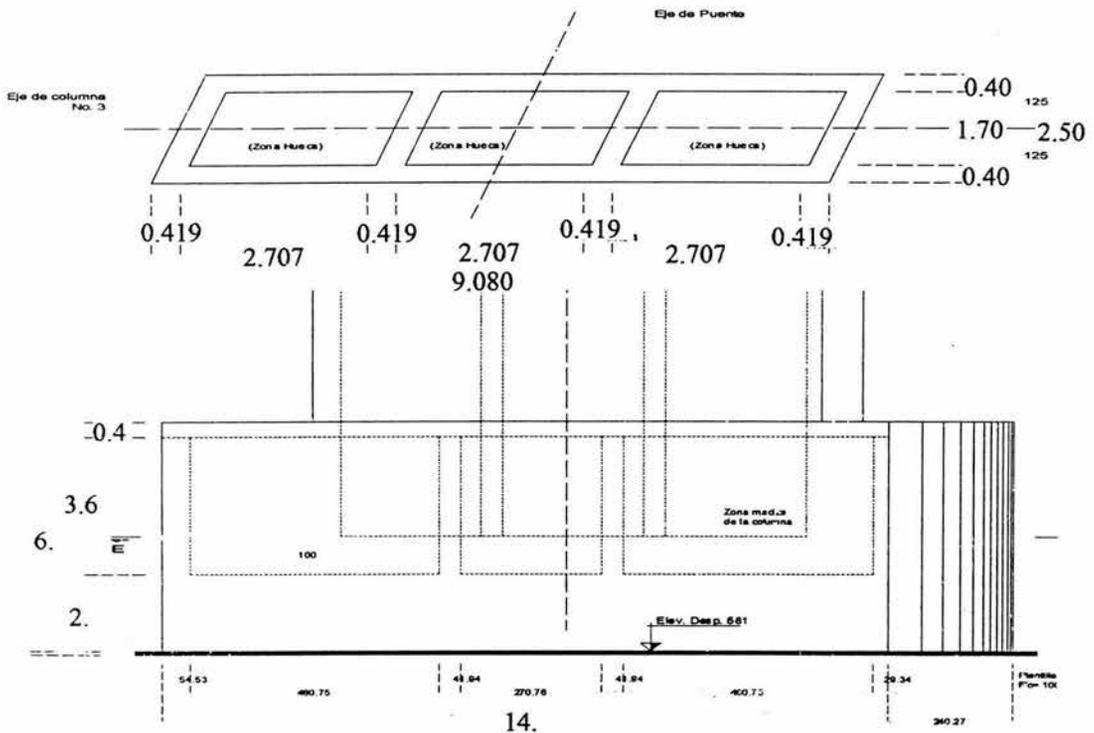
A los 7, 14, 28 días, dando una resistencia a la compresión de 32 a 34 ton/cm<sup>2</sup> a los 7 días, 42 y 43 ton/cm<sup>2</sup> a los 14 días y de 45 a 46 ton/cm<sup>2</sup> a los 28 días respectivamente.

**1.3 PILAS EN EL EJE 2 Y 3.****1.3.A- PILAS (EJE TRES).**

La pila es la parte de la subestructura que se encarga de recibir las cargas de la superestructura y las generadas por el tráfico, a su vez también se encarga de transmitir dichas cargas a la zapatas para que estas las distribuyan sobre el terreno natural. En la corona de dichas pilas se construyen los cabezales que es la parte que soportara las traveses de la superestructura.

Las características generales del cuerpo de la pila en el eje 3 son las siguientes: Es un elemento de concreto armado, de sección rectangular constante hasta una altura de 23.084 m, hueca formando en su interior 3 cajones de 2.62 m \* 1.78 m cada uno.

Figura 1.3.A.1.



GEOMETRÍA DE LA COLUMNA NUMERO TRES.  
FIGURA 1.3.A.1.

Terminada la construcción de la zapata, se procede a construir el cuerpo de la pila, el primer paso es armar el acero de refuerzo transversal, con un diámetro de  $\frac{1}{2}$  " y hasta una altura de 1.00 m hasta esta altura la sección de la pila es maciza, de aquí en adelante la pila se construye formando en su interior tres secciones rectangulares huecas, el acero longitudinal, del cuerpo de pila, nace en la base de la zapata, las alturas y la disposición de éste se realiza conforme a los planos de proyecto.

Es importante mencionar que la disposición del acero de refuerzo longitudinal, en cuanto a las alturas se refiere, en ningún caso se permitirá empalmar en una misma sección mas del 50% de las varillas.

La construcción del cuerpo de pila se lleva acabo en secciones, esto es, el avance de construcción que rige de acuerdo a las medidas de la cimbra, la cimbra en cuestión es de las denominadas cimbra trepadora y a cada avance se le denomina trepado No x, las dimensiones de la cimbra son: 2.44 m de largo por 1.22 m de ancho, esta cimbra es a base de paneles de triplay y para protegerla de la humedad del concreto, se le aplica aceite quemado antes de que se utilice.

#### ARAMDO DEL ACERO DE REFUERZO

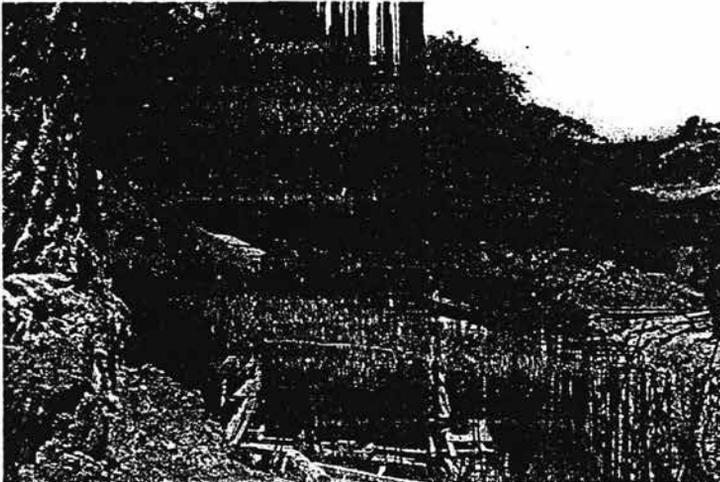
Una vez terminada la construcción de la zona maciza del cuerpo de pila, se procede a colocar el acero de refuerzo transversal hasta una altura de 2.44 m, el diámetro del acero transversal es de  $\frac{1}{2}$  " en toda la pila y el diámetro del acero longitudinal es de  $1\frac{1}{4}$  " y 1", una vez teniendo el acero armado al 100% en esta sección, se verifica su verticalidad y se procede a cimbrar el primer trepado del cuerpo de pila, verificando con medios topográficos que se encuentre bien alineado el refuerzo próximo a la cimbra, este se separa utilizando varillas de  $\frac{3}{8}$ " con una longitud que logre alcanzar el espesor de recubrimiento especificado el proyecto es para las caras interiores; el ancho de las paredes es de 40cm tanto longitudinalmente como transversalmente, todo esto de acuerdo a los planos de proyecto.

Momentos antes de proceder a colar se rocía sobre la superficie, que estará en contacto con el concreto nuevo, un aditivo que permita una adecuada unión, inmediatamente se procede a colocar en forma adecuada y de que el vibrado para el acomodo se realice conforme a las normas de la Secretaria. Figura 1.3.A.2.

SUBESTRUCTURA "VIADUCTO CUATECOMATE"



ARMADO DEL ACERO DE REFUERZO EN LA COLUMNA TRES.



ARMADO DEL ACERO DE REFUERZO EN LA COLUMNA TRES.

COLOCACIÓN DEL CONCRETO.

El colado se realiza con el apoyo de una bomba para concreto, la cual se coloca al pie de la obra, de manera que no produzca vibración en la estructura, y se le añaden unos tubos de acero con los cuales se conduce el concreto hasta el elemento que se va a colar, la bomba de concreto cuenta con una tolva con capacidad de  $0.75 \text{ m}^3$  en donde el camión revoladora llega y vacía el concreto.

El concreto utilizado en todo el cuerpo de pila tiene una resistencia de  $f'c = 250 \text{ kg/cm}^2$ , con un agregado pétreo máximo de  $\frac{3}{4}$  " y utilizando cemento tipo CPO 20R.

Terminando de colar el trepado No 1, se continua con el armado del acero transversal a tiempo que se empalman las varillas del numero 8 y se mufan las del número 10, es importante mencionar que, dado que el armado de refuerzo transversal no es muy rápido y que algunas de las varillas de refuerzo longitudinal alcanzan alturas considerables, para no tener problemas de pandeo, torsión o deformación total del refuerzo longitudinal, se hace necesario el contraventeo de dichas varillas, esto se hace colocando varillas de 1" transversalmente y sujetándolas con amarres.

Conforme se avanza en los colados se hace necesario tener un concreto con una fluidez cada vez mayor, para lo cual se utiliza un aditivo que le de éstas características, la dosificación se realiza de acuerdo al revenimiento con que llegue el concreto.

El tiempo aproximado entre un trepado y otro es de 3 a 4 días, pudiendo variar este tiempo, cada que se descimbra un trepado se tiene que colocar una rociada de un material que permita que la humedad del concreto no se evapore.

Al llegar a la altura especificada en el proyecto, se procede a colar un tapón de cierre, zona maciza, con una altura de 1.00 m, en donde se colocarán unos tubos de acero de 2" de diámetro y cuya función es la de que, dentro de ellos, se deslicen una barras de 1 1/2 " que sujetarán a la obra falsa para sostener la cimbra del cuerpo del cabezal, estos tubos quedarán ahogados en el concreto permitiendo recuperar las barras, en los extremos de cada tubo se coloca una placa de acero la cual estará en contacto con la obra falsa.

Una vez que el concreto de la zona maciza a alcanzado una resistencia mayor al 80% de la total, se procede a colocar las placas de acero para empotrar las varillas a la pila 1 1/2 " m, que funcionan en uno de sus extremos a compresión y en el otro extremo a tensión, de esta manera, sometiendo a una tensión de 40 Ton. Se logra colocar la obra falsa que sostendrá al cabezal.

El acero de refuerzo del cabezal utilizado es:  
su diámetro máximo es de 1 1/4 " y el mínimo es de 1/2 ".

ACERO DE REFUERZO.

El acero de refuerzo lo constituye: varillas, alambón, alambres, etc.

El acero que se utiliza en esta obra es comprado en Aceros San Luis, cuando llega al patio de habilitado se debe revisar que no presente oxidación perjudicial, debe estar exento de aceites o grasas, quiebres, escamas, hojeaduras y deformación de la sección, tal y como la exige la S. C. T. y permanecer en ese estado hasta el momento de su colocación.

Una vez que se ha verificado que el acero cumple con lo indicado en las normas, se procede a realizar su doblado, esta actividad se realiza en frío para cualquier diámetro.

Según las normas de construcción que dicta la Secretaría en su párrafo referente al doblado en frío se tendrá que seguir el siguiente procedimiento:

A menos que el proyecto indique otra cosa y/o lo ordene S.C.T. los dobleces o ganchos de anclaje deberán hacerse como sigue:

En estribos, los dobleces se harán alrededor de una pieza cilíndrica que tenga un diámetro igual o mayor de 2 veces el de la varilla.

En varillas menores de 2.5 cm de diámetro, los ganchos de anclaje deberán hacerse alrededor de una pieza cilíndrica que tenga un diámetro igual o mayor de 6 veces el de la varilla, ya sea que se trate de ganchos doblados a 180° o a 90°.

En las varillas de 2.5 cm de diámetro o mayores, los ganchos deberán hacerse alrededor de una pieza cilíndrica que tenga un diámetro igual o mayor a 8 veces el de la varilla, ya sea que se trate de ganchos doblados a 180° o a 90°.

Los empalmes que se realizaron fueron guiados sobre las normas de la Secretaría en dos tipos:

Para varillas corrugadas cuyo diámetro es de 1" el traslape tiene una longitud de 40 veces el diámetro de la varilla.

Las varillas corrugadas con un diámetro igual o mayor a 1 ¼ " las normas marcan que debe realizarse la unión de dos varillas por cualquiera de los siguientes mecanismos:

Juntas CADWELD o por medio de MUFAS.

#### JUNTAS CADWELD.

Las juntas CADWELD son utilizadas como un medio mecánico para unir los extremos de varillas corrugadas y producir una unión con las mismas propiedades mecánicas, básicamente, que la de las varillas ligadas alcanzando una resistencia de 1.25 mayor a la de un punto cualquiera de la varilla normal.

MUFAS.

El mufado para varillas corrugadas es un medio mecánico para unir los extremos de 2 varillas y funciona a base de un cople o mufa ( cilindro de acero de alto carbono cuyas dimensiones son: longitud 20 cm, diámetro interior de 3.5 cm, diámetro exterior 5 cm), el cual se introduce en ambos extremos de la varilla a unir; la unión se realiza por medio de presión ejercida con un gato hidráulico que aplica una presión de 90000 psi, en el lugar de la unión se puede alcanzar una resistencia de 1.25% mayor que en cualquier punto de la varilla.

Para la unión de las varillas con un diámetro igual o mayor a 1 ¼ " se utilizaron ambos métodos.

CONSTRUCCION DEL CABEZAL.

Colocada la obra falsa, se coloca la cimbra de la parte inferior del cabezal, posteriormente se comienza el armado del acero, el diámetro máximo es de 1 ¼ " y el mínimo es de ½ ", la disposición del acero y las dimensiones del elemento se realizan de acuerdo al plano del proyecto. El paso siguiente es cimbrar el cuerpo del cabezal cuidando de colocar en forma adecuada la cimbra para que el espesor de recubrimiento sea el indicado del proyecto.

Terminando de cimbrar el cabezal, se procede a colar el elemento, vigilando que la colocación se realice en forma adecuada, el concreto utilizando en la construcción de todo el cuerpo de pila y del cabezal tiene una resistencia de  $f'c = 250 \text{ kg/cm}^2$ , el cemento empleado es tipo CPO 20R, el agregado pétreo es de ¾ " y un aditivo para fluidificar el concreto, el concreto se dosifica en planta y se transporta en un camión revolvedor de la planta a la obra, en donde al pie de la obra se encuentra una bomba de concreto a la cual, conforme la altura va aumentando, se le va añadiendo tubos de 3.00m de longitud y con un diámetro de 4".

Durante la construcción del cuerpo de la pila, el personal de topografía va verificando la verticalidad del elemento y que la construcción del cabezal inicie en el nivel que marca el proyecto.

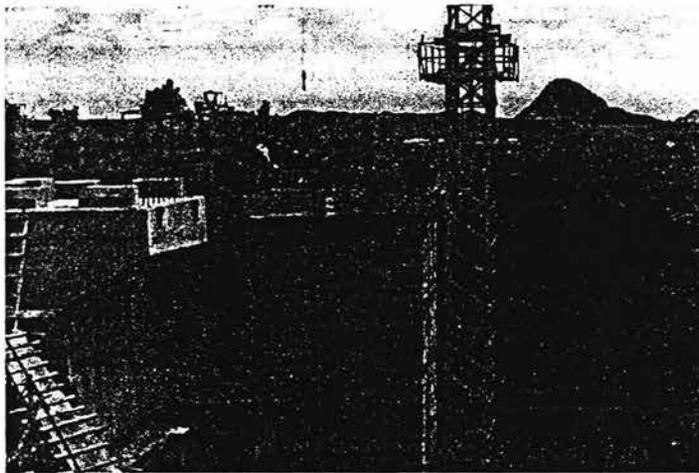
SUBESTRUCTURA "VIADUCTO CUATECOMATE"

**RESUMEN DE MATERIALES:**

CONCRETO DE $f'c = 250 \text{ kg/cm}^2$	196.60 m <sup>3</sup> .
ACERO DE REFUERZO L.E. $\geq 4000 \text{ kg/cm}^2$ .	73806.01 kg.

1.4.- PILA EN EL EJE NUMERO DOS.

Para la construcción de la pila en el eje No 2 fue necesario instalar una grúa torre auto estable con una altura de 30.00 m, una longitud en pluma de 32 m, y una capacidad de carga de 3 ton, cerca de la base y 1 ton en la punta, la grúa fue instalada en el área de trabajo de la pila No 3 en el talud del lado de Puebla, de donde suministra los materiales, tales como: varillas, alambón, paneles de triplay, equipo para mufar varillas, vibradores de inmersión, colados con bacha, etc. Figura 1.4.A.1.



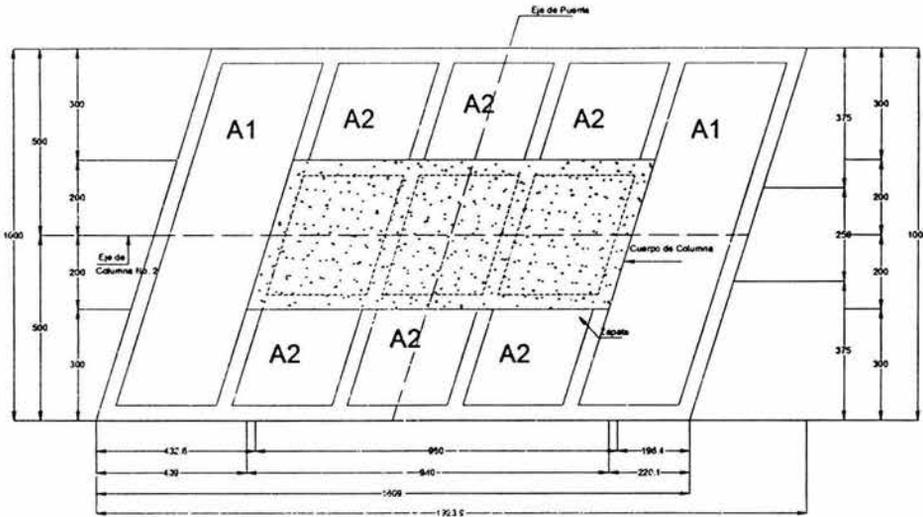
GRUA TIPO TORRE

FIG. 1.4.A.1.

Esta grúa se alimenta de energía eléctrica trifásica de 440 volts, para la cual fue necesario instalar una planta generadora de energía eléctrica de combustión interna que funciona a base de diésel, la planta se instaló en el área de trabajo de la pila No 3.

Las características principales de esta pila son las siguientes:

Es un elemento de concreto armado de sección rectangular, formando en su interior 3 secciones rectangulares huecas constantes hasta una altura de 51.035 m, los cajones en su interior son de 2.71m \* 3.35m cada uno; el espesor de las paredes, tanto en sentido transversal como longitudinal, es de 0.40 m. Figura 1.4.A.2.



CORTE D-D

GEOMETRÍA COLUMNA NUMERO DOS.

FIG. I.4.A.2.

Es importante mencionar que el dispositivo del acero de refuerzo longitudinal en ningún caso se permitirá empalmar en una misma sección mas del 50% de las varillas, el acero utilizado en toda la pila es de L.E.  $\geq 4000 \text{ kg/cm}^2$ .

Terminada la construcción de la zapata, se procede a construir el cuerpo de pila, el primer paso es armar el acero de refuerzo transversal, con un diámetro de  $\frac{1}{2}$  ", a una altura de un metro, hasta esta altura la sección de la pila es maciza, una vez que se a armado el acero, se procede a cimbrar el cuerpo de la zona maciza verificando, antes, que el acero longitudinal se encuentre en posición vertical y que la cimbra este bien nivelada y plomeada, terminando la revisión, se procede a cubrir la superficie de contacto con una película de pegamento para concreto, inmediatamente se procede a colocar el concreto, el cual tiene una resistencia de  $f'c = 250 \text{ kg/cm}^2$ .

### ARMADO DEL ACERO DE REFUERZO

Terminada la construcción de la zona maciza del cuerpo de pila, se procede a armar el acero de refuerzo transversal a una altura de 2.50 m, el diámetro del acero transversal es de  $\frac{1}{2}$  ", el acero de refuerzo longitudinal tiene un diámetro de  $1 \frac{1}{4}$  " en todas las paredes hasta la altura final que es de 51.035 m.

En esta pila se utilizo un método de cimbra deslizante por su rapidez y eficiencia.

El triplay que se utilizo para esta cimbra fue de tipo machimbrada de tal manera que se fue armando por medio de contraventeos y clavados, tanto en la parte de los huecos como por

la parte exterior se tenían carpinteros y fierros para que conforme subía la cimbra se iba armando el acero de refuerzo en la pila, cuidando siempre que sobre la superficie de la cimbra se tenga con desmoldante ya que el acabado que lleva al ser descimbrada es el acabado final.

La duración de este colado fue de 7 días con un rendimiento de 30 cm \* hora, en turnos normales estaba programada para 45 días con un rendimiento de 4 días en cimbrar y volver a cimbrar la cimbra convencional.

Siempre se verifico los niveles y verticalidad del elemento por medio de gatos hidráulicos (utilizando nivel de mangueras).

### COLOCACIÓN DEL CONCRETO

Previo a la colocación del concreto se rocía sobre la superficie, que estará en contacto con el concreto nuevo, un aditivo que permita una adecuada unión, inmediatamente se procede a colocar el concreto cuidando de que se coloque en forma adecuada y que el vibrado, para acomodar el material, se realice adecuadamente.

### CONSTRUCCION DEL CABEZAL

Una vez que el concreto alcanzado una resistencia del 80%, se procede a colocar las placas de acero para empotrar las varillas a la pila a 1 ½ " que funcionan en uno de sus extremos a compresión y que en el otro extremo a tensión. De esta forma, sometiendo a una tensión de 40 toneladas se logra colocar la obra falsa que sostendrá al cabezal, colocada la obra falsa se comienza con el armado del acero de refuerzo del cabezal, el diámetro máximo es de 1 ¼ " y el mínimo es de ½ ".

La colocación del concreto se realiza utilizando una bomba para concreto añadiéndole a ésta, conforme avanza la cimbra, unos tubos de conducción; este equipo se instala al pie de la obra en un lugar donde pueda llegar y colocarse en forma adecuada el camión revolvedora para vaciar el concreto sobre la tolva de la bomba.

El concreto utilizado en todo el cuerpo de pila tiene una resistencia de 250 kg/cm<sup>2</sup>, con un agregado grueso de ¾ " y con un cemento tipo CPO 20R.

Al colocar la cimbra se debe tener cuidado de que está se coloque en forma adecuada, es importante mencionar, con respecto al cimbra, que dado que es a base de paneles de triplay (madera) no debe utilizarse en mas de seis ocasiones, ya que provocaría acabados de mala calidad y algunos riesgos.

El espesor de recubrimiento es de 7 cm, esto se logra colocando entre la cimbra y el acero unos dados de concreto simple.

Terminando de cimbrar el cuerpo del cabezal, se procede a colar el elemento, vigilando que la colocación se realice en forma adecuada, el concreto utilizado tiene una resistencia de

250 kg/cm<sup>2</sup>, el cemento empleado es CPO 20R, el agregado pétreo es de ¾" y el concreto se dosifica en planta, y trasladada en camiones revoladora, se bombea con una bomba para concreto PUTZMEISTER, se acomoda utilizando 4 vibradores de inmersión con vástago de 1" de diámetro.

Durante la construcción del cuerpo de pila, el personal de topografía va verificando los niveles y la verticalidad del elemento al llegar al nivel del cabezal, verifican que el acero de refuerzo este colocado en forma adecuada y en niveles especificados en el proyecto.

**RESUMEN DE MATERIALES.****\*EN COLUMNA**

CONCRETO $f'c = 250 \text{ kg/cm}^2$ .	549.35 m <sup>3</sup> .
ACERO DE REFUERZO L.E. $\geq 4000 \text{ kg/cm}^2$ .	111,129 kg.

**\*EN CABEZAL**

CONCRETO $f'c = 250 \text{ kg/cm}^2$	69.44 m <sup>3</sup>
ACERO DE REFUERZO L.E. $\geq 4000 \text{ kg/cm}^2$	8,761 kg

Durante el colado de cada deslizado de la pila, así como el colado del cabezal, estuvieron presentes los encargados de la obra, el o personal de supervisión externa y el laboratorio de supervisión interna, esto con la finalidad de supervisar que el concreto sea colado en forma adecuada y sacar muestras del concreto fresco para después proceder a ensayarlo y verificarla resistencia de proyecto.

### 1.4.1. CABALLETES

Los caballetes son elementos estructurales que sirven de apoyo a los extremos de los voladizos y que están desplantados sobre terreno firme, estos elementos no son monolíticos con la superestructura, que debe de presentar movimientos libres en el momento de estar circulando el tránsito sobre ella o en caso de movimientos sísmicos, por lo tanto, en el cabezal de estos caballetes se encuentran presentes algunos dispositivos que permiten el libre movimiento de la superestructura cuando esta funcionando, estos dispositivos o mecanismos son los siguientes: las juntas de dilatación, y los apoyos de neopreno.

#### 1.4.1.A- CABALLETE EN EL EJE 1

La construcción de la subestructura comienza con la excavación sobre terreno natural, removiendo la cantidad de material llegando a la profundidad indicada en el proyecto, dejando las paredes de los taludes verticales y la zona de desplante bien afinada, para posteriormente realizar una compactación al 90% para mejorar esta zona.

La excavación se realiza con la ayuda de una retroexcavadora 320C, debido a que en esta zona termina el terraplén de acceso, la compactación es realizada con un compactador "pata de cabra".

El material encontrado en el lugar de desplante tiene una capacidad de carga de  $q_a = 150 \text{ ton/m}^2$ .

Una vez realizada la excavación, afine y compactación de la superficie, se procede, a la brevedad posible, a colocar una plantilla de concreto pobre que proteja al material de fisuramiento por pérdida de humedad y que nos permita trabajar en una superficie seca y libre de cualquier materia extraña.

La plantilla tiene un espesor de 10 cm, tal como lo marca el proyecto; mientras se realiza esta actividad, en el patio de habilitado se efectúa el doblado del acero que servirá de refuerzo para la zapata del caballete numero uno, el habilitado del material se realiza siguiendo las normas de la Secretaria.

Teniendo el nivel de desplante correcto, se realiza el trazo de la geometría correspondiente por medio del personal de topografía. Al terminar de construir dicha plantilla, se procede a armar el acero de refuerzo de L.E.  $\geq 4000 \text{ kg/cm}^2$ , tal y como lo marca el proyecto.

La sección de la zapata es de 14.678 m de longitud por 6.00 m de ancho con una altura de 1.50 m, las dimensiones de la contra-trabe son de 13.42 m de longitud por 1.20 m de ancho y con una altura de 0.50 m.

ARMADO DEL ACERO DE REFUERZO

Se inicia el armado del acero de refuerzo en base al trazo de los ejes transversales y longitudinales previamente trazados por un topógrafo, el diámetro del acero utilizado en el armado de la zapata y contra-trabe es de ½ " en los estribos, de 1" en la parrilla inferior y de 1" en la parrilla superior.

Encontrándose el acero armado al 100%, se procede a cimbrar el cuerpo de la zapata y contra trabe, utilizando cimbra tradicional a base de paneles de triplay 2.44 \* 1.22 m y troquelado con polines y barrotes. El recubrimiento que marca el proyecto tiene un espesor de 7 cm, esto se logra colocando entre las paredes de la cimbra y el acero de refuerzo unos dados de concreto pobre.

Antes de proceder a colar, el residente de la obra debe enviar una solicitud de colado a la supervisión, esto con la finalidad de que estén informados de la fecha, hora y elemento que se va a colar, para que de esta forma se verifique que el armado del acero de refuerzo esta colado en forma correcta y las dimensiones del elemento son las indicadas en el proyecto.

COLOCACIÓN DEL CONCRETO

Terminada la verificación del armado del acero y de la buena colocación de la cimbra, se procede a realizar el colado del elemento, utilizando un concreto con una resistencia de  $f'c = 250 \text{ kg/cm}^2$ , con un agregado grueso máximo de ¾ ", los materiales para la elaboración del concreto son dosificados en planta, y se transporta el concreto en un camión revolvedora de la planta dosificadora a la obra.

El traslado del concreto se realiza con el apoyo de 3 camiones revolvedora con una capacidad de transportar  $7 \text{ m}^3$  de concreto, la duración del colado fue de 6 horas.

La colocación del concreto se llevó a cabo en forma de tiro directo, adicionándole al camión revolvedora unos canales de acero y procurando que la altura de caída del concreto no fuera mayor a la permitida 1.50 m; para el acomodo del concreto se utilizaron unos vibradores de inmersión con vástago de 1" de diámetro.

El proporcionamiento que se utiliza en obra para alcanzar la resistencia deseada, que es de  $f'c = 250 \text{ kg/cm}^2$ , es el siguiente por metro cúbico:

CEMENTO:	350 kg.
GRAVA:	850 kg.
ARENA:	870 kg
AGUA:	195 l.

Durante el colado se encuentra presentes el personal encargado de la obra, la supervisión externa y el laboratorio de supervisión interna, esto con la finalidad de: vigilar la buena colocación del concreto, que se realice un buen vibrado, evitar que existan juntas frías y efectuar un muestreo del concreto elaborado y verificar posteriormente que cumpla con la resistencia establecida en el proyecto.

Una vez terminado de colar el elemento y que se le a dado la forma que marca el proyecto, se procede a cubrir la superficie expuesta a la intemperie con una película impermeable, esto con la finalidad de evitar que el concreto recién colado pierda humedad.

El relleno de la excavación se lleva acabo utilizando el material producto de la misma y dado que en esta zona se localiza el terraplén de acceso, la compactación se lleva acabo utilizando un compactador del tipo " pata de cabra".

**RESUMEN DE LOS MATERIALES.**

( Zapata y Contra-trabe)

CONCRETO $f_c = 250 \text{ kg/cm}^2$ en zapata	140.91 m <sup>3</sup>
ACERO DE REFUERZO de L.E. $\geq 4000 \text{ kg/cm}^2$	10299 kg
CONCRETO SIMPLE $f_c = 100 \text{ kg/cm}^2$	8.81 m <sup>3</sup>
EXCAVACIÓN ( aproximada)	599.00 m <sup>3</sup>

COLUMNAS EN EL APOYO UNO.

Terminada la construcción de la zapata, se procede a construir las columnas que sostendrán al cabezal, para esto ya se encuentra anclado en la zapata el acero de refuerzo, la disposición de las barras de acero se realiza guiándose en los planos del proyecto, en los cuales se indica el diámetro, la longitud, la forma y la disposición de cada una de las barras.

Las características principales de las columnas que sostendrán al cabezal, son las siguientes:

Son 5 elementos macizos de concreto reforzado de sección circular con un diámetro de 1.50m y una altura de 2.833 m y que se mantiene constantes hasta su corona, en su construcción se empleo concreto con un  $f'c = 250\text{kg/cm}^2$  y acero de L.E.  $\geq 4000\text{ kg/cm}^2$

Los materiales que se utilizan en la elaboración del concreto se dosifican en planta y se mezclan en un camión revolvedora durante el trayecto de la planta al lugar de la obra, el agregado pétreo que se utiliza es de  $\frac{3}{4}$ ", el cemento utilizado es tipo CPO 20R.

En cuanto al acero, la fabrica que lo produce es SYCARSA y su doblado se realiza en un patio de habilitado siguiendo las normas que marca la Secretaria.

ACERO DE REFUERZO.

El diámetro mínimo de refuerzo para las columnas es de  $\frac{1}{2}$ " y corresponde al del refuerzo transversal que se va colocando a cada 25 cm en la parte que se encuentra anclada en la zapata, esta disposición se realiza guiándose en los planos de proyecto.

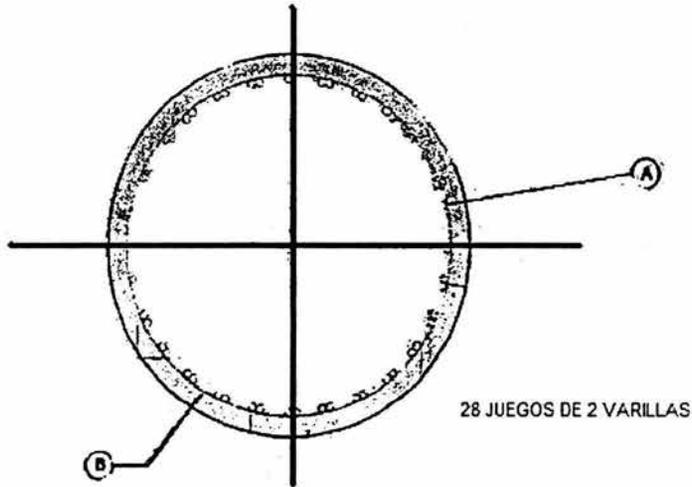
El diámetro máximo utilizado corresponde al de refuerzo longitudinal con un diámetro de 1", este nace en la base de la zapata y se compone de 28 juegos de 2 varillas simples, todas ellas dispuestas como se indica en los planos de proyecto, esta disposición se realiza hasta llegar a los 283.3 cm que es donde se encuentra la corona de las columnas, como ya se indicó, esta disposición se realizara de acuerdo a los planos de proyecto.

El acero de refuerzo utilizado en la construcción de las 5 columnas tiene un L.E.  $\geq 4000\text{ kg/cm}^2$ .

El molde utilizado para cimbrar el cuerpo de las columnas es metálico con las siguientes dimensiones:

LONGITUD :	1.50 m.
DIÁMETRO:	1.50 m.

El espesor de recubrimiento indicado en el proyecto es de 8 cm y este se logra colocando entre la pared del molde metálico y el acero de refuerzo unos dados de concreto simple. Figura 1.4.1.A.1.



REFUERZO EN COLUMNA

FIG. 1.4.1.A.1

COLOCACIÓN DEL CONCRETO.

Antes de proceder a colar, es necesario verificar la vertical del acero, una vez que se encuentra en la posición correcta, se procede a colocar los moldes metálicos que nos servirá de cimbra, esto se realiza en los 5 cuerpos de las columnas, el paso siguiente es programar la fecha y hora de colado.

Previamente a la colocación se debe rociar una película de un aditivo que logre una unión adecuada entre el concreto fresco y la superficie de la zapata.

La colocación del concreto se efectúa a tiro directo, para el acomodo del concreto se utilizaron vibradores de inmersión, el traslado del concreto se efectuó en dos camiones revolvedora.

El colado de las 5 columnas se realiza en partes de 1.50 m de altura cada una hasta llegar a la altura de proyecto, el tiempo que se tarda entre un colado y otro es aproximadamente 3 días y cuyas características son las siguientes: aumentar la trabajabilidad del concreto para una resistencia dada, acelera el fraguado permitiendo una mayor resistencia del concreto a

una corta edad y es un poderoso reductor de agua, y cuya dosificación como superfluidificante es, en base al peso del cemento, de 5 a 8.3 ml/kg de cemento, en este caso debe aplicarse al tiempo de mezclado  $\frac{1}{2}$  minuto mas por cada  $m^3$  de concreto.

En el momento de descimbrar cada columna, se debe aplicar una membrana que no permita que el elemento colado anteriormente pierda humedad.

Al tiempo que avanza el colado de los cuerpos de las columnas se avanza, también, en el armado del acero de refuerzo transversal y longitudinal; es importante mencionar que conforme se avanza en el colado de los cuerpos de las columnas, se debe procurar que haya una buena unión entre el concreto "viejo", esto se logra dejando una superficie rugosa en el concreto anterior y rociándole un aditivo que logre una buena unión entre los dos concretos.

Una vez terminada la construcción de las 5 columnas, se deja en la corona de éstas los preparativos necesarios para poder colocar y amarrar el acero de refuerzo del cabezal, del muro pantalla y de los aleros del caballete en el eje No. 1.

### CABEZAL, MURO PANTALLA, ALEROS Y DETALLES.

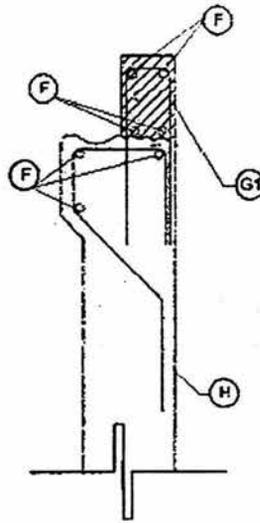
Teniendo armado al 100% el acero de refuerzo del cabezal y aprovechando el terraplén de acceso del puente, el paso siguiente es cimbrar el cuerpo de este elemento, la cimbra es de tipo tradicional y es apoyada en el terraplén de acceso, después se procede a colar este elemento, teniendo cuidado de dejar el acero de refuerzo de los bancos de apoyo y topes sísmicos intermedios bien colocados y alineados de acuerdo al proyecto.

El concreto empleado tiene una  $f'c = 250 \text{ kg/cm}^2$  y el acero tiene una L.E. =  $4000 \text{ kg/cm}^2$ , el diámetro utilizado en el cabezal es de  $\frac{1}{2}$ ", en los bancos de apoyo y topes sísmicos, el diámetro máximo es de  $\frac{3}{4}$ " y de  $\frac{1}{2}$ ".

El siguiente paso es el de armar el acero de refuerzo, al 100% del muro pantalla y de los aleros, para después proceder a colar el concreto con resistencia de  $f'c = 250 \text{ kg/cm}^2$ , el acomodo de este material se a utilizado un vibrador de inmersión.

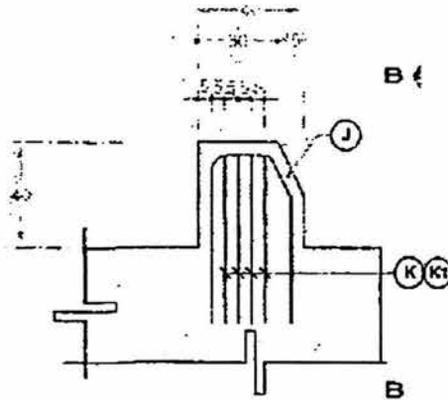
Se debe mencionar que en la parte superior del muro pantalla solamente se debe de dejar habilitado el acero dado que el colado se realizará en el momento de recibir la junta de dilatación figura 1.4.1.A.2.

Las dimensiones y la disposición del acero de refuerzo del cabezal, el muro pantalla, los aleros, bancos de apoyo, topes sísmicos y juntas de dilatación, se muestra en la figura 1.4.1.A.3.



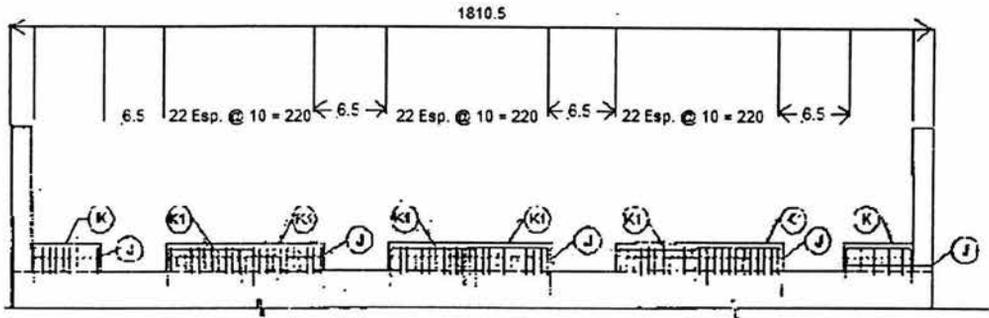
CALLE DE ACERO

FIGURA 1.4.1.A.2.

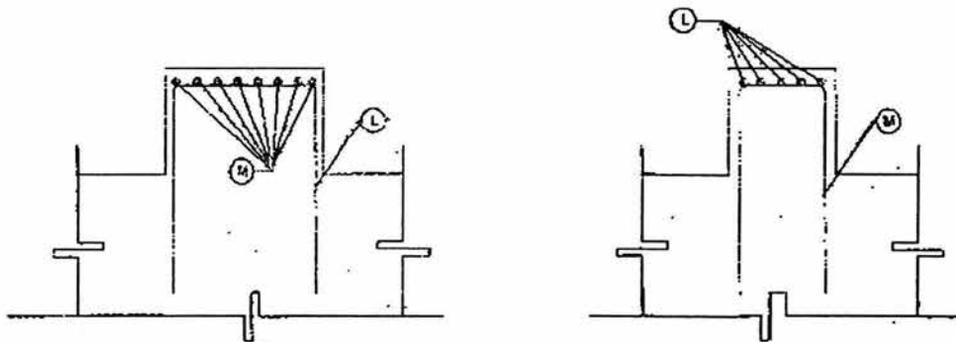


DETALLE DE TOPE SISMICO.

FIGURA 1.4.1.A.3.



ACERO DE REFUERZO EN TOPES SISMICOS.



REFUERZO DE TOPE SISMICO INTERMEDIO.

FIGURAS 1.4.1.A.4.

**RESUMEN DE LOS MATERIALES.**

CONCRETO DE $f'c = 250 \text{ kg/cm}^2$	67.82 m <sup>3</sup>
ACERO DE REFUERZO DE L.E. $\geq 4000 \text{ kg/cm}^2$	14,652 kg
JUNTAS DE DILATACIÓN TIPO DELMEX LONGITUD APROXIMADA	12.8 m.

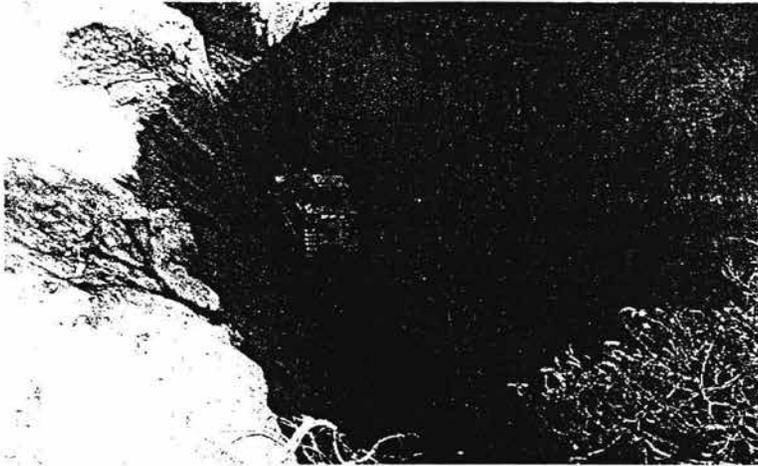
En el momento que inicia el colado de cada elemento en sus diferentes etapas, se encuentran presente el encargado de la obra , el personal de supervisión, y el laboratorio de supervisión interna , esto con la finalidad de verificar, antes del colado de cada elemento, que se cumpla con lo siguiente:

Que el acero de refuerzo de cada elemento se encuentre en posición adecuada, en el caso de las columnas, que se mantenga la verticalidad del acero de refuerzo longitudinal; que durante el colado del concreto se coloque en forma adecuada y que el vibrado se realice correctamente; evitar en lo posible las juntas frías, además de sacar muestras de concreto para después proceder a verificar su resistencia.

**1.4.2. CABALLETE EN EL EJE 4.**

La construcción de este caballete es similar a la del caballete en el eje No.1, lo que podemos mencionar como variante son las dimensiones de ambos, este caballete tiene una altura de 1.968 m sin contar el cabezal, sobre este mismo se colocarán las traveses A.A.S.H.T.O tipo VI Modificadas correspondientes al último claro, con su construcción se da por terminada la subestructura.

La construcción de este elemento comienza con la excavación sobre terreno natural, removiendo la cantidad de material y llegando a la profundidad indicada en el proyecto, dejando las paredes de los taludes verticales y la zona de desplante bien afinada. La excavación se realiza con la ayuda de una retroexcavadora tractor. Figura 1.4.2.A.1.



EXCAVACIÓN PARA EL APOYO DEL CABALLETE.

FIG.1.4.2.A.1

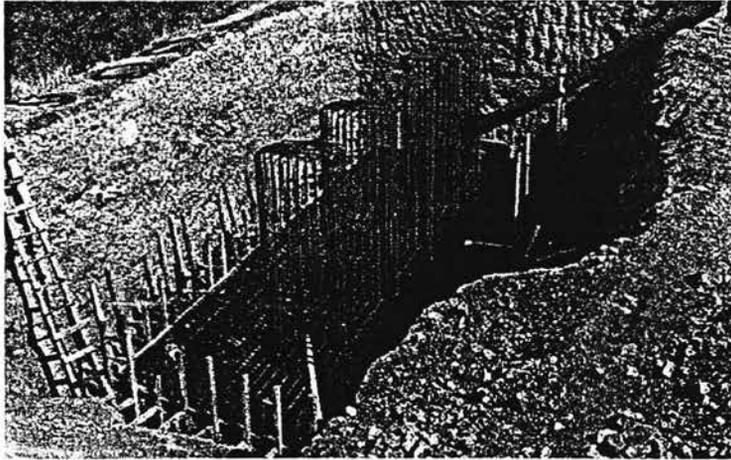
El tipo de material encontrado en el lugar de desplante es cohesivo-friccionante con una capacidad de carga de  $q_a = 150 \text{ ton/cm}^2$ .

Una vez realizada la excavación y afine, se procede a la brevedad posible, a colocar una plantilla de concreto pobre que proteja al material de fisuramiento por pérdida de humedad y que nos permita trabajar en una superficie seca y libre de materia extraña.

La plantilla tiene un espesor de 10 cm, tal como lo marca el proyecto; mientras se realiza esta actividad, en el patio de habilitado se efectúa el doblado del acero que servirá del refuerzo para la zapata del caballete, el habilitado del material se realiza siguiendo las normas de la Secretaría en particular para el doblado en frío, que es como se realiza en este caso.

Teniendo el nivel de desplante correcto, se realiza el trazo de la geometría correspondiente por medio del personal de topografía. Al terminar de construir dicha plantilla, se procede a armar el acero de refuerzo de L.E.  $\geq 4000 \text{ kg/cm}^2$ , tal como lo marca el proyecto.

La sección de la zapata es de 14.678 m de longitud por 6.00 m de ancho con una altura de 1 m, las dimensiones de la contra-trabe son de 14.678 m de longitud por 1.50 m de ancho y con una altura de 0.50 m. Figura 1.4.2.A.2.



ARMADO DEL ACERO DE REFUERZO EN LAS 5 COLUMNAS CABALLETE CUATRO.

FIG. 1.4.2.A.2.

Se inicia el armado del acero de refuerzo en base al trazo de los ejes transversales y longitudinales previamente trazados por un topógrafo, el diámetro del acero utilizado en el armado de la zapata y contra-trabe es de  $\frac{1}{2}$ " en los estribos, de 1" en la plantilla inferior y de 1" en la parrilla superior.

Encontrándose el acero armado al 100%, se procede a cimbrar el cuerpo de la zapata y de la contra-trabe, utilizando cimbra tradicional a base de paneles de triplay de  $2.44 * 1.22 \text{ m}$  y troquelando con polines y barrotes. El recubrimiento que marca el proyecto tiene un espesor de 7 cm, esto se logra colocando entre las paredes de la cimbra y el acero de refuerzo unos dados de concreto pobre.

Antes de proceder a colar, el residente de la obra debe enviar una solicitud de colado a la supervisión, esto con la finalidad de que estén informados de la fecha, hora y elemento que se va a colar, para que de esta forma se verifique que el armado del acero de refuerzo esta

COLOCACIÓN DEL CONCRETO.

Terminada la verificación del armado del acero y la buena colocación de la cimbra, se procede a realizar el colado del elemento, utilizando un concreto con una resistencia de  $f'c = 250 \text{ kg/cm}^2$ , con un agregado grueso máximo de  $\frac{3}{4}$  ", los materiales para la elaboración del concreto son dosificados en planta, la mezcla de los materiales se realizan en un camión revolvedora en el trayecto de la planta dosificadora de la obra.

El traslado del concreto se realiza con el apoyo de 3 camiones revolvedora con una capacidad, para transportar, de  $7\text{m}^3$  de concreto.

La colocación del concreto se llevó a cabo en forma directa, adicionándole al camión revolvedora unos canalones de acero y procurando que la altura de caída del concreto no fuera mayor a la permitida 1.50 m; para el acomodo del concreto se utilizaron vibradores de inmersión con vástago de 1" de diámetro.

El proporcionamiento que se utiliza en obra para alcanzar la resistencia deseada, de  $f'c = 250 \text{ kg/cm}^2$ , es el siguiente por  $\text{m}^3$ .

CEMENTO	350 kg.
GRAVA	850 kg.
ARENA	870 kg.
AGUA	195 l.

Durante el colado se encuentran presentes el personal encargado de la obra, la supervisión externa, y el laboratorio de supervisión interna, esto con la finalidad de : vigilar la buena colocación del concreto, que se realice un buen vibrado, evitar que existan juntas frías y efectuar un muestreo del concreto elaborado y verificar posteriormente que cumpla con la resistencia establecida en el proyecto.

Una vez terminando de colar el elemento y que se le ha dado la forma que marca el proyecto, se procede a cubrir la superficie expuesta a la intemperie con una película impermeable, esto con la finalidad de evitar que el concreto recién colocado pierda humedad.

**RESUMEN DE LOS MATERIALES.**

( Zapata y Contra-trabes)

CONCRETO $f_c = 250 \text{ kg/cm}^2$ en Zapata	140.91 m <sup>3</sup>
ACERO DE REFUERZO DE L.E. $\geq 4000 \text{ kg/cm}^2$	10,299 kg.
CONCRETO SIMPLE $f_c = 100 \text{ kg/cm}^2$	8.81 m <sup>3</sup> .
EXCAVACIÓN ( aproximada )	430 m <sup>3</sup> .

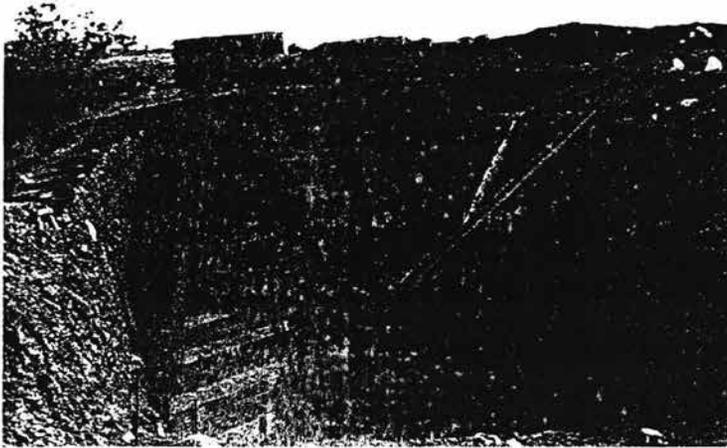
COLUMNAS.

Terminada la construcción de la zapata se procederá a construir las columnas que sostendrán al cabezal, para esto ya se encuentra anclado en la zapata el acero de refuerzo, la disposición de las barras de acero se realiza guiándose en los planos de proyecto, en los cuales se indica el diámetro, la longitud, la forma y la posición de cada una de las barras.

Las características principales de las columnas que sostendrán al cabezal, son las siguientes:

Son 5 elementos macizos de concreto reforzado de sección circular con un diámetro de 1.50 m y una altura de 1.968 m y que se mantienen constantes hasta su corona, en su construcción se empleo concreto con un  $f'c = 250 \text{ kg/cm}^2$  y acero de L.E.  $\geq 4000 \text{ kg/m}^2$ .

Figura 1.4.2.A.3.



COLUMNAS QUE SOSTENDRAN AL CABEZAL

FIG. 1.4.2.A.3.

Los materiales que se utilizan en el laboratorio del concreto se dosifican en planta y se transportan en un camión revolvedora de la planta al lugar de la obra, el agregado pétreo que se utiliza es de  $\frac{3}{4}$  " y es traído de los bauxos de material que la empresa tiene sobre el trazo de la obra en el kilómetro 41 + 500 en lado izquierdo y se trata de un material que se conforma de andesita triturada, el cemento utilizado es tipo CPO 20R.

En cuanto al acero, su doblado se realiza en un patio de habilitado siguiendo las normas que marca la Secretaría para el doblado en frío.

ACERO DE REFUERZO.

El diámetro mínimo del refuerzo para las columnas es de  $\frac{1}{2}$  " y corresponde al refuerzo transversal que se va colocando cada 25 cm en la parte que se encuentra anclado en la zapata, esta disposición se realiza guiándonos en los planos de proyecto.

El diámetro utilizado corresponde al del refuerzo longitudinal con un diámetro de 1", este nace en la base de la zapata y se compone de 28 juegos de 2 varillas y 28 varillas simples, como ya se indicó, esta disposición se realizará de acuerdo los planos de proyecto.

El acero de refuerzo utilizado en la construcción de las 5 columnas tiene un L.E. = 4000 kg/cm<sup>2</sup>.

El molde utilizado para cimbrar el cuerpo de las columnas es metálico, con las siguientes dimensiones:

LONGITUD	2.40 m.
DIÁMETRO	1.50 m.

El espesor de recubrimiento indicado en el proyecto es de 8 cm. Y este se logra colocando entre la pared del molde metálico y el acero de refuerzo unos dados de concreto simple.

COLOCACIÓN DEL CONCRETO.

La colocación del concreto se realiza de la misma forma que en el caballete No. 1 por lo que, antes de proceder a colar, es necesario verificar la vertical el acero, una vez que se encuentra en la posición correcta, se procede a colocar los moldes metálicos que nos servirán de cimbra, esto se realiza en los 5 cuerpos de las columnas, el paso siguiente es programar la fecha y hora de colado.

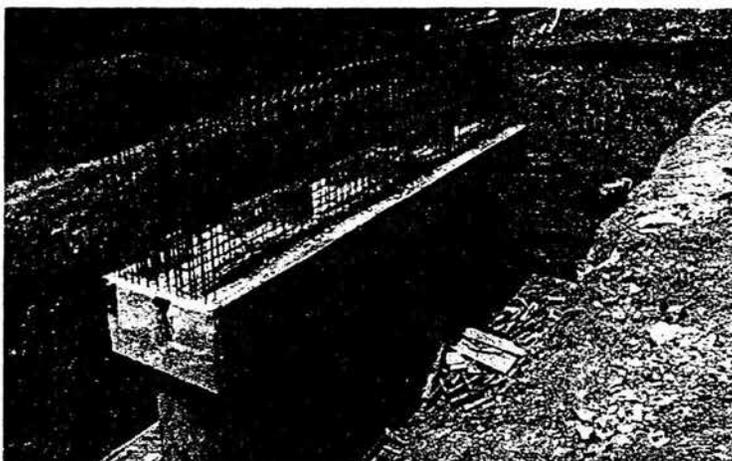
Previamente a la colocación se debe rociar una película de pegacreto que logre una unión adecuada entre el concreto fresco y la superficie de la zapata y al molde se le aplica una rociada de aceite quemado que logre que en el momento de descimbrar el elemento, el molde no se quede pegado.

La colocación del concreto se efectúa utilizando una bomba y añadiendo unos tubos conductores de concreto, para el acomodo se utilizaron vibradores de inmersión, el traslado se efectúo en 3 camiones revoladora.

El colado de las 5 columnas se realiza en partes de 1.50 m y 2.40 m cada una hasta llegar a la altura de proyecto, el tiempo que se tarda entre un colado y otro es de aproximadamente 1 día, esto se logra aplicando al concreto, antes de ser colado, un aditivo de tipo E, según

normas de la S.C.T., y cuyas características son las siguientes: aumenta la trabajabilidad del concreto para una resistencia dada, acelera el fraguado permitiendo una mayor resistencia del concreto a una corta edad y es un poderoso reductor de agua, el aditivo es el denominado Sikament - 100 y cuya dosificación como superfluidificante es, en base al peso del cemento, de 5 a 8.3 ml/kg de cemento, en este caso debe ampliarse el tiempo de mezclado  $\frac{1}{2}$  minuto mas por cada  $m^3$  de concreto.

En el momento de descimbrar cada columna, se debe aplicar una membrana que no permita que el elemento colado anteriormente pierda humedad. Figura 1.4.2.A.4.



ACERO DE REFUERZO PARA MURO PANTALLA

FIG. 1.4.2.A.4.

Al tiempo que se avanza en el colado de los cuerpos de las columnas, se avanza también, en el armado del acero de refuerzo transversal y longitudinal; es importante mencionar que conforme se avanza en el colado de los cuerpos de las columnas, se debe procurar que haya una buena unión entre el concreto nuevo y el concreto anterior, esto se logra dejando una superficie rugosa en el concreto y rociándole un aditivo que logre una buena unión entre los dos concretos.

Una vez terminada la construcción de las 5 columnas, se dejan en la parte superior de estas, los preparativos necesarios para poder cimbrar, colocar y amarrar el acero de refuerzo del cabezal, del muro pantalla y de los aleros del caballete.

CABEZAL, MURO PANTALLA, ALEROS Y DETALLES.

Teniendo armado al 100% el acero de refuerzo del cabezal y aprovechando el terraplén de acceso al puente, el paso siguiente es cimbrar el cuerpo de este elemento, la cimbra es tipo tradicional y es apoyada en el terraplén de acceso, después se procede a colar este elemento, teniendo cuidado de dejar el acero de refuerzo de los bancos de apoyo y topes sísmicos intermedios bien colocados y alineados de acuerdo al proyecto.

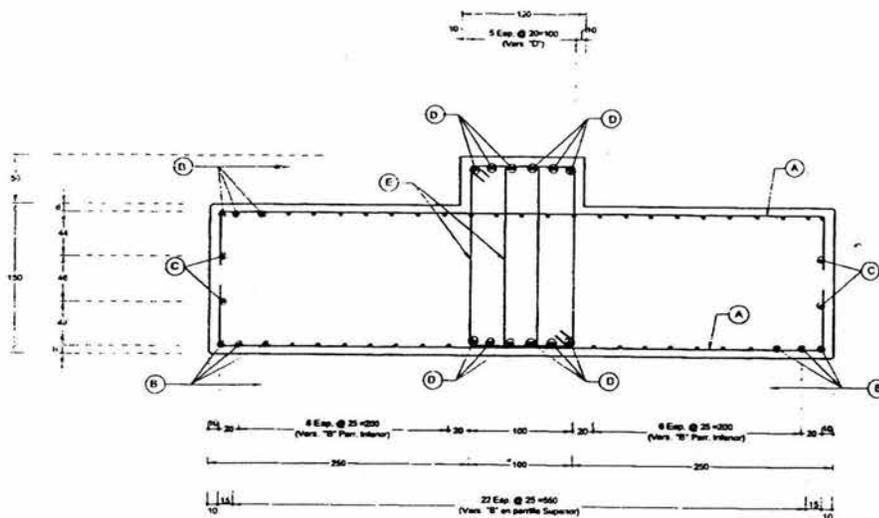
El concreto empleado tiene una  $f'c = 250 \text{ kg/cm}^2$  y el acero tiene una L.E. =  $4000 \text{ kg/cm}^2$ , el diámetro utilizado en el cabezal es de  $\frac{1}{2}$ " , en los bancos de apoyo y topes sísmicos, el diámetro máximo es de  $\frac{3}{4}$ " y de  $\frac{1}{2}$ " .

El curado de el cabezal del caballete se efectúo con vapor, las muestras de concreto, correspondientes al cabezal, que el laboratorio de supervisión obtiene, son colocadas dentro del nylon que cubre el cabezal.

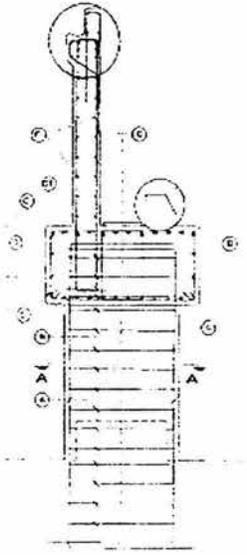
El siguiente paso es armar el acero de refuerzo, al 100%, del muro pantalla y de los aleros, para después proceder a colocar el concreto con resistencia de  $f'c = 250 \text{ kg/cm}^2$ , el acomodo de este material se hace utilizando un vibrador de inmersión.

Se debe mencionar que en la parte superior del muro pantalla solamente se debe dejar habilitado el acero, dado que el colado se realizará en el momento de recibir la junta de dilatación.

Las dimensiones y la disposición del acero de refuerzo de el cabezal, el muro pantalla, los aleros, bancos de apoyo, topes sísmicos y juntas de dilatación, se muestran en las sig. Figuras. 1.4.2.A.5.



ACERO DE REFUERZO EN TOPE SISMICO.  
FIG.1.4.2.A.5.



CABEZAL Y MURO PANTALLA  
FIG. 1.4.2.A.6.

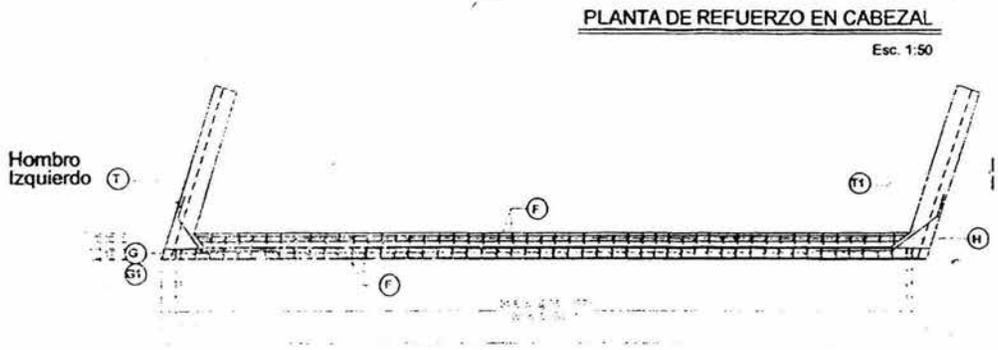
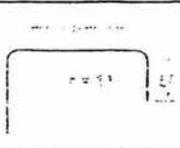


FIG. 1.4.2.A.7.

LISTA DE VARILLAS EN COLUMNAS								
VAR.	DIAM.	CANT.	LONG.	CROQUIS	a	b	c	PESO (KG)
A	8c	280	587		373	120	22	6530
B	4c	75	471		421	15	20	351

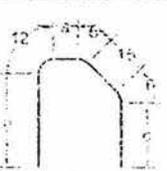
LISTA DE VARILLAS EN TOPES								
J	8c	89	273		14	120	100	965
K	3c	8	338		82	120	8	16
K1	3c	24	369		113	120	8	52
L	8c	15	330		46	120	22	197
M	8c	24	302		18	120	22	288

FIG. 1.4.2.A.8.

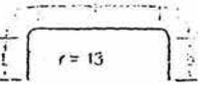
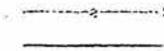
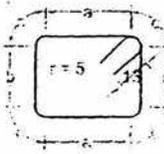
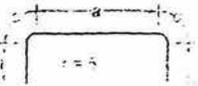
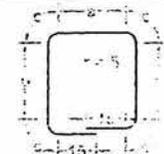
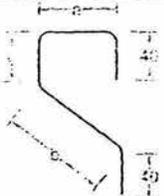
LISTA DE VARILLAS EN CABEZAL Y MURO PANTALLA								
C	10c	24	1417		1275	45	26	2110
C1	10c	12	1417		1275	45	26	1055
D	10c	4	1301		1301	-	-	323
E	4c	100	584		177	77	10	580
E1		12	M = 564 m = 286 $\Delta = 73.37$		M = 167 m = 28 $\Delta = 73.37$	77	10	51
F		28	1382		1322	20	10	394
G		54	686		16	300	10	368
G1		54	167		7	70	10	90
H		54	170		25	43	22	~

FIG. 1.4.2.A.10.

**RESUMEN DE MATERIALES .**

( Columnas, cabezal, muro pantalla y topes ).

CONCRETO DE $f_c = 250 \text{ kg/cm}^2$	60.03 m <sup>3</sup>
ACERO DE REFUERZO DE L.E. $\geq 4000 \text{ kg/cm}^2$	13,451 kg.

PRUEBAS A LOS AGREGADOS PÉTREOS (GRAVA Y ARENA).

El concreto empleado en la construcción del Viaducto "Barranca Cuatecomate" tiene un agregado grueso igual a  $\frac{3}{4}$ ", este agregado proviene de los bancos "Mina las derrumbadas Zacatepec Pue.", el material se obtiene por medio de trituración, el transporte se realiza con la ayuda de camiones de 14 m<sup>3</sup> cada uno; este agregado es utilizado en la elaboración de concreto de  $f'c = 100 \text{ kg/cm}^2$ ,  $f'c = 250 \text{ kg/cm}^2$ .

Las principales pruebas de laboratorio que se realizan a este agregado son las siguientes:

- Granulometría
- Peso Volumétrico
- Resistencia al desgaste
- Módulo de Finura

La arena utilizada para la mezcla de concreto proviene del banco ubicado a 30 km. Sobre el trazo del eje de la carretera y las principales pruebas de laboratorio que se le realizan son las siguientes:

- Granulometría
- Módulo de Finura
- Intemperismo Acelerado
- No debe tener Impurezas Orgánicas

El almacenamiento y manejo de los agregados se realiza de manera que no se altere su composición granulométrica por segregación o clasificación de los distintos tamaños que lo forman; según las normas dictadas por la S. C. T. Respecto al almacenamiento de los diferentes agregados pétreos, se deberá almacenar en plataformas o sitios adecuados o depósitos distantes para evitar que se mezclen entre sí los agregados de diferentes granulometrías.

Una vez que se cumple con las pruebas para el material pétreo y que resultan satisfactorias y aprobadas por S. C. T., se procede a la elaboración del concreto.

**I I**

**SUPERSTRUCTURA**

II.1.- GENERALIDADES

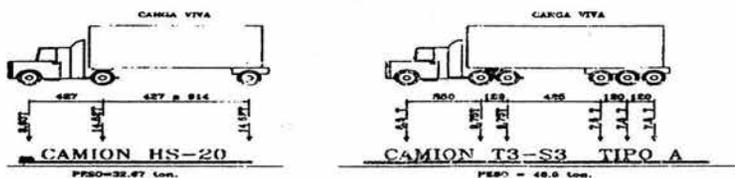
La superestructura de un puente es la parte de la estructura que se encarga de recibir directamente las cargas producidas por el tránsito vehicular (cargas vivas y muertas), y a su vez transmite dichas cargas a la subestructura.

La superestructura de un puente puede estar formada de diferentes materiales y de diferentes maneras, así por ejemplo, de piso de madera sobre largueros de madera, losas de concreto armado con nervaduras de hierro estructural, losas de concreto armado sobre traveses de acero, estructural, arcos de mampostería o de concreto, arcos metálicos, armaduras de hierro, etc.

Así pues, la superestructura del puente viaducto BARRANCA CUATECOMATE está formada por una losa de concreto armado sobre ocho traveses A.A.S.H.T.O. tipo VI MODIFICADA con una longitud, cada una, de 33 m y una altura de 1.90 m en el primer claro 1 - 2, en el siguiente claro 2 - 3, la superestructura está formada por una losa de concreto armado sobre traveses A.A.S.H.T.O. TIPO VI MODIFICADA de 33 m, de longitud y una altura de 1.90 m, y en el último claro 4 - 5, está formada por una losa de concreto armado sobre un grupo de 77 prelasas de concreto armado que a su vez están colocadas sobre 8 traveses A.A.S.H.T.O. TIPO VI MODIFICADA, con una longitud de 33 m y una altura de 1.90 m, cada una. ( ver plano general ).

La carga para la cual fue diseñada la superestructura es según proyecto una carga de dos HS - 20 y un T3-S3 Tipo A en tres bandas de circulación.

Los éxitos más notables obtenidos con el concreto presforzado se relacionan con la construcción de superestructuras para puentes. Su utilización ofrece las ventajas de bajo costo inicial, poco mantenimiento, gran durabilidad y estética. El concreto presforzado se ha empleado con éxito en puentes tanto de claros cortos como de claros grandes, en todos los climas del trópico al sub-ártico y del desierto a las selvas muy lluviosas. Los puentes presforzados pueden ser precolados o colados en sitio; los elementos y segmentos precolados pueden unirse a otros elementos o a concreto colado en sitio, para formar secciones compuestas, o monolíticas. Figura 2.2.1.



CARGA DE DISEÑO  
FIG. 2.2.1.

Se han estandarizado unidades para la superestructura de puentes pre-colados y presforzados de claro corto ( hasta de 52 m ); en estos elementos se incluyen traveses I y traveses T, losas planas macizas y aligeradas, unidades en cajón y canales. Un comité de la American Association of State Highway Officials Committee on Bridges and Structures, AASHTO y el instituto del Concreto Presforzado han elaborado un conjunto de traveses I estándar, de sus seis tipos, para claros de 9 a 43 m, estas traveses I standar A.A.S.H.T.O. – PCI cuando es necesario se pueden ensanchar las traveses para colocar ductos grandes que se usan en el postensado, a fin de que el alma sea mas gruesa.

Dentro de las ventajas que tiene el concreto colado en sitio podemos mencionar, menor cantidad de juntas, facilita la construcción de curvas horizontales y verticales y de transición, es fácil de obtener secciones transversales grandes y complejas y claros variables.

## **II.2- CONCRETO REFORZADO**

El presforzado consiste en crear un estado de esfuerzos y deformaciones dentro de un material, a fin de mejorar su comportamiento para satisfacer la función a que esta destinado. El método más común para aplicar presfuerzo es crear un esfuerzo de compresión en el concreto, con el que se balancean total o parcialmente los esfuerzos de tensión que surgirán en condiciones de servicio. El concreto es un material ideal para el presforzado, por que es muy resistente cuando esta comprimido, fácil de moldear en la forma deseada y protege el acero contra corrosión. Generalmente el presfuerzo se induce por medio de tendones de acero internos, los cuales se tensan y a continuación se anclan; el presfuerzo puede inducirse también por medio de una fuerza exterior, como la de un gato aplicado en los extremos del elemento.

### **II.2.A- DEFINICION**

El presfuerzo es la imposición de un estado de esfuerzo en un miembro estructural antes de ponerlo en servicio, el cual le permitirá soportar mejor las cargas y fuerzas que se le apliquen durante el servicio, o cumplir mejor las funciones para las que fue diseñado.

## **II.3.CONCRETO POSTENSADO**

El postensado se puede utilizar tanto en miembros precolados como en miembros colados en sitio; por lo general, los tendones se insertan después de que el concreto ha endurecido y se ha curado. Si se insertan antes del colado, existen siempre la posibilidad de una fuga de lechada de cemento al interior del ducto, con la consiguiente congelación en ese punto. En caso del curado con vapor en elementos postensados, la regla general es formar el ducto, colar y dejar que fragüe el concreto, después el ducto con agua y soplo lateral con aire comprimido. Hecho esto, se inserta el tendón, se fijan los anclajes y se esfuerza el tendón contra el concreto.

En el caso de tendones múltiples, se debe seleccionar una secuencia balanceada para el postensado, para evitar el sobreesfuerzo excéntrico o los Agrietamientos; puede ser

necesario presforzar los tendones por etapas, para compensar las pérdidas debido al acortamiento elástico y para evitar el sobreesfuerzo temporal.

Este tipo de presforzado por etapas se adapta muy bien a ciertos sistemas de anclaje: por lo general se requiere solo en el caso de tendones con fuerzas muy grandes y especialmente si son excéntricos a la sección transversal del miembro. Para el caso de construcción de traveses con una longitud mayor a los 29.50 m, el sistema de presfuerzo que se elige es el postensado.

### 2.3.A. DEFINICION

El postensado es la aplicación del presfuerzo, presforzando y anclando tendones a concreto ya fraguado. Comúnmente, los ductos se forman por medio de tubos dentro del cuerpo del concreto. Una vez que el concreto ha fraguado y alcanzado una resistencia suficiente, los tendones se insertan y se alargan por medio de gatos, después se les colocan anclas para transmitir a través de estos la carga de los gatos a los extremos del miembro de concreto, el postensado es extremadamente versátil y casi sin limitaciones de tamaño, longitud o rango de esfuerzos.

## II.4 CONCRETO PRETENSADO

El pretensado se efectúa presforzando los tendones y anclándolos luego en salientes exteriores; a continuación, el concreto se cuele y se cura de modo tal que alcance una resistencia adecuada a la compresión y a la adherencia. Una vez logrando esto, se sueltan los tendones de los anclajes y se transfiere el “presfuerzo” al miembro de concreto.

El presfuerzo solo se puede transmitir por medio del acortamiento elástico del concreto, pues mientras este no se haya acortado, no está presforzado.

En el pretensado se requiere una longitud adecuada de transferencia para transmitir el esfuerzo del tendón al concreto; por lo tanto los tendones se diseñan para realizar esta transmisión a una distancia tan corta como sea posible. El alambre liso solo se usa en los tamaños menores, por lo general en menos de 3 mm ( 1/8”); por encima de éstas dimensiones se emplean torones o cables de 3, 7 o 19 alambres. En los E.E.U.U., el torón de 7 alambres, en diámetros de 10 a 13 mm ( 1/8 a 1/2” ), se usa casi universalmente en la fabricación de elementos pretensados.

### 2.4.A. DEFINICIÓN

Es la imposición de un presfuerzo por medio del esfuerzo de los tendones en contra de las reacciones exteriores, lo cual se efectúa antes de que endurezca el concreto fresco, luego se deja que el concreto fragüe hasta un alto porcentaje de resistencia última, entonces los tendones se sueltan para transmitir el esfuerzo al concreto.

En casi todos los casos los torones de alta resistencia se extienden entre dos apoyos y se estiran por medio de gatos, hasta un 75% de su resistencia última; entonces el concreto se

cuela en cimbras que están alrededor de los tendones. El curado acelera por medio de vapor a baja presión y se sueltan entonces los tendones, de manera que el esfuerzo se transmite por adherencia al concreto. Los tendones alargados se acortan ligeramente, precomprimiendo y acortando la longitud del concreto.

Los elementos más comunes que se producen por pretensado son losas de techo y piso, pilotes, postes, traveses para puentes, paneles de muro y durmientes de ferrocarril. Para el caso de traveses de puentes el pretensado se utiliza en aquellas que la longitud máxima es de 29.00 m, para mayores longitudes se utiliza el postensado.

#### **II.4.1. TRABES A.A.S.H.T.O TIPO VI MODIFICADA TRAMOS 1 – 2, 2 – 3 Y 3 – 4.**

Antes de proceder a la construcción de las traveses A.A.S.H.T.O. TIPO VI MODIFICADA, se debe contar con algunos elementos. La construcción de unas plantillas se diseña de acuerdo al proyecto y basándose en las características del molde que será utilizado para la construcción de las traveses.

Las dimensiones de cada uno de las cuatro plantillas son las siguientes: 35.00 m de longitud, 0.71 m, de ancho y 0.30 m de espesor con chaflanes tipo 2 , en todo el perímetro superior, cada plantilla deberá llevar unos ductos anclados en el concreto; estos ductos tendrán un diámetro de 1 ½ ” y estarán espaciados a cada 1.22 m de longitud, esto de acuerdo a proyecto, el material utilizado es tubo de P.V.C.

Para la construcción de cada una de las plantillas, se utilizó concreto con una resistencia de  $f'c = 350 \text{ kg/cm}^2$  dispuesta en forma transversal a cada 30 cm, y longitudinalmente a 65 cm, y como cimbra se utilizó un molde metálico.

La función principal de la plantilla es la de nivelar el cuerpo de la trabe, para poder realizar sobre esta el armado del acero de refuerzo y, posteriormente, servir para rigidizar en la parte inferior el molde de la trabe por medio de “chiboles” o anclas que atraviesan de lado a lado la plantilla por medio de los ductos antes mencionados.

#### **ARMADO DEL ACERO DE REFUERZO**

El armado del acero de refuerzo de las traveses tipo VI, comienza con el doblado del acero, esta actividad se realiza en el patio de habilitado, el doblado del acero se realiza siguiendo las normas dictadas por la Secretaría en cuanto al doblado en frío del acero de refuerzo, la forma y el diámetro que debe tener la varilla es tomado de los planos de proyecto Figura. II.4.A.1.

Una vez que se tiene habilitado el acero de refuerzo al 100% se procede a colocarlo en la forma y con el diámetro que indica el proyecto, esto es, el acero transversal correspondiente a la zona maciza, zona de transición, en ambos extremos de la trabe, y patín inferior, este es el primero en colocarse, con un diámetro de ½ ”, el espaciamiento del acero en la parte que corresponde a la zona maciza es de 9 espacios a cada 15 cm, y en la zona de transición

existen 15 espacios a cada 15 cm, en los primeros dos metros que corresponde al patín inferior el espacio es cada 20cm, para después tener un espaciamiento de 30 cm en el resto de la mitad de la trabe, la otra mitad es simétrica a la primera; el refuerzo longitudinal inferior se coloca antes de la colocación del refuerzo transversal, el diámetro máximo de la varilla de refuerzo es de 1” y el diámetro mínimo es de  $\frac{3}{4}$ ” a lo largo de toda la trabe.

El siguiente paso es el armar el acero que corresponde al refuerzo transversal de toda la zona maciza, zona de transición y alma de la trabe, esto se hace en un solo paso debido a las características del refuerzo que va desde la parte inferior de la trabe hasta la parte superior, posteriormente se arma el acero transversal del patín superior a la par del armado del refuerzo transversal se coloca también el acero de refuerzo longitudinal en la forma que lo marca el plano del proyecto, el diámetro del acero de refuerzo transversal y longitudinal utilizado en la zona maciza, zona de transición, alma de la trabe y patín superior es de  $\frac{1}{2}$ ” en toda la trabe a excepción, como ya se mencionó, del acero de refuerzo longitudinal del patín inferior.

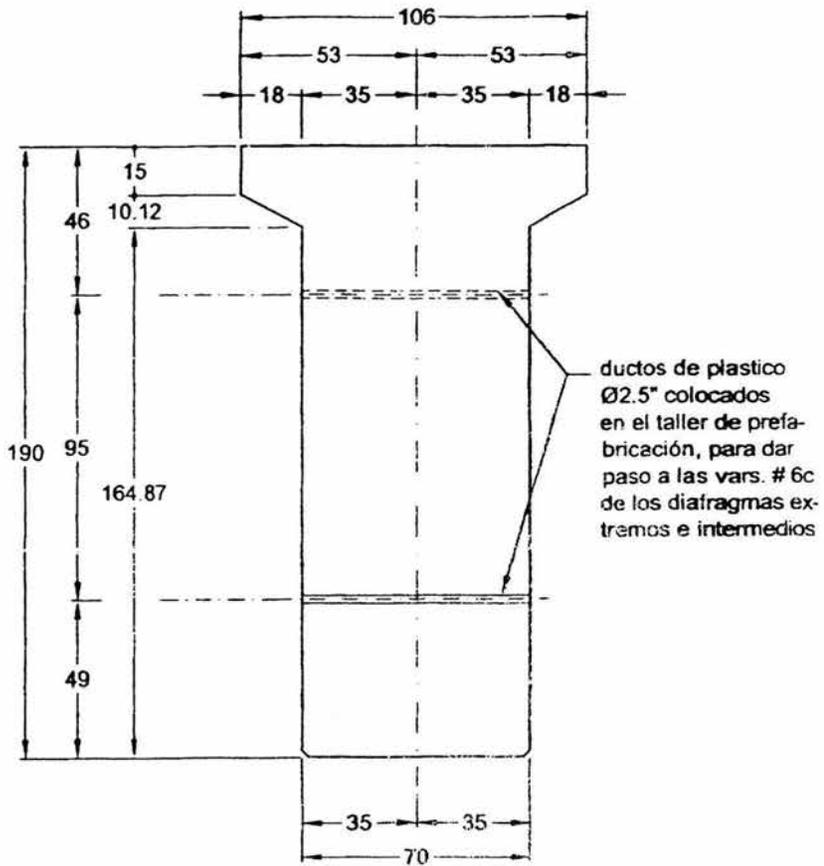


FIGURA II.4.A.1.  
 GEOMETRÍA DE LA TRABE A.A.S.H.T.O. TIPO VI MODIFICADA.

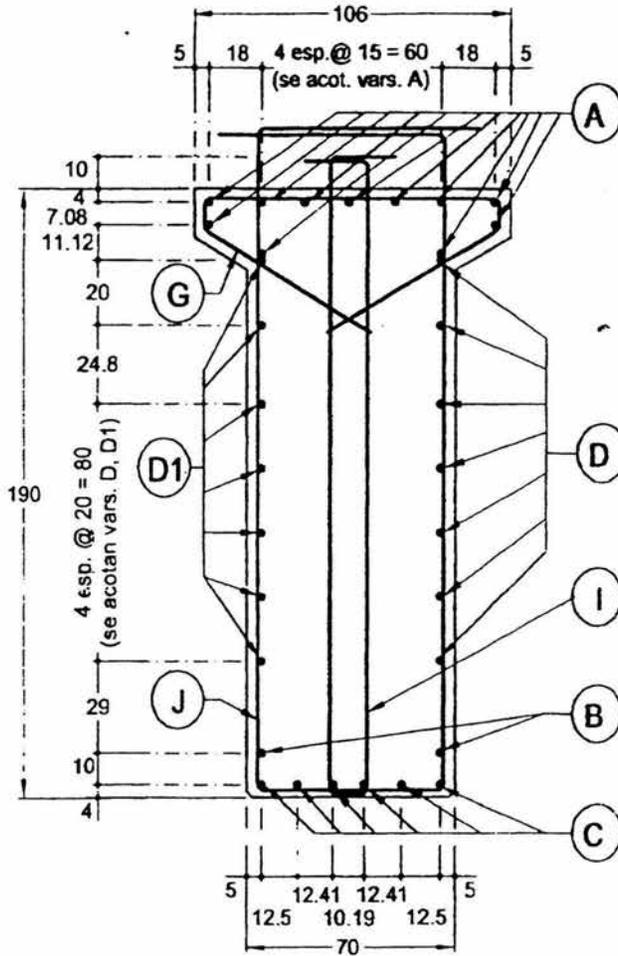


FIGURA .II.4.A.2.  
ACERO DE REFUERZO DE LA TRABE A.A.S.H.T.O. TIPO VI MODIFICADA

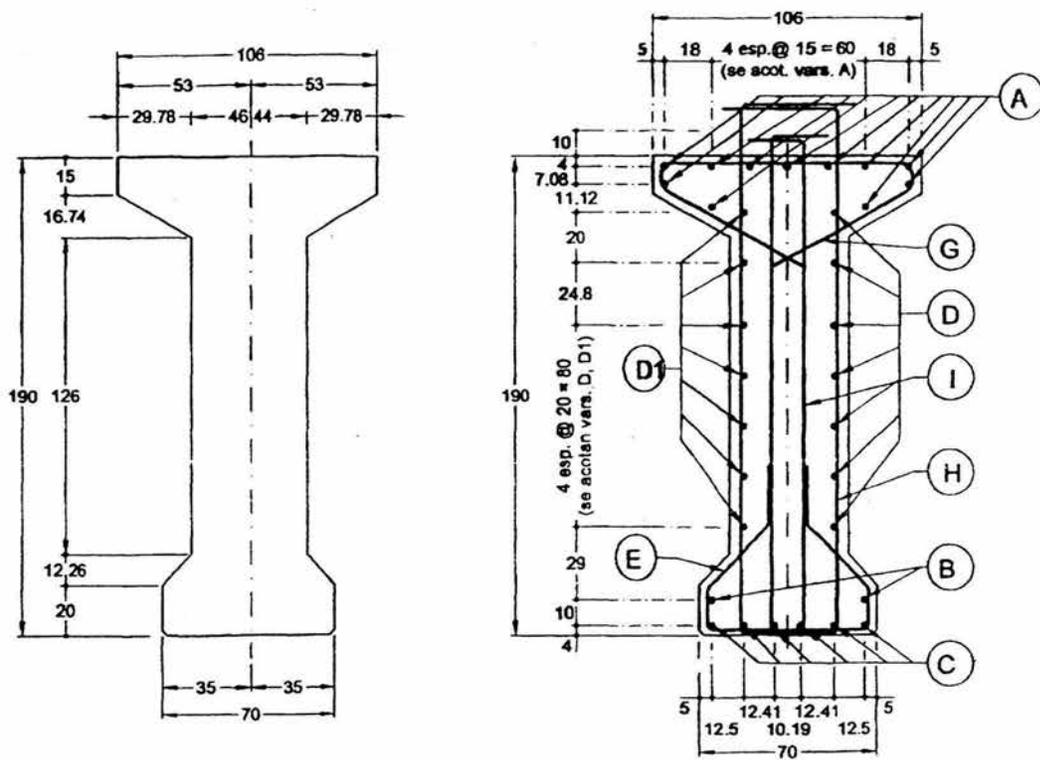
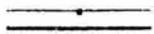
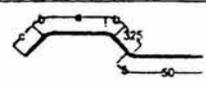
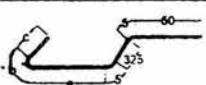
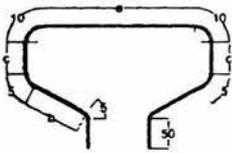
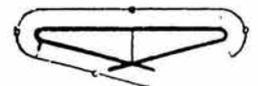
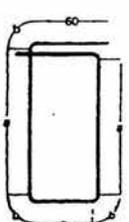
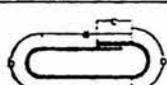


FIGURA. II.4.A.3.  
ZONA DE TRANSICIÓN

LISTA DE VARILLAS								
Var.	Diam.	Cant.	Long.	Croquis	a	b	c	Peso (kg)
A	4c	11	3255		3255	-	-	356
A1	4c	12	2565		2565	-	-	306
B	6c	2	3255		3255	-	-	145
C	8c	6	3255		3255	-	-	776
D	4c	2x7 = 14	572		160	6	20	80
D1	4c	2x7 = 14	625		210	10	20	87
E	4c	162	274		50	30	12	441
F	4c	124	274		52	29	12	338
G	4c	186	248		88	14	65	458
H	4c	2x18 = 36	M=592 m=552 Δ=15		191	10	M=50 m=10 Δ=15	204
I	4c	186	536		186	10	4	990
J	4c	2x13 = 26	602		191	10	60	156
J1	4c	2x1 = 2	552		191	10	10	11
	cables 1.91Ø	12	454		155	47	50	44

LISTA DE VARILLAS EN LAS TRABES A.A.S.H.T.O. TIPO VI. MODIFICADA.  
FIG. II.4.A.4.



En el diseño actual de una estructura se recomienda el uso de una mayor cantidad de acero con diámetro pequeño en vez de pocas varillas grandes, esto requiere nuevamente de un mayor cuidado en el armado y restringe el espacio para la colocación y vibrado del concreto; debido a esto, tal vez sea necesario utilizar agregado grueso más pequeño y vibradores más chicos, así como amarres más frecuentes para mantener el acero en posición.

El acero de difusión es el acero de refuerzo que absorberá los esfuerzos producidos en el momento en el que se proceda a tensar el cable multitorón, su diámetro es de  $\frac{1}{2}$ " con una L.E. =  $19000 \text{ kg/cm}^2$  y se localiza en ambos extremos de la trabe, por su forma, estos son los más difíciles de colocar; también se coloca un paquete de 4 cables tipo cascabel galvanizado a estos se les denomina ganchos de izaje y cuentan con alma de acero con un diámetro 1.91 de pulgada el paso siguiente es colocar el ducto de 4" de diámetro, que conducirá los cables del multitorón, estos se colocan en la forma que marca el proyecto teniendo su centro de coordenadas a la mitad de la trabe; también se dejan colocadas unas mangueras "ventilas" que servirán para expulsar el aire, atrapado en el conducto, en el momento de la inyección de la lechada del cemento.

El espesor del recubrimiento exterior es de 7.5 cm, y esto se logra colocando entre la varilla de refuerzo y la pared del molde unos dados de concreto simple, finalmente se coloca los conos de anclaje o "culatas", estos son fabricados a base de acero.

En cada uno de los extremos inferiores de la trabe, durante el armado del acero, se coloca una placa de acero estructural a-36 con una dimensión  $34.36 \times 34.36 \times 0.30 \text{ cm}$ .

Para el armado de cada una de las trabes se utilizan alrededor de 10 a 15 personas, el armado al 100% se realiza aproximadamente en 7 horas.

### CIMBRA

En la construcción de claros grandes es muy importante reducir al mínimo las deformaciones que se presentan durante el colado; por consiguiente, las cimbras deben ser rígidas o de suficiente sección para reducir las deformaciones elásticas al mínimo.

El concreto para preesfuerzo debe ser de alta resistencia. Este requisito significa automáticamente que se tendrán mezclas más secas y ásperas; esto, a su vez, requiere de un vibrado más intenso, el cual tiende a ocasionar deformaciones locales de las cimbras, como combaduras, a menos que tenga suficiente rigidez.

Frecuentemente el vibrado de las cimbras se usa para obtener la consolidación más completa de las secciones delgadas; esto ocasiona esfuerzos muy altos en las cimbras, incluyendo esfuerzos de fatiga, lo cual requiere una mejor construcción y fijación de la misma. Las técnicas del concreto presfuerzo requieren una localización adecuada de las fuerzas de preesfuerzo con respecto al centro de gravedad de la sección transversal, lo que significa que las cimbras deben construirse con mayor precisión que la normal.

La dosificación de la mezcla se realiza en planta y el mezclado en un camión revoladora durante el trayecto de la planta al patio de materiales, al llegar al patio el revenimiento del concreto es alrededor de  $12 \pm 2$  cm, en caso de llegar el concreto con un revenimiento muy bajo se procederá a incorporar un aditivo; los aditivos son muy útiles en el concreto presforzado, pues permite el uso de una relación agua-cemento mas baja, conservando la manejabilidad del concreto, el proyecto marca que para colar se debe tener un revenimiento de  $15 \pm 2$ cm el aditivo que se emplea es el conocido con el nombre de Sikament-100.

Para la colocación del concreto se utilizó una bacha de capacidad de  $0.75 \text{ m}^3$  y para poderla levantar se utilizó una grúa, el procedimiento de colado es el siguiente; al llegar la revoladora al sitio de colado se verifica el revenimiento del concreto y se empieza a vaciar el concreto en la bacha, el paso siguiente es colocar el concreto en la trabé procurando dejar, al termino del colado, sobre la superficie expuesta al medio ambiente una rugosidad de 6mm.

El proporcionamiento del concreto para alcanzar la resistencia deseada por metro cúbico es de:

CEMENTO	450 kg.
GRAVA	840 kg.
ARENA	820 kg.
AGUA	190 l.

### CURADO CON VAPOR

Inmediatamente después del colado, la superficie fresca del concreto, expuesta al sol o al viento, puede perder tal cantidad de agua que ocasione su fraguado y contracción, aún cuando el cuerpo del concreto este todavía en estado plástico; esto puede evitarse cubriendo e inyectando vapor al elemento.

El curado con vapor es un medio muy efectivo para acelerar el incremento de resistencia.

Para el colado del concreto se utiliza vapor de agua, este es empleado una vez que en el concreto a empezado el fraguado inicial, es decir, después de dos horas de colado el elemento. Para la colocación de la manguera que conducirá el vapor es necesario retirar los polines con los cuales se troquelo el molde.

El objetivo de utilizar vapor para el curado del concreto es que tan solo en 12 horas se alcanza una resistencia del 85 % en el elemento y así producir 6 trabes por semana, o sea, 1 trabe por día tal y como lo marca el programa de obra.

Es esencial adoptar un ciclo adecuado para el curado con vapor, el ciclo adoptado en el curado de las trabes es el siguiente: terminando de colar se procede a colocar alrededor de

La dosificación de la mezcla se realiza en planta y el mezclado en un camión revolvedora durante el trayecto de la planta al patio de materiales, al llegar al patio el revenimiento del concreto es alrededor de  $12 \pm 2$  cm, en caso de llegar el concreto con un revenimiento muy bajo se procederá a incorporar un aditivo; los aditivos son muy útiles en el concreto presforzado, pues permite el uso de una relación agua-cemento mas baja, conservando la manejabilidad del concreto, el proyecto marca que para colar se debe tener un revenimiento de  $15 \pm 2$ cm el aditivo que se emplea es el conocido con el nombre de Sikament-100.

Para la colocación del concreto se utilizó una bacha de capacidad de  $0.75 \text{ m}^3$  y para poderla levantar se utilizo una grúa, el procedimiento de colado es el siguiente; al llegar la revolvedora al sitio de colado se verifica el revenimiento del concreto y se empieza a vaciar el concreto en la bacha, el paso siguiente es colocar el concreto en la trabé procurando dejar, al termino del colado, sobre la superficie expuesta al medio ambiente una rugosidad de 6mm.

El proporcionamiento del concreto para alcanzar la resistencia deseada por metro cúbico es de:

CEMENTO	450 kg.
GRAVA	840 kg.
ARENA	820 kg.
AGUA	190 kg.

### CURADO CON VAPOR

Inmediatamente después del colado, la superficie fresca del concreto, expuesta al sol o al viento, puede perder tal cantidad de agua que ocasione su fraguado y contracción, aún cuando el cuerpo del concreto este todavía en estado plástico; esto puede evitarse cubriendo e inyectando vapor al elemento.

El curado con vapor es un medio muy efectivo para acelerar el incremento de resistencia.

Para el colado del concreto se utiliza vapor de agua, este es empleado una vez que en el concreto a empezado el fraguado inicial, es decir, después de dos horas de colado el elemento. Para la colocación de la manguera que conducirá el vapor es necesario retirar los polines con los cuales se troquelo el molde.

El objetivo de utilizar vapor para el curado del concreto es que tan solo en 12 horas se alcanza una resistencia del 85 % en el elemento y así producir 6 trabes por semana, o sea, 1 trabe por día tal y como lo marca el programa de obra.

Es esencial adoptar un ciclo adecuado para el curado con vapor, el ciclo adoptado en el curado de las trabes es el siguiente: terminando de colar se procede a colocar alrededor de

todo el elemento una manguera con un diámetro de 5" y con dos pequeños orificios a cada 1.50 m, de separación, el paso siguiente es cubrir con lonas de nylon ahulado toda la trabe, para después proceder a calentar el agua de la caldera hasta llegar a una temperatura de 30 grados y así aplicar el vapor a presión atmosférica; durante las tres primeras horas la temperatura va aumentando paulatinamente de  $\pm 30$  grados hasta llegar a  $\pm 75$  grados, la temperatura durante las siguientes 7 horas debe estar entre 70 y 80 grados centígrados para finalmente las dos últimas horas lentamente a disminuir la temperatura ambiente, terminando las doce horas se procede a darle un tiempo de reposo, al elemento, de 2 horas más.

El equipo empleado para el curado a vapor es el siguiente: una caldera con capacidad para almacenar 600 l de agua, un quemador situado debajo de la caldera, un tanque de diesel con capacidad de 850 l y un motor de combustión interna. Para las doce horas que dura el colado se utilizan alrededor de 6500 l de agua y cerca de 1000 l de diesel; el diesel pasa a presión hasta llegar al quemador, donde se realiza la combustión y así con el calor generado se comienza a calentar el agua contenida en la caldera hasta llegar a la temperatura de 30 grados y enviar el vapor hacia el conducto.

Un curado correcto asegura la total hidratación de las partículas de cemento, al suministrar continuamente la humedad necesaria; además, las grietas por contracción se eliminan o se reducen al mínimo, pues las contracciones por secado se demoran hasta que el concreto tiene suficiente resistencia a la tensión como para resistirlas sin agrietarse.

Terminando la aplicación del vapor se procede a retirar el molde y colocarlo en la plantilla de la siguiente trabe a fabricar, mientras esto sucede, en la trabe anterior se inician los preparativos para aplicar el preesfuerzo, esta actividad por su importancia se describe detalladamente en el tema tres.

### INYECCIÓN DE LECHADA

Al término del tensado de los torones el paso siguiente es cortar el cable sobrante, para así por último proceder a inyectar lechada a presión en el interior de los ductos, esto con la finalidad de proteger el cable de preesfuerzo contra la corrosión.

El método más usado para confinar los tendones en los ductos de sistemas postensados consiste en rellenar dichos ductos con lechada de cemento. Con este relleno se logra varios propósitos:

- Confinar el acero de refuerzo en un medio ambiente alcalino, protegiéndolo contra la corrosión.
- Llenar el ducto para que el agua no entre ni se congele dentro del mismo.
- Asegurar la adherencia necesaria entre los tendones y el concreto estructural.
- Completar la sección transversal del concreto.

El relleno se hace dentro de las 48 horas siguientes a la colocación del acero y 24 horas después de la aplicación del preesfuerzo; si los tendones deben permanecer colocados y sin relleno durante un tiempo mayor que el mencionado, es preferible no aplicarles ningún esfuerzo y protegerlos de manera especial contra la corrosión.

La técnica de rellenos es uno de los factores más importantes en toda la secuencia de la construcción presforzada; como es compleja y depende de una ejecución hábil y adecuada por parte del trabajador, se han establecido varias reglas y procedimientos para asegurar que de buenos resultados.

Idealmente, el relleno debe tapar toda la sección transversal, sin dejar huecos; sin embargo, no debe estar sujeta a grandes presiones, pues ocasionaría su expansión y consecuentemente grietas longitudinales en el concreto estructural. Debe de ser denso y homogéneo para no dejar huecos a lo largo del acero, debe fluir fácilmente para llenar los intersticios que haya entre los alambres y entre estos y los ductos donde se apoyan. El relleno debe tener una alta resistencia a la compresión y a la adherencia; también debe alcanzar lo más pronto posible una alta resistencia y contener una cantidad relativamente grande de cemento.

Lo principal para asegurar un relleno satisfactorio y, por consiguiente, el factor de control más importante es la relación agua-cemento, la cual no debe ser mayor de 0.45; el relleno debe mezclarse perfectamente con máquina, para asegurar un mezclado total y obtener un relleno fácil de inyectar. Se ha comprobado que el relleno a base de agua y cemento es satisfactorio en ductos de 3 a 5 pulgadas.

Para la inyección de la lechada es importante adicionar un aditivo que mejore la trabajabilidad de la mezcla, el aditivo seleccionado es el Sikament 320-n; la relación agua cemento es de 1:2, esto es, por cada 25 litros de agua se agregan 50 kg de cemento tipo CPO 20R, para cada trabe es necesario emplear 8 bultos de 50 kg de cemento.

El equipo empleado es capaz de producir un relleno de consistencia uniforme y coloidal; es necesario que el mezclado sea mecánico, no manual. Primero se coloca el agua en la mezcladora y después el cemento. La bomba para relleno es de desplazamiento positivo y produce una presión de descarga  $10.5 \text{ kg/cm}^2$ , esta cuenta con sellos adecuados para evitar la introducción de aceite, aire y otras sustancias extrañas en el relleno y para evitar pérdidas de relleno o agua. La presión de bombeo se regula para evitar presiones mayores que la mencionada anteriormente.

A continuación se inyecta el relleno, comenzando con una presión baja aproximadamente de  $2.8 \text{ kg/cm}^2$ , y aumentándola gradualmente hasta que el relleno salga por las aberturas o ventilas; entonces la presión puede ajustarse gradualmente a la presión de diseño, el flujo óptimo para un relleno en un ducto de tamaño normal de 3 a 5 pulgadas es de 5 a 12 metros por minuto; es preferible llenar con velocidades menores, ya que se reduce el número de huecos. El relleno se continua hasta que la consistencia de la mezcla que sale a través de las aberturas sea la misma de la mezcla inyectada y sin burbujas de aire o gotas de agua visibles. Según vaya fluyendo el relleno fuera de las aberturas, pueden irse cerrando una tras otra, comenzando por supuesto con la más cercana al punto de bombeo. Con esto concluye la construcción de una trabe para puente.

**RESUMEN DE MATERIALES****TRAMO 1 – 2 y 3 – 4.**ACERO DE REFUERZO L.E. =  $4000 \text{ kg/cm}^2$  4348 kg.CONCRETO  $f_c = 350 \text{ kg/cm}^2$  27.45  $\text{m}^3$ 

NUMERO TOTAL DE TRABES 8 PIEZAS.

CABLE CASCABEL GALVANIZADOS SERIE G-37.

ACERO DE PRESFUERZO  
L.R. =  $19000 \text{ kg/cm}^2$  TORONES  $1.27 \phi$  1459 kg.ALMA DE ACERO  $1.91 \phi$  PARA EL IZADO DE  
LA TRABE 44 kg.**TRAMO 2 – 3.**ACERO DE REFUERZO L.E. =  $4200 \text{ kg/cm}^2$  4301 kg.CONCRETO  $f_c = 350 \text{ kg/cm}^2$  27  $\text{m}^3$ .

NUMERO TOTAL DE TRABES 8 PIEZAS.

ACERO DE PRESFUERZO DE L.R.  $> 19000 \text{ kg/cm}^2$   
TORONES  $1.27 \phi$  1459 kg.

CABLES CASCABEL GALVANIZADOS SERIE G –37

ALMA DE ACERO DE  $1.91 \phi$  PARA EL IZADO DE  
TRABE 44 kg.

**RESUMEN DE MATERIALES****TRAMO 1 – 2 y 3 – 4.**

ACERO DE REFUERZO L.E. $\geq 4000$	4348 kg.
CONCRETO $f_c = 350 \text{ kg/cm}^2$	27.45 $\text{m}^2$
NUMERO TOTAL DE TRABES	8 PIEZAS.
CABLE CASCABEL GALVANIZADOS SERIE G-37.	
ACERO DE PRESFUERZO L.E. $\geq 19000 \text{ kg/cm}^2$ TORONES 1.27 $\phi$	1459 kg.
ALMA DE ACERO 1.91 $\phi$ PARA EL IZADO DE LA TRABE	44 kg.

**TRAMO 2 – 3.**

ACERO DE REFUERZO L.E. $\geq 4000 \text{ kg/cm}^2$	4301 kg.
CONCRETO $f_c = 350 \text{ kg/cm}^2$	27 $\text{m}^3$ .
NUMERO TOTAL DE TRABES	8 PIEZAS.
ACERO DE PRESFUERZO DE L.E. $\geq 19000 \text{ kg/cm}^2$ TORONES 1.27 $\phi$	1459 kg.
CABLES CASCABEL GALVANIZADOS SERIE G –37	
ALMA DE ACERO DE 1.91 $\phi$ PARA EL IZADO DE TRABE	44 kg.

**I I I**

**SISTEMA DE PREESFUERZO**

## SISTEMA DE PREESFUERZO

### III.1.- GENERALIDADES

Actualmente en la practica existen varios sistemas de presfuerzo, dentro de los cuales destacan los sistemas tales como: el Sistema Freyssinet, Sistema de tensado Stronghold, Sistema de presfuerzo BBRV y el sistema de anclaje y tensado Gifford-Udall.

El ingeniero constructor debe tener un conocimiento general de los sistemas disponibles y tenerlos presentes en el momento de comenzar el diseño de sus elementos; para, de esta manera, elegir de manera mas adecuada el sistema correcto.

Para la fabricación de las traveses pretensadas que componen la superestructura del puente, se utilizo el sistema de presfuerzo, el cual a continuación se describen sus características principales.

### III.2.- SISTEMA DE PREESFUERZO

Este sistema cuenta con gatos especiales provistos de una palanca de anclaje flotante, lo que equivale a decir que al aplicar la fuerza de tensión la placa de anclaje con sus cuñas se desplaza acompañado al cable, con lo cual es posible retensar o destensar, ajustándose así al máximo los alargamientos a los considerados en el proyecto.

El proceso de presfuerzo en sí, se puede generalizar en el siguiente orden:

- Los ductos que alojaran a los cables de presfuerzo deben seguir lo mas apegado posible a las trayectorias que marca el proyecto en virtud de que en caso de quiebres se presentarían problemas durante el tensado por las fricciones adicionales que esto ocasiona y que pueden ser de consideración.
- Es conveniente la colocación de un poliducto dentro del ducto de la lamina que formaría el hueco donde se coloca los cables del presfuerzo, el cual se utiliza después del colado para permitir la colocación del acero.
- Antes del tensado del acero se procede al estudio de los diagramas de esfuerzo, anotando los valores exigidos, con el objeto de conocer las fuerzas de gateado necesarias en los cables, teniendo especial cuidado en la caída de tensión necesaria al final del tensado.
- Es preciso conocer la curva de esfuerzo-deformación del acero por emplear y calcular con ella y con los datos de proyecto ( longitud del cable y tensión a lo largo del mismo), las elongaciones por lograr.
- Conocer el funcionamiento del gato y el área del pistón que recibirá la presión por aplicar durante el gateado, mediante la bomba de inyección regulada con el manómetro.

- Antes de iniciar el tensado es necesario purgar el gato para expulsar burbujas de aire, basura, etc., ya que queda aire comprimido por el aceite, no lográndose la carrera del pistón ni la fuerza de gateo necesaria.
- Calibrar los manómetros, operación que se efectúa en el laboratorio.
- Comprobar que el cable corra libremente dentro del ducto, a fin de asegurar que la acción de tensado se distribuya a todo lo largo del cable.
- Para el tensado del cable se aplica inicialmente una tensión del orden del 10 al 20% del total, hecho esto, se mide la carrera que tuvo el pistón del gato, con la mayor exactitud posible, de esta manera se miden los alargamientos.

A continuación se aumenta la tensión al doble de la inicial y se mide nuevamente la carrera del gato y así sucesivamente se sigue aumentando con incrementos iguales, hasta llegar a la prevista para lograr los esfuerzos calculados, que en ningún caso deben exceder el límite elástico del acero.

\*En caso de que el tensado se haga de ambos lados, se procede en forma semejante, es decir instalando dos gatos de tensado, trabajándose en forma simultánea.

\*Al final del tensado regularmente los sistemas de anclaje provocan cierto corrimiento automático del cable hacia adentro del miembro durante la operación del anclaje, lo que representa una caída de tensión en los extremos del cable este corrimiento varía de 1 a 8 mm, según el sistema de tensado que se haya empleado, y el cual es un factor determinante en el diseño.

Son de preferirse los sistemas que permiten los mayores corrimientos al efectuarse el anclaje, pues con ello es posible trabajar provisionalmente el acero a mayores esfuerzos.

\*Finalmente se procederá a efectuar la inyección de lechada que llenara el espacio entre el acero y ductos, ya que de lo contrario pueden corroerse los cables haciéndolo perder resistencia. En acero tensado, por estarlo, este efecto es mas sensible que en el acero tensado.



FIG. III.2.A.1.

PATIO DE MATERIALES DONDE SE PRODUCEN LAS TRABES PARA EL "VIADUCTO CUATECOMATE"

**CARACTERÍSTICAS DEL PREESFUERZO QUE SE UTILIZARÓN EN EL VIADUCTO.**

El presfuerzo de ruptura del acero LR > 19000 kg/cm<sup>2</sup>, el numero y el diámetro de los torones de los cables es el siguiente:

CABLE No. 1	12 TORONES DE ½" φ	A.T. = 11.84 cm <sup>2</sup> .
CABLE No. 2	12 TORONES DE ½" φ	A.T. = 11.84 cm <sup>2</sup> .
CABLE No. 3	12 TORONES DE ½" φ	A.T. = 11.84 cm <sup>2</sup> .
CABLE No. 4	12 TORONES DE ½" φ	A.T. = 11.84 cm <sup>2</sup> .

COEFICIENTE DE FRICCIÓN EN EL DUCTO POR DESARROLLO LINEAL K = 0.0015/m.

COEFICIENTE DE FRICCIÓN EN EL DUCTO POR CURVATURA K = 0.21/rad.

DESPLAZAMIENTO SUPUESTO EN LOS ANCLAJES, AL ANCLAR = 5 mm.

PRESFUERZO TOTAL EN OPERACIÓN POR TRABES, AL CENTRO DEL CLARO = 574.40 ton.

La fuerza de tensión para la primera aplicación sobre los cables de presfuerzo es de 100 bar, para la segunda es de 200 bar, para la tercera es de 300 bar; debido a que la longitud máxima del pistón no es lo suficientemente larga se hace necesario llegar a los 300 bar regresar todo el pistón para de esta manera volver a tensar a la misma fuerza y continuar con la cuarta aplicación hasta llegar a los 400 bar, la quinta aplicación es de 500 bar, y por último se aplica una fuerza de 530 bar; al termino de cada aplicación de presfuerzo se mide alargamiento del pistón.

La secuencia de tensión de una base se realiza de la siguiente forma:

Tensar por un extremo, estando auto-anclado el opuesto, la aplicación del presfuerzo se lleva acabo una vez que el concreto a alcanzado el 85% de su resistencia total el presfuerzo total se realiza en dos etapas:

Primera etapa: cables número 1 y 2 simultáneamente

Segunda etapa : cables número 3 y 4 simultáneamente.

El primer multitorón al que se le aplicara el presfuerzo es que se ubica en la parte superior y se tensa al 100%, después se procede a cambiar todo el equipo al otro extremo de la trabe para continuar con el segundo multitorón tensándolo al 100%.

El paso siguiente es cambiar nuevamente al otro extremo de la trabe el equipo y tensar el tercer multitorón al 50% el proceso es igual para el cuatro multitorón hasta llegar a tensar tanto el tercero como el cuarto al 100%.

Después de aplicado el preesfuerzo se contraventea la trabe regidizándola adecuadamente mediante polines, con el objeto de reducir al máximo el riesgo de la falla por pandeo inelástico durante la maniobra de la misma. Es recomendable que la inyección de la lechada En los ductos, se haga inmediatamente después del tensado y anclado de los cables o en las siguientes 24 horas, la geometría de los extremos de las trabes permite el uso de anclajes “STRONGHOLD FREYSSINET”.

### **III.3.- CABLES Y GATOS DE PRESFUERZO**

El método mas común para inducir un esfuerzo de compresión en el concreto es de tensar un torón y anclarlo al mismo; dicho torón se puede localizar dentro de la sección longitudinal del concreto, ya sea empotrado directamente o dentro de un ducto.

La característica mas importante de los torones utilizados en la aplicación del preesfuerzo para las trabes tipo VI son las siguientes:

El torón debe tener alta resistencia a la tensión y capacidad para mantener indefinidamente un alto estado de esfuerzos, con escasas perdidas por relajamiento, corrosión o fatiga; el alambre y las varillas de acero estirado en frío tienen estos atributos y son los mas comunes para la fabricación.

El alambre de acero estirado en frío se fabrica en diámetros hasta de 7mm y tiene resistencias que varían de 17000 a 21000 kg/cm<sup>2</sup> con módulos de elasticidad de 2000000 a 2100000 kg/cm<sup>2</sup>; sin embargo, la adherencia entre los alambres lisos y el concreto es baja, lo cual requiere gran cantidad de alambres pequeños para el pretensado, o bien, medios adecuados de anclaje para el postensado.

Entrelazados varios alambres puede lograr un tendón de capacidad considerable y excelentes propiedades de adherencia, aunque existe una pequeña reducción en el modulo de elasticidad ( 5 a 10%); el cable de 7 alambres se usa ampliamente en el pretensado y en menor grado en el postensado.

Por lo general el tipo de alambre utilizado para este fin es redondo, y a eso se debe que al formar el torón queden intersticios entre los alambres.

En lo que se refiere a los gatos utilizados para el postensado de las trabes tipo VI, se puede mencionar que dentro de las características mas importantes figuran las siguientes:

Como ya hemos mencionado anteriormente los gatos de preesfuerzo cuentan con una placa de anclaje flotante, esta es una placa de acuñamiento en la cual se introduce los doce cables de preesfuerzo, posteriormente al aplicar la fuerza de tensión esta se desplaza acompañando al torón; la fuerza de tensión es aplicar por medio de aceite hidráulico que es a su vez controlado desde una caja de control.

**IV**

**DISPOSITIVOS MECÁNICOS  
PARA EL MONTAJE DE TRABES.**

**ESTA TESIS NO SALE  
DE LA BIBLIOTECA**

#### IV.1- GENERALIDADES.

Antes de comenzar a describir el método utilizado para el izado y montaje de las traveses de la superestructuras del Viaducto Barranca Cuatecomate mencionaremos brevemente algunos métodos utilizados en el mundo.

La mayoría de los métodos y técnicas de montaje que se han ideado y empleado en la construcción de puentes presforzados, esta incluida en las siguientes categorías:

##### MONTAJE DE TRABES, USANDO GRÚA.

Esto incluye el montaje con grúas manejadas desde tierra firme, plumas colocadas sobre el agua o plumas montadas sobre la misma estructura.

Cuando se usan estrobos inclinados, deben considerarse los esfuerzos temporales de pandeo ocasionados por el incremento de compresión con los patines superiores de la trabe, así como las fuerzas que actúan en los aparatos usados para el izaje; durante este deben tomarse en cuenta todos los ángulos de aplicación de las fuerzas para cada posición; los lazos usados en el izaje deben ser adecuados para todos los ángulos con el fin de evitar rupturas localizadas o sobreesfuerzos.

Las grúas apoyadas en tierra deben tener un soporte firme, adecuado para soportar las cargas temporales bajo sus rieles, ruedas u orugas; la posición de la grúa, los ángulos de izaje y el radio de trabajo deben trazarse en dibujos de trabajo, situándolos y haciéndolos cumplir con exactitud en el campo.

Cuando se usan dos grúas para montar un solo miembro, cada una debe tener capacidad para tomar cuando menos un 66 % de la carga total y deben tomarse precauciones para evitar el balanceo y los tirones laterales sobre los brazos de las grúas, así como para asegurar que la trabe no golpé uno de estos durante los pasos sucesivos en su rotación.

Las plumas o grúas montadas sobre la estructura deben fijarse adecuadamente y deben revisarse las cargas temporales aplicadas a la estructuras, incluyendo la torsión.

##### MONTAJE SOBRE OBRA FALSA.

Una armadura de acero o de aluminio se coloca en posición, y se levantan los elementos uno por uno, por ejemplo usando una grúa sobre la obra falsa; cuando se ha montado un claro completo, se aplican gatos a las unidades precoladas o coladas en sitio y se calzan al perfil exacto, se hacen las juntas y se aplican el presfuerzo.

Este método se adapta especialmente al caso de traveses paralelas, porque una vez montada y presforzada una trabe, el presfuerzo sirve para decimbrar la obra falsa, la cual después puede moverse lateralmente a la siguiente trabe paralela.

Como alternativa, el tramo de obra falsa puede estar por encima de la localización final de la trabe, levantando las unidades precoladas o coladas en sitio a su posición desde las barcasas por medio de malacates y manteniéndolas así hasta que se conectan y presfuerzan.

#### PLUMA PARA LANZADO.

Este método implica el uso de una pluma especial de montaje o de lanzado, la cual puede incluir los medios para moverse por sí misma hacia delante, a medida que se va terminando las secciones del puente.

En otro sistema, los segmentos colados en sitio o precolados se mueven hacia adelante al nivel de la cubierta, desde uno de los apoyos y hacia fuera, sobre la superestructura ya terminada; después, el segmento se levanta con la pluma y se lleva hacia delante. Para poder pasarlo sobre las patas de apoyo, por lo general se gira en un ángulo recto con respecto a su posición final, regresándolo después y colocándolo en su sitio.

Cuando se usa una pluma para el lanzado con el fin de montar trabes presfuerzadas, deben de hacerse consideraciones para el traslado lateral de las mismas después de que se han movido hacia su claro respectivo; para este traslado lateral, a menudo se emplean rodillos, ruedas sobre rieles y gatos. Deben colocarse topes para evitar que la trabe se mueva más allá del extremo del cabezal y cause accidente.

Las plumas para lanzado son en sí puentes de acero, sujetos a inversión de esfuerzos según se mueven y a impactos cuando manejan los segmentos precolados o colados en sitio; como por lo general las conexiones son atornilladas en campo, es importante prever la inspección frecuente de todas las juntas y la reparación y refuerzo de cualquier miembro dañado accidentalmente.

#### LANZADO DIRECTO.

Este método se emplea para mover longitudinalmente trabes precoladas, después de una parte ya terminada de la superestructura hasta su localización final.

Se balancea una “nariz” de lanzado por medio de un contrapeso o una extensión pesada en la parte de atrás; la trabe debe calcularse considerando las condiciones temporales de esfuerzos que se producen cuando se pone en voladizo hacia delante y, si es necesario, reforzar con armaduras exteriores o refuerzo interior. Este método es particularmente adecuado para los claros simples en sitios alejados.

#### MONTAJE DE TRABES CON “TACHUZA”.

#### IV.2.- TACHUZA.

Antes de proceder al armado de la tachuza para el montaje de trabes, se realiza su traslado del lugar donde se tiene almacenada, el traslado se realiza utilizando 2 tractocamiones y añadiéndoles unos Dollys direccional con cuatro ejes con una capacidad de carga de 80 toneladas, al mismo tiempo se procede a construir unos bancos de apoyo tanto en la parte

posterior del muro pantalla de cada caballete como en el cabezal de cada pila. Figura IV.2.1.

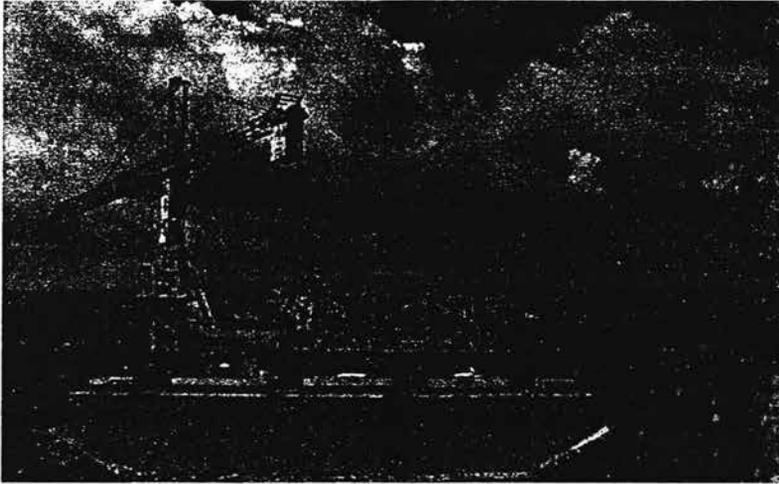


FIG. IV.2.1.  
ENSAMBLE DE LA TACHUZA EN CAMPO.

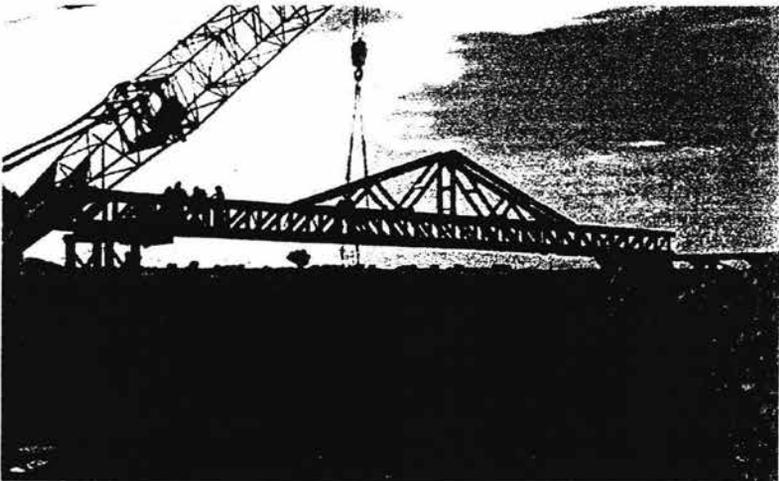


FIG. IV.2.2.  
MONTAJE DE LA TACHUZA EN LOS APOYOS 3 Y 4.

En el cabezal se construye además unas ménsulas que sostendrán a los dos marcos en donde se apoyara la tachuza.

El marco que se encuentra en la pila tres para el montaje de traveses en el claro 3 – 4, es un marco fijo con las siguientes características.

Las ménsulas de soporte, son placas ancladas de acero a 50 cm, y con una pulgada de espesor, en el marco al igual que las ménsulas el material de que están constituidos es acero con las siguientes medidas 1.50 \* 3.22 \* 3.50 metros, reforzados con contraventeos para rigidizar la armadura de que esta hecha.

La soldadura que se utilizó para el armado de la estructura es 70 – 18 y la tornillería fue de dos medidas:  $\frac{3}{4}$  y 1” todo con material de alta resistencia.

Antes de iniciar con el armado de la tachuza para el montaje de traveses del puente Viaducto Cuatecomate, cabe la pena señalar las partes principales que forman la tachuza y algunos datos técnicos; la estructura de la tachuza se puede decir:

Esta formada por dos estructuras una izquierda y otra derecha, cada una compuesta por 4 secciones, las dos estructuras se unen por dos marcos los cuales se encuentran ubicados en los extremos inferiores de la tachuza para montar traveses; además cuenta con un deflector para rigidizar la estructura y tiene las siguientes medidas, 12 metros de largo con 3.50 de altura formando geoméricamente un triangulo en la parte superior, y en la parte inferior se tienen 6 cables postensados de acero al 100% teniendo una resistencia de 70 toneladas por cada torón.

Sobre la estructura se encuentra colocados 4 gatos hidráulicos de nivelación de 30 toneladas para maniobra, un carrito y dos grilletes; el cual tiene la función de hacer que sobre la estructura se desplace longitudinalmente.

Las dimensiones generales de la lanzadora de traveses son las siguientes:

- Longitud 33 metros.
- Ancho 1.50 metros.
- Altura 1.53 metros.

La capacidad para montajes es en claros de hasta 35 metros.

Para el armado de la tachuza, y para el montaje de traveses se utiliza dos grúas, de marca LOREIN y P.H. estas se encargarán de levantar las partes de la estructura que forma la tachuza para de esta manera ir ensamblándola, la unión de las partes de cada estructura, tanto izquierda como derecha se realiza por medio de tornillos de  $\frac{3}{4}$  y de 1” con soldadura 70 – 18; estos se atornillan con la ayuda de una pistola neumática y se calibran con un torquimetro a 1000 lbs/pl<sup>2</sup>. Figura IV.2.3.



FIG. IV.2.3.

CARACTERÍSTICAS GEOMÉTRICAS DE LA TACHUZA.

### **V.3.- FUNCIONAMIENTO DE LA TACHUZA.**

De manera breve y simple, tal cual es el funcionamiento de la tachuza se describe el mismo en este sub-tema.

Cuando la tachuza se encuentra armada al 100%, esto es estructural y mecánicamente, se procede a probar su funcionamiento y se hace correr sobre el eje; con ayuda de dos grúas LOREIN y P.H. se monta sobre el tractocamión un extremo sobre el dolly direccional de 4 ejes con capacidad de 80 toneladas.

Cuidando que las grúas LOREIN Y P.H. con capacidad de carga de 115 y 60 toneladas se encuentren bien apoyadas en sus extremos y completamente en posición horizontal, en el extremo que se ubica en el terraplén de acceso de lado de Puebla se apoya con la ayuda de los gatos hidráulicos.

Es importante mencionar que la tachuza que se utilizara para el montaje de traveses tiene un peso de 30 toneladas en su estructura que se encuentra sobre el cabezal de la pila tres y el caballete 4.

### **IV.4.- CINEMATICA DE MONTAJE DE TRABES.**

El paso siguiente es ubicar la trabe en el extremo que se encuentra en el lado de Puebla para que por medio del carrito sujeta previamente por los grilletes se comience a lanzar hasta llegar al apoyo tres, sobre el cabezal donde se encuentran los topes sísmicos, una vez que la

trabe llega por completo a la pila tres con ayuda de un grillete fijo sobre una base de acero formada por un paralelepípedo, se comienza a nivelar con la ayuda de 4 gatos hidráulicos de 30 toneladas.

Por último se descarga la trabe pretensada A.A.S.H.T.O. Tipo VI primero en el lado de Puebla sobre un durmiente de madera con las siguientes medidas :  $0.15 * 0.10 * 1.00$ .

Sobre el tope sísmico, para una vez que ya sea colocado el muro pantalla se utilicen los neoprenos.

De esta manera se colocan una a una las ocho traveses que conforman cada una de los tres claros. Figura IV.4.4.

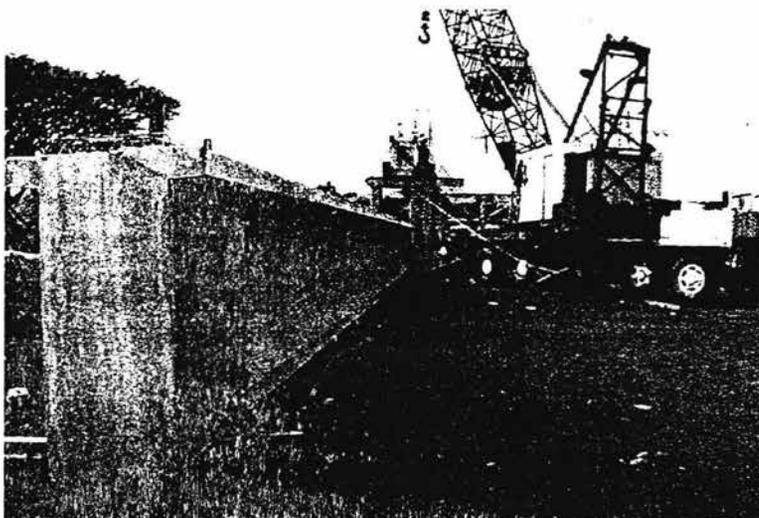


FIG. IV.4.4.

MOMENTO EN QUE SE PROCEDE A COLOCAR LA PRIMERA TRABE.

El tiempo de colocación de cada trabe, a partir del momento de tener el miembro situado en el apoyo cuatro del lado de Puebla en la parte inferior del marco para ser tomada por el grillete del carrito son tres horas, considerando que para la trabe número tres se tardará una hora y media más ya que el marco que se encuentra en el apoyo cuatro necesita ser reubicado para poder montar la trabe siguiente y lo mismo pasará con la trabe 5 y 7 con tiempos muy igualados.

Terminadas de colocar en su totalidad las ocho traveses del lado de Puebla claro 3-4, se mueve todo el equipo para el lado de Morelos y nuevamente se hacen todas las maniobras e instalación del equipo en un tiempo de 36 horas.

Es importante mencionar, que durante el montaje de las traveses A.A.S.H.T.O. tipo VI modificada la cinemática del lanzamiento, cuidando que la colocación se realice en forma simétrica, esto es para no cargar en un solo lado los dos apoyos. Figura IV.4.5.

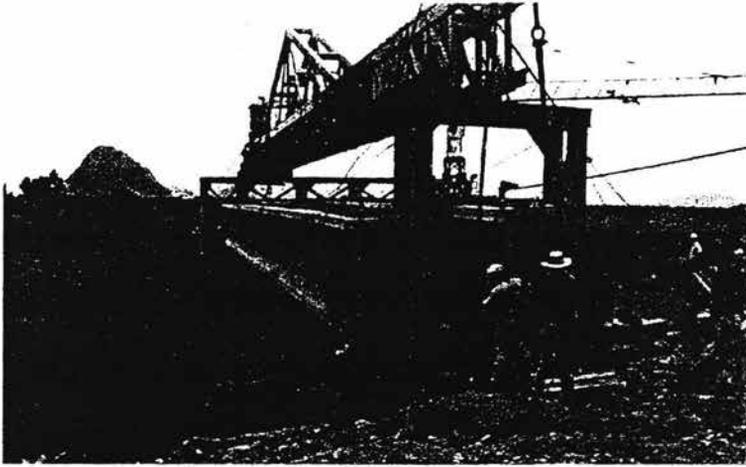


FIG. IV.4.5.  
COLOCACIÓN EN FORMA SIMETRICA.



FIG. IV.4.6.  
ENSAMBLE DEL MARCO SOBRE EL APOYO TRES.



FIG. IV.4.7.

GATOS HIDRÁULICOS PARA MANIOBRA.

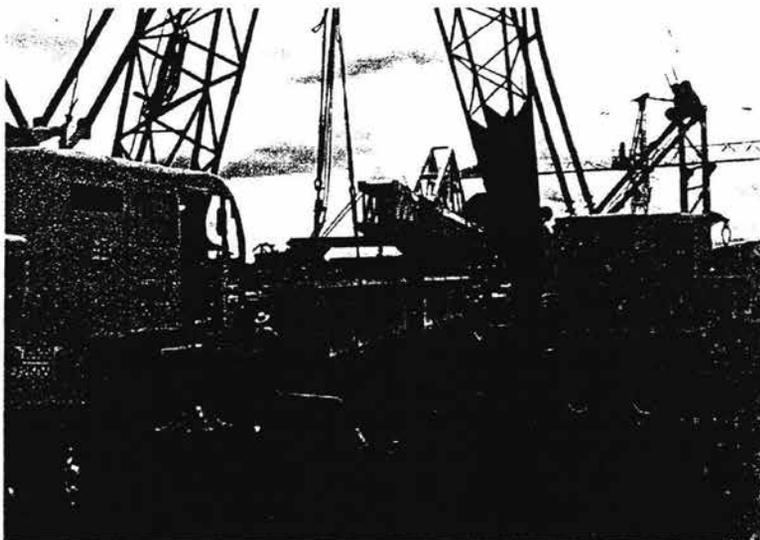


FIG. IV.4.8.

APOYO PARA EL MONTAJE CON GRUAS.

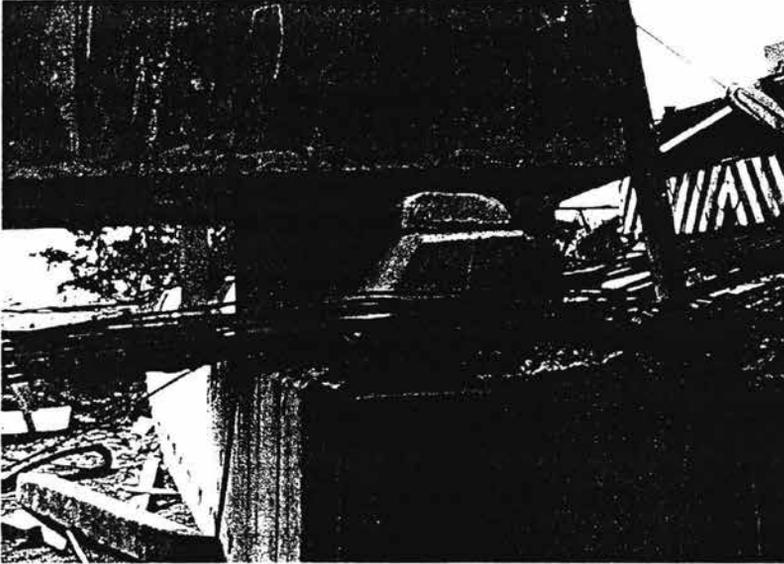


FIG. IV.4.9.  
CABEZAL Y TRABE SOBRE EL APOYO 3.

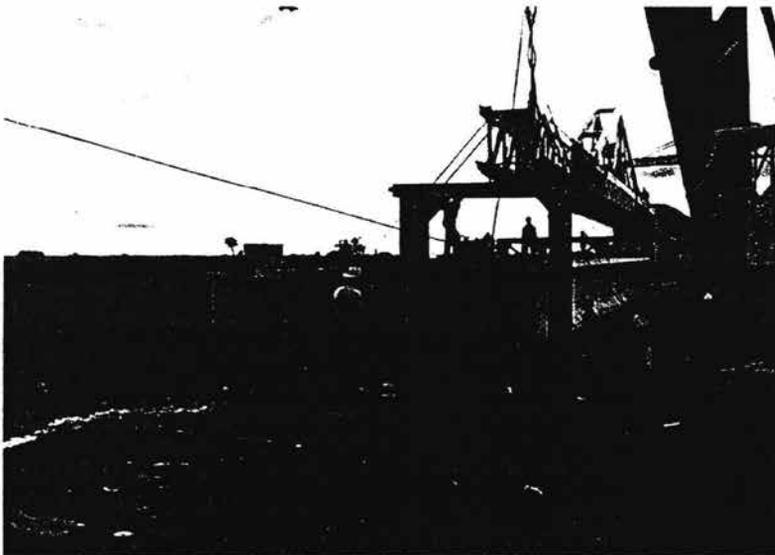


FIG. VI.4.10.  
COLOCACIÓN DE LA TRABE 5 SOBRE EL APOYO 3 Y 4.

V

**ELEMENTOS DE NEOPRENO**

**V.1.- GENERALIDADES**

En este tema se tratan los requisitos que deben cumplir las placas de neopreno, que se utilicen como apoyo de estructuras principalmente en puentes.

Estas placas se fabricarán con elastómeros denominados neopreno y se fundirán en moldes bajo presión y calor, para obtener las dimensiones especificadas en el proyecto. Las dimensiones de los lados de la superficie de carga de las placas de neopreno tendrán una tolerancia de tres ( 3 ) milímetros en más y de un ( 1 ) milímetros en menos, con respecto a las dimensiones de proyecto.

El espesor de las placas de neopreno no será menor de uno punto veintisiete ( 1.27 ) centímetros, ni mayor de dos punto cincuenta y cuatro ( 2.54 ) centímetros. La falta de uniformidad de espesor de cada placa será como máximo del diez por ciento ( 10 % ) calculada con la siguiente expresión:

$$S = \frac{e \text{ máx} - e \text{ mín}}{e \text{ máx}} * 10$$

En donde:

S = falta de uniformidad en por ciento.  
 e máx = espesor máximo de la placa en mm.  
 e mín = espesor mínimo de la placa en mm.

El espesor promedio de las placas, que formen un lote, tendrá una tolerancia en el veinticinco por ciento (  $\pm 25\%$  ) con respecto al espesor de proyecto.

Y el espesor de cada una de las placas tendrá una tolerancia en mas o menos cinco por ciento ( 5% ) del espesor promedio de las placas que forman un lote.

El factor de las placas de neopreno, definido como la relación entre una superficie de carga y el área lateral, deberá ser el especificado en el proyecto. Las placas de neopreno, de acuerdo con lo indicado en el proyecto, podrán tener uno de los tres ( 3 ) grados de dureza shore “ A “ siguientes:

Cincuenta ( 50 ), Sesenta ( 60 ), o Setenta ( 70 ), teniéndose en cualquiera de los tres casos una tolerancia en mas o menos de cinco ( 5 ) grados.

En la prueba de compresibilidad bajo un esfuerzo de cincuenta ( 50 ) kg/cm<sup>2</sup>, se aceptará una deformación unitaria del ( 15% ) como máximo. Esta deformación se calcula con la expresión siguiente:

$$D = \frac{Ei - Ed}{Ei} * 100$$

En donde :

- D = deformación unitaria en por ciento.
- Ei = espesor inicial de la placa, en milímetros.
- Ed = espesor de la placa al aplicar un esfuerzo de 50 kg/cm<sup>2</sup>, en milímetros.

No se aceptará ninguna placa cuya deformación unitaria, en la prueba de compresibilidad, sea mayor de 115 % o menor del 85 % de la deformación promedio obtenida en el lote de placas.

En la prueba de tensión se aceptará tentativamente una resistencia mínima de 160 kg/cm<sup>2</sup>. El alargamiento a la ruptura, en la prueba de tensión, será tentativamente de 350% como mínimo.

En la prueba de compresión, con el método de reflexión constante, se aceptará tentativamente una deformación de 25%, expresada como un porcentaje de la reflexión original y calculada con la siguiente formula:

$$C = \frac{eo - ef}{eo - eb} * 100$$

en donde:

C = deformación en compresión expresada como porcentaje de la reflexión original.

eo = espesor original de la probeta, en milímetros.

ef = espesor final de la probeta, en milímetros.

eb = espesor de la barra espaciadora usada en milímetros.

En la prueba de desgarramiento, se aceptará tentativamente una resistencia mínima de  $32 \text{ kg/cm}^2$ . Después de un envejecimiento acelerado durante 70 hrs., a  $100^\circ \text{ C}$ , las placas de neopreno no deben mostrar cambios por deterioro en mayores cantidades que los siguientes valores tentativos:

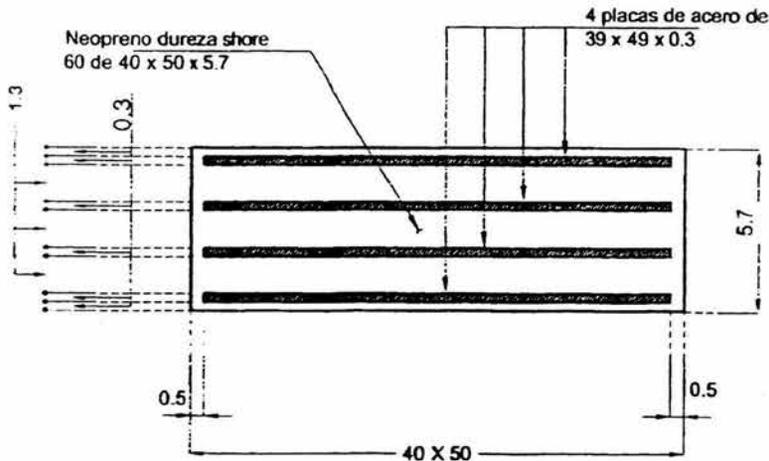
Resistencia a la tensión: 15%.

Alargamiento a la ruptura: -40% del especificado anteriormente, pero no menos de 300%.

Grados de dureza SHORE " A " : +10.

Las placas de neopreno no deberán mostrar rajaduras, incrustaciones de material extraño o lajeaduras, ni tener grasa o cualquier otro material que altere sus propiedades mecánicas.

El muestreo de las placas de neopreno y la determinación de sus dimensiones, dureza, compresibilidad, tensión, alargamiento y deterioro por envejecimiento, deberán efectuarse de acuerdo con los métodos indicados por la Secretaría de Comunicaciones y Transportes. Figura V.1.1.



## PLACA DE NEOPRENO INTEGRAL

FIG. V.1.1.

**V.2.- ELEMENTOS DE NEOPRENO.**

Las vigas y traveses presforzadas están sometidas a cambios considerables de volumen en condiciones de servicio y continúan acortándose por influencia del flujo plástico; las diferencias de humedad entre el patín inferior y el patín superior pueden ocasionar contracciones diferenciales y las diferencias de temperatura pueden causar aumentos en la contra flecha. Las cargas de servicio ocasionan la consiguiente rotación de los extremos y cambios de longitud.

Todos estos fenómenos se presentan también en cierto grado en el concreto reforzado convencional, pero en el caso del concreto presforzado se agrava debido a las secciones generalmente más esbeltas y al efecto del presfuerzo mantenido constantemente.

Los apoyos deben permitir los movimientos longitudinales y la rotación, mientras que mantienen también un soporte vertical adecuado.

Debido a la corrosión los apoyos de placa de acero, aún los de acero inoxidable, pueden “congelarse” en servicio e inutilizarse; se han utilizado placas de plomo, pero están sujetas a deformaciones plásticas en sí mismas bajo servicio continuo.

Los apoyos de neopreno son los más ampliamente utilizados y se encuentran fácilmente disponibles con la dureza adecuada y en varios espesores, para tomar el movimiento total anticipado; en apoyos mayores se usa frecuentemente un “emparedado” de neopreno y placas de acero. El neopreno permite la rotación y el movimiento.

Con el teflón se logra una superficie casi sin fricción, dura y durable; los apoyos de este material se están usando cada vez más en traveses y puentes de claros grandes.

De tal manera, las placas de neopreno que se utilizaron como apoyo indirecto de las traveses A.A.S.H.T.O. tipo VI modificada, son neoprenos A.S.T.M. 34060 DUREZA SHORE 60 ( $f = 86.50 \text{ kg/cm}^2$ ), éstas placas fueron colocadas sobre los toques sísmicos situados en la parte superior del cabezal de cada caballete y de las pilas 2 y 3, en el cabezal del caballete 4 y de acuerdo al proyecto antes del montaje de las traveses se procede a marcar los ejes en transversales y longitudinales para de esta manera colocar los neoprenos directamente sobre cabezal momentos antes del montaje; La función principal de las placas de neopreno es la de permitir desplazamientos o movimientos generados por los movimientos de las traveses.

En el cabezal de la pila 2 y 3 se encuentran localizados diez bancos de apoyo, cinco del lado de Puebla y cinco del lado de Morelos, atrás de estos se ubican los toques sísmicos, en los toques sísmicos externos se coloca un neopreno por cada toque, en los seis intermedios se colocarán dos placas de neopreno por banco, haciendo un total de dieciséis placas de neopreno en un cabezal de pila.

En el cabezal de los caballetes se encuentran localizados 5 bancos de apoyo por cada caballete, la disposición de las placas de neopreno es: en los bancos externos se colocaran

una placa de neopreno por cada banco y en los tres bancos intermedios se colocarán dos placas por banco, totalizando con ocho placas de neopreno por cada cabezal de caballete.

A excepción de las placas de neopreno situadas en el cabezal de la pila 2, cada placa de neopreno situada en los cabezales de los caballetes y la pila 2 y recibirá indirectamente la carga de una trabe, esto dado que en el momento del colado de los diafragmas externos de los claros 1 – 2, 3 – 4, los neoprenos recibirán directamente la carga de estos, en total las placas de neopreno suman 48 piezas, cada pieza tiene las siguientes medidas  $35 * 35 * 5.07$  cm, se coloca la placa de neopreno, solo variando en su espesor que será de 0.30 cm, ésta disposición de placas es para cada caso y se realiza de acuerdo al proyecto.

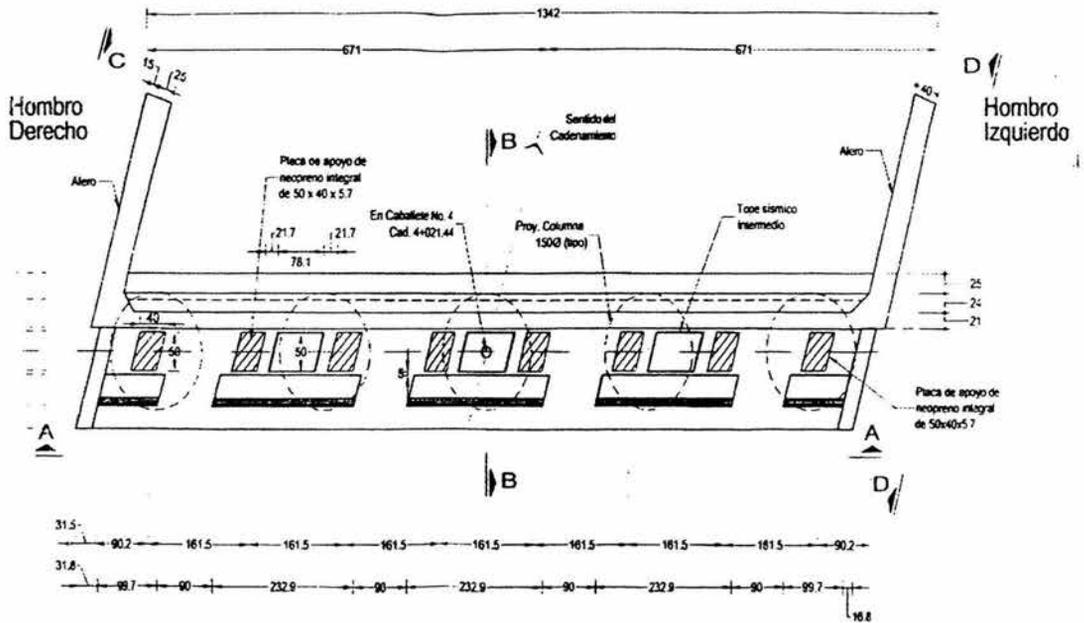
La colocación de los neoprenos se realiza con la ayuda del topógrafo, quien se encarga de marcar los ejes transversales y longitudinales, cabe mencionar que la colocación debe realizarse al milímetro, ya que si la placa queda mal colocada, la trabe estaría en contacto con el concreto de los bancos de apoyo, lo que provocaría fricción y el deterioro tanto de la trabe como el banco de apoyo.

La determinación de la dureza, dimensiones y disposición de las placas, se hacen en el departamento de ingeniería .

Las características técnicas principales de los elementos de neopreno dureza SHORE 60 son:

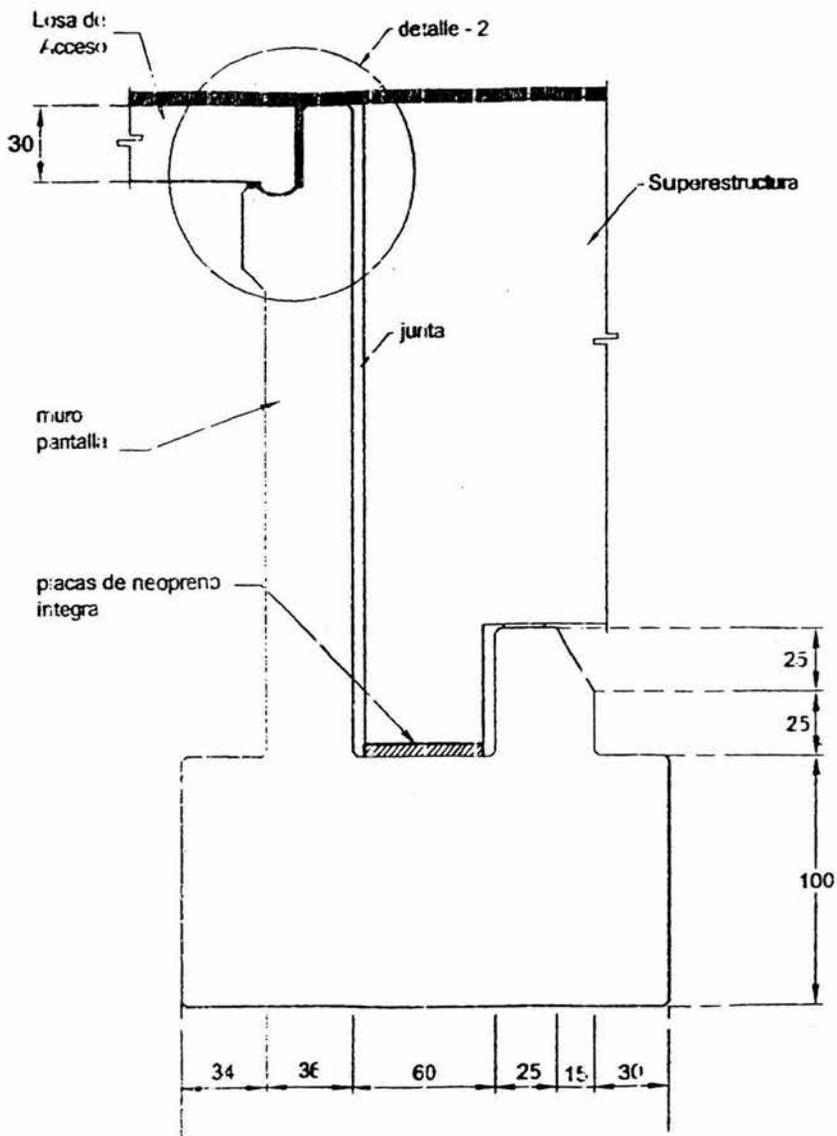
- Capacidad de carga de 1000 toneladas.
- Rotación: de 0.7 a 0.008 Rad.
- Desplazamientos de hasta 40 mm.
- Amortiguamiento de vibraciones.
- Ausencia de mantenimiento.
- Altura de peralte pequeño.
- Fácil colocación.

Por último mencionaremos, como recomendación del constructor, que para el cambio de neoprenos los puntos de apoyo para levantar la superestructura deberán ser las propias trabes. Figura V.2.1.



PLANTA DE CABEZAL (DIMENSIONES)

FIG. V.2.1.



POSICIÓN DE LAS PLACAS DE NEOPRENO.

FIG. V.2.2.

VI

**OBRAS COMPLEMENTARIAS**

**VI.1.- DIAFRAGMAS.**

Por la forma en que se encuentran colocadas las 8 traveses que conforman cada uno de los 3 claros de la superestructura del puente, el comportamiento de éstas es similar a la de una viga simplemente apoyada capaz de desplazarse en todos los sentidos ante un movimiento sísmico, por lo cual al presentarse un evento sísmico cada una actuará en diferente dirección con respecto a las demás, por lo cual se hace necesario colocar un elemento que sea capaz de unir y rigidizar a las 8 traveses de cada claro y hacer que todas ( las 8 traveses de cada claro ) en un conjunto actúen como una sola.

El elemento que cumplirá la función de rigidizar a las 8 traveses es el conocido como diafragma, y en su construcción pueden utilizarse diferentes materiales de entre los cuales destacan el acero y el concreto armado.

Para el caso de los diafragmas que rigidizarán la superestructura del puente viaducto Barranca Cuatecomate el material empleado es concreto armado; estos se colocarán en los extremos y en las zonas intermedias de las traveses, para lo cual desde la construcción de la traveses se dejaron ahogados unos tubos que cruzan transversalmente a la traveses.

La construcción de estos elementos comienza una vez que se han montado las traveses sobre los bancos de apoyo de los cabezales de las pilas y caballetes, la cimbra utilizada es a base de triplay. El acero empleado para el refuerzo de estos elementos tiene una resistencia igual a L.E.  $\geq 4000 \text{ kg/cm}^2$ , el diámetro máximo utilizado en el refuerzo es de  $\frac{3}{4}$ " y el mínimo es de  $\frac{1}{2}$ ", el doblado del acero se realiza en el patio de habilitado; la forma y disposición que lleva cada barra se hace de acuerdo a el proyecto.

Antes de proceder al colado del elemento se colocan bajo este unas placas de neopreno, esto solo se realiza en el caso de los diafragmas externos del caballete 1 y caballete 4.

Una vez que se ha colado el acero de refuerzo y que se ha verificado que su disposición es la correcta, se procede a colocar el concreto, este tiene una resistencia de  $f_c = 250 \text{ kg/cm}^2$  con un agregado pétreo máximo de  $\frac{3}{4}$ ", la colocación se lleva a cabo utilizando una bomba para concreto y conduciendo el mismo a través de tubos de acero, el acomodo se realiza con la ayuda de vibradores de inmersión con un vástago de 1" de diámetro, es importante mencionar que la superficie de contacto de la traveses se encuentra con una rugosidad de 6mm y antes de la colocación se rocía un aditivo para mejorar la unión entre el concreto nuevo y el concreto viejo.

De esta manera se construyen los diafragmas, una vez concluida la construcción de los diafragmas, se procede a construir el firme estructural o losa de compresión. Figura VI.1.1.

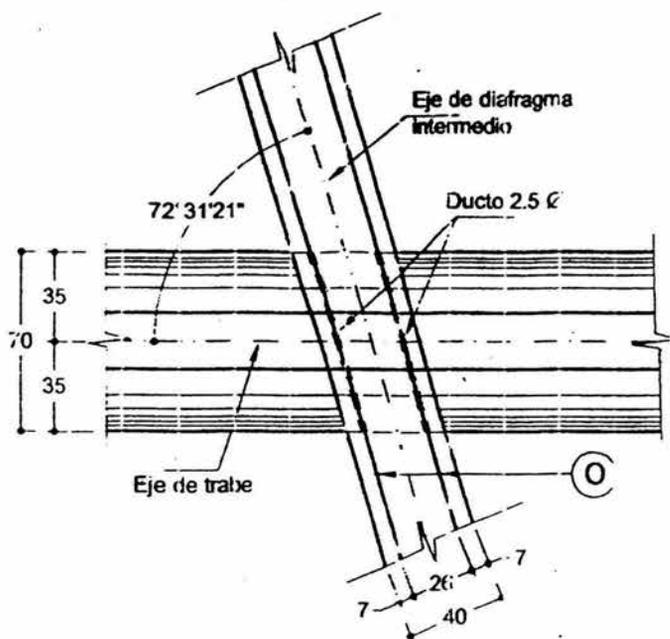


FIG. VI.1.1.  
DIAFRAGMA INTERNO.

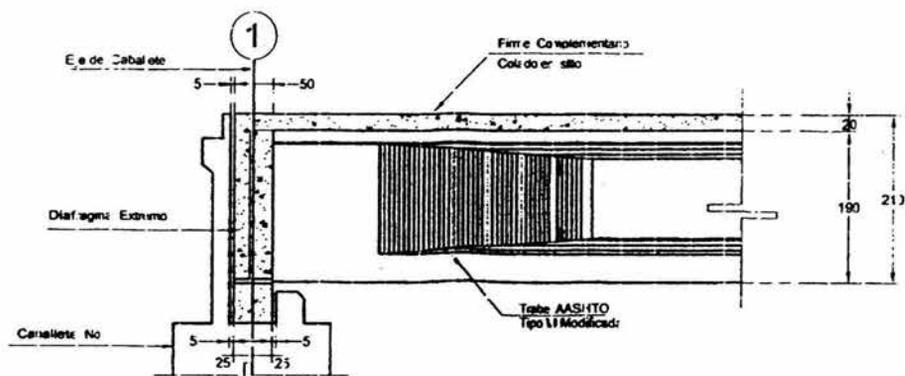


FIG. VI.1.2.  
DIAFRAGMA EXTERNO.

**RESUMEN DE MATERIALES:**

( TRAMO 1 - 2, 2 - 3, 3 - 4.)

ACERO DE REFUERZO L.E. = 4000 kg/cm <sup>2</sup>	2173 kg.
CONCRETO CON $f'c = 250$ kg/cm <sup>2</sup>	34.50 m <sup>3</sup> .

**VI.2.- LOSA DE COMPRESIÓN.**

Terminada la colocación de traveses al 100% el paso siguiente es construir sobre éstas una losa o firme estructural cuyo objetivo principal es el de transmitir y distribuir las cargas a las traveses, además de absorber los esfuerzos de compresión que actúan sobre la estructura, esta losa de compresión o firme estructural antes de que se construya se colocan unos elementos llamados prelosas, estos son de concreto reforzado, que cubrirán los claros, 1 - 2, 2 - 3, 3 - 4.

**ARMADO DEL ACERO DE REFUERZO.**

Antes de comenzar la construcción de la losa de compresión o firme estructural se coloca la cimbra de fondeo el paso siguiente es comenzar con el acero de refuerzo cuya resistencia es de L.E.  $\geq 4000 \text{ kg/cm}^2$  con un diámetro de  $\frac{1}{2}$ " en el sentido longitudinal y un diámetro mínimo de  $\frac{3}{8}$ " en sentido transversal para la parrilla superior y para la parrilla inferior de  $\frac{5}{8}$ " con un espaciamiento de 10 cm en el refuerzo longitudinal y de 20 cm en el transversal.

Antes de proceder a colocar el concreto, se aplica sobre la superficie rugosa de las traveses un aditivo que logre una adecuada unión entre el concreto viejo y el nuevo, esto además de permanecer húmeda la superficie dura 24 horas previas al colado del concreto de la losa.

**COLOCACIÓN DEL CONCRETO.**

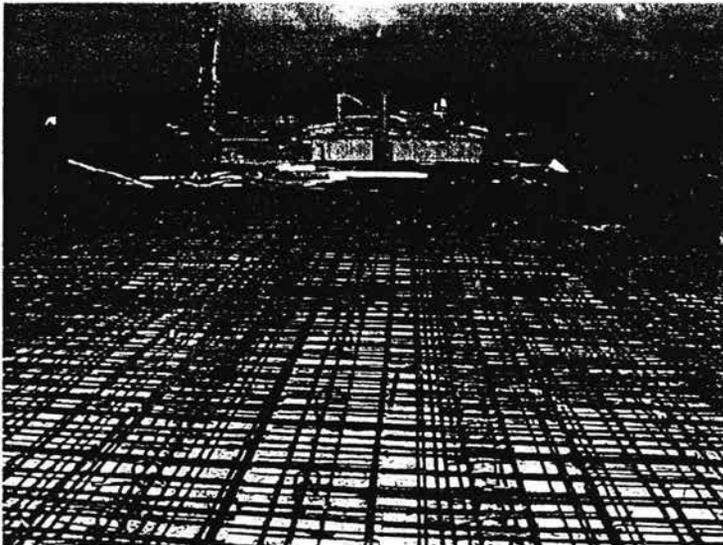
El concreto utilizado en la elaboración de la losa de compresión tiene una resistencia de  $f'c = 250 \text{ kg/cm}^2$  con agregado grueso de  $\frac{3}{4}$ ", el espesor de la losa en todos los claros es de 20 cm., antes de proceder a colocar la losa de compresión se colocan las prelosas de concreto con una longitud de 3 metros y 1.50 de largo con un espesor de 8 cm.

La colocación del concreto se realizó con el apoyo de una bomba para concreto añadiéndole a esta, tuberías de acero que se encargaron de conducir el concreto hasta el lugar de donde se colocara y acomodada por medio de 4 vibradores de inmersión con un vástago de 1" de diámetro, al término del colado se procede a rociar una membrana de un aditivo que impida la pérdida de humedad. En esta etapa de construcción se deja habilitado y anclado el acero de refuerzo de la guarnición.



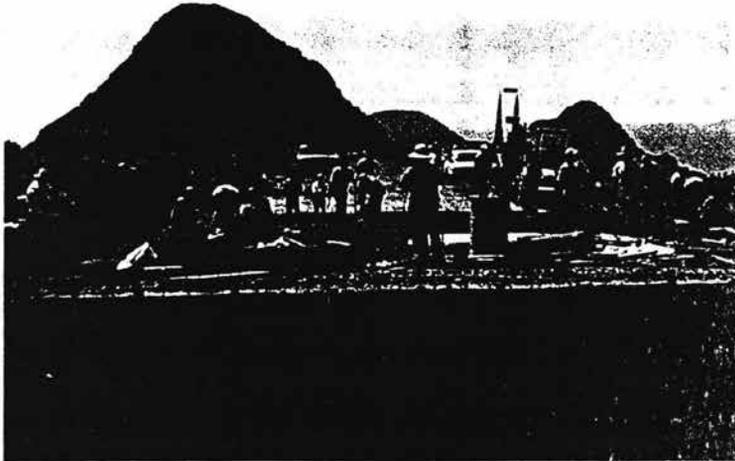
PRELOSAS Y PARILLA DE LA LOSA A COMPRESIÓN.

FIG. VI.2.1.



LOSA DE COMPRESIÓN EN EL APOYO 1 - 2.

FIG. VI.2.2.



COLADO DE LA LOSA A COMPRESIÓN.

FIG. VI.2.3.

**RESUMEN DE LOS MATERIALES.**

( para la losa De cada claro).

CONCRETO  $f_c = 250 \text{ kg/cm}^2$  85.20 m<sup>3</sup>.

ACERO DE REFUERZO L.E.  $\geq 4000 \text{ kg/cm}^2$  11159 kg.

**VI.3.- JUNTAS DE DILATACIÓN.**

Las juntas de dilatación de puentes modernos, sometidos a una circulación intensa y pesada, plantean un difícil problema si se quiere asegurar la duración de la estructura y una buena calidad de rodadura.

Las juntas de dilatación deben satisfacer las condiciones siguientes:

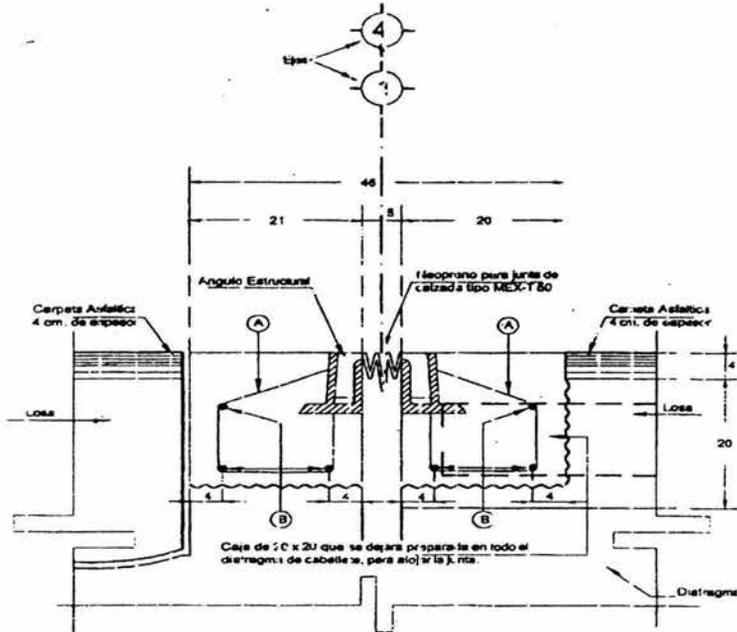
- Permitir el libre movimiento de las estructuras
- Asegurar la continuidad de calzadas y aceras.
- Absorber los movimientos y choques de la superestructura.
- Ser perfectamente estancas., o estar bien drenadas.

Existen diferentes juntas de dilatación entre las que destacan las juntas CIPEC WP 300 tipo MAURER, junta de dilatación Tipo DEL-MEX, junta de dilatación MEXT – 50, juntas de expansión, etc.

Las juntas de dilatación empleadas en el viaducto Barranca Cuatecomate son del tipo MEXT - 50., con una longitud igual a 12.80 m. y colocadas a cada 33.00 m, en los tres claros que tiene el puente, esto es, la colocación de la primera junta se realiza en la unión de la losa de acceso del lado de Puebla y la losa del primer claro, la segunda junta se coloca en la unión de la losa del primer claro y el segundo, y así hasta concluir con la colocación de la última junta que unirá a la losa de compresión del último claro y la losa de acceso en el lado de Morelos, los accesorios de las juntas de dilatación se colocan sobre una placa de CELOTEX.

El término de la colocación de las juntas representa una de las actividades finales en la construcción total del viaducto. Debido a que el viaducto es parte de la construcción de una carretera, la colocación de dichas juntas al igual que la colocación de la carpeta asfáltica es una de las actividades finales de la construcción total del viaducto.

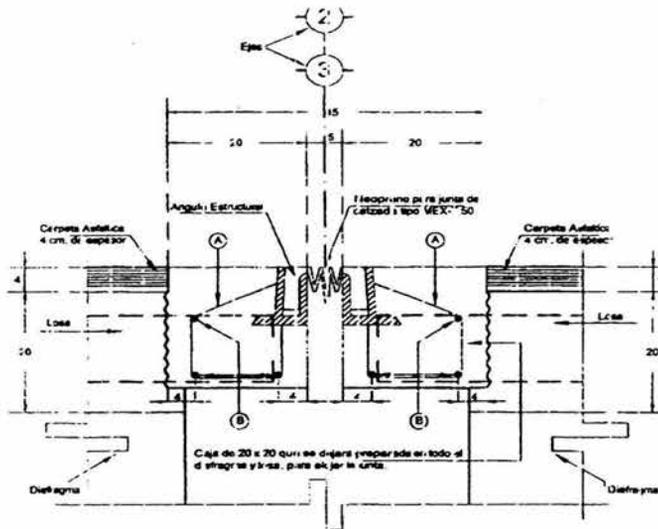
El hecho de que las juntas y la carpeta asfáltica no se coloquen en el momento en que se termine de construir la losa de compresión así como la guarnición y parapeto es debido a que en ese momento el funcionamiento del puente no entra aún en funcionamiento al 100%.  
Figura VI.3.1.



**JUNTA DE DILATACION**

Esc. 1:1

NOTA: La junta MEX-T-50 ó similar tendrá las características específicas por el fabricante, debiendo suministrarse completa incluyendo herrajes, refuerzo, neopreno y concreto para las cajas, como también conforme a las recomendaciones del fabricante.

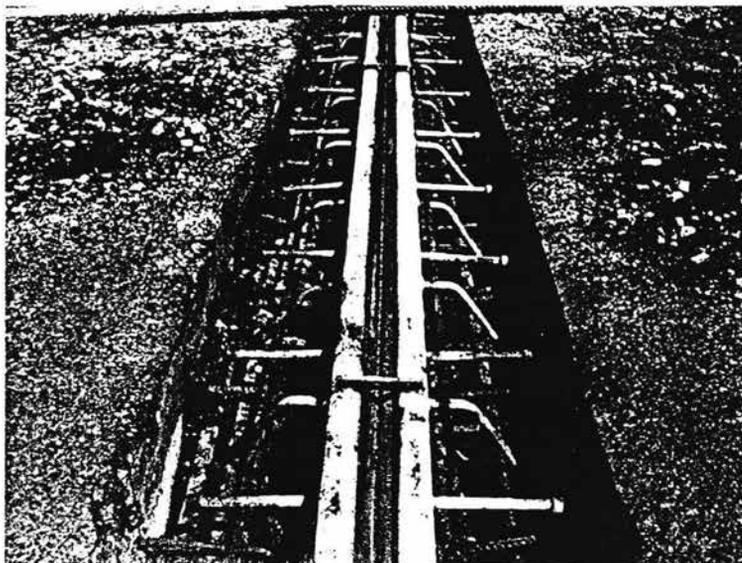


**JUNTA DE DILATACION**

Esc. 1:2

NOTA: La junta MEX-T-50 ó similar tendrá las características específicas por el fabricante, debiendo suministrarse completa, incluyendo herrajes, refuerzo, neopreno y concreto para las cajas, como también conforme a las recomendaciones del fabricante.

FIG. VI.3.1.



JUNTA DE DILATACIÓN.

FIG. VI.3.2.

**RESUMEN DE LOS MATERIALES:**

Concreto de $f'c = 355 \text{ kg/cm}^2$	4.34 m <sup>3</sup> .
Acero de refuerzo de L. E. $\geq 4000 \text{ kg/cm}^2$	460 kg.
LONGITUD DE JUNTA APROXIMADA.	53.68 m.

**VI.4.- CONSTRUCCION DE LA GUARNICIÓN.**

Antes de dar por concluida, al 100%, la construcción del puente es necesario construir algunas obras auxiliares, tal es el caso de la construcción de la guarnición y el parapeto; estas en conjunto tienen la función de actuar como muro de contención ante un probable accidente automovilístico, para evitar que el vehículo salga de la carretera y se precipite al fondo de la barranca.

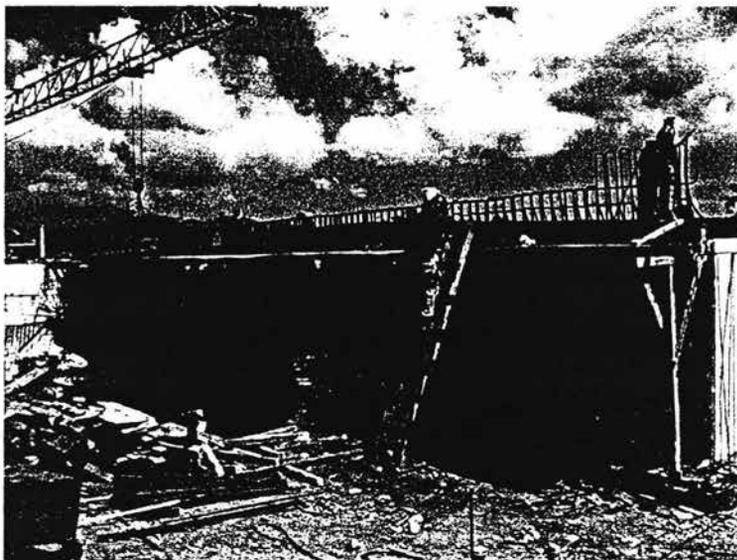
La construcción de la guarnición comienza una vez que se ha concluido la construcción de la losa de compresión, el concreto que se emplea en la construcción de la guarnición tiene una resistencia de  $f'c = 250 \text{ kg/cm}^2$ , el acero de refuerzo empleado tiene un L.E.  $\geq 4000 \text{ kg/cm}^2$  con un diámetro de  $3/8''$ , la separación del refuerzo es a cada 20 cm; la altura de la guarnición es de 0.50 m, y corre a lo largo de todo el extremo del puente en ambos lados.

**ARMADO DEL ACERO DE REFUERZO.**

El armado del acero de refuerzo de la guarnición, en un 80%, se comienza junto con el armado de la losa por lo que queda anclado en el concreto de la misma y sujeto con el acero de refuerzo, terminada de colar la losa del puente, se termina de armar el acero al 100% y se procede a colar la cimbra que dará forma a la guarnición, la cimbra es de madera, esta es de sección variable y da forma a la guarnición según proyecto. Terminado de cimbrar el elemento, se procede a colocar, sobre el borde superior de la guarnición, unas placas metálicas en donde posteriormente se soldan las pilastras que sirven de soporte al parapeto, estas placas se colocan a cada 1.90 m. de longitud.

**COLOCACIÓN DEL CONCRETO.**

Terminado el armado del acero de refuerzo y la colocación de las placas metálicas, se procede a colar el concreto, este tendrá una  $f'c = 250 \text{ kg/cm}^2$ , la colocación se lleva a cabo en forma de tiro directo ya que para estos momentos se puede circular sin ningún problema sobre la superficie de la estructura, para la colocación del concreto se utilizan 2 camiones revoladora con capacidad de  $7\text{m}^3$  cada uno la colocación se ataca en dos frentes con la finalidad de avanzar lo más rápido posible. Figura VI.4.1.



ACERO DE REFUERZO EN LA GUARNICIÓN.

FIG. VI.4.1.



UNION DEL ACERO DE REFUERZO ENTRE EL PARAPETO Y LA LOSA A COMPRESIÓN.

FIG. VI.4.2.

**RESUMEN DE MATERIALES:****\*TRAMO 1 – 2.**

CONCRETO $f'c = 250 \text{ kg/cm}^2$	19.96 m <sup>3</sup> .
--------------------------------------	------------------------

ACERO DE REFUERZO DE L.E. $\geq 4000 \text{ kg/cm}^2$	2,256.38 kg.
---	--------------

**\*TRAMO 2 – 3.**

CONCRETO $f'c = 250 \text{ kg/cm}^2$	19.00 m <sup>3</sup> .
--------------------------------------	------------------------

ACERO DE REFUERZO DE L.E. $\geq 4000 \text{ kg/cm}^2$	2,233.34 kg.
---	--------------

**\*TRAMO 3 – 4.**

CONCRETO $f'c = 250 \text{ kg/cm}^2$	19.92 m <sup>3</sup> .
--------------------------------------	------------------------

ACERO DE REFUERZO DE L.E. $\geq 4000 \text{ kg/cm}^2$	2,253.68 kg.
---	--------------

**VI.5.- PARAPETO.**

Terminada la construcción de la guarnición, se procede a colar el parapeto según proyecto tipo T-34.3.1 ( SAHOP Secretaria de asentamientos humanos y obras publicas), para poder iniciar esta actividad es necesario soldar un par de pilastras a cada una de las placas ahogadas en el concreto anteriormente, estas pilastras servirán como apoyo al tubo que forma el barandal metálico, las pilastras son distribuidas a lo largo de todo el puente teniendo una separación de 1.90m. cada una; el tipo de la soldadura utilizada es conocida como 70 - 18.

Terminada la colocación del parapeto y del barandal metálico, se procede a pintar dicho barandal, el color que marca la Secretaria que es de color amarillo esto con la finalidad de que sea visible tanto en el día como en la noche .Es importante mencionar que a lo largo del puente una de las obras auxiliares es la colocación de drenes los cuales tendrán una separación entre si de 3.00 m, por lo cual en cada lado del puente se colocaran alrededor de 39 drenes cuya función principal será la de drenar el agua de lluvia que se encuentre en la superficie de la estructura del puente.

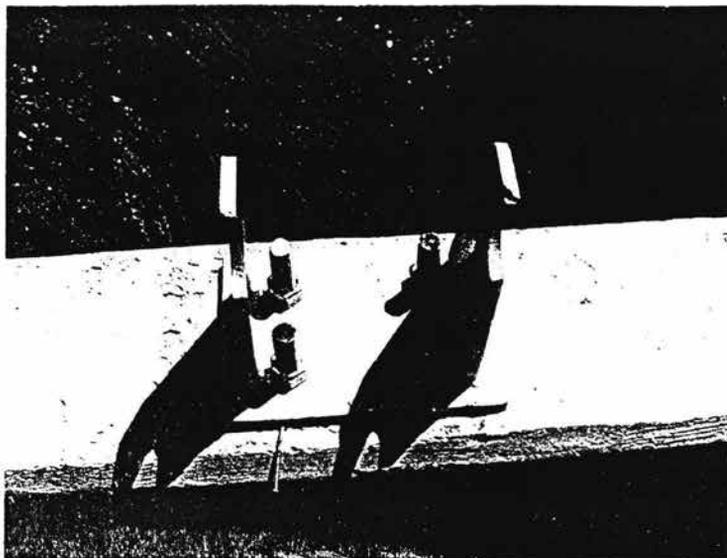
Con esta actividad concluida lo único que resta por hacer es tender la carpeta asfáltica, la cual tendrá las mismas características que la carpeta colada a lo largo de toda la autopista solo variando en su espesor que es de 4.0 cm.

**RESUMEN DE MATERIALES****PARAPETO SEGÚN PROYECYO MEXT - 50**

Longitud total	192 m.
Concreto de $f'c = 250 \text{ kg/cm}^2$	1.60 m <sup>3</sup>
Acero de refuerzo de L.E. = $4000 \text{ kg/cm}^2$	288 kg.
Acero A-36 en pilastras	2312 kg.
Pernos de 2.50 diam. Con tuerca en pilastra	544 pzas.
Tubo de acero galvanizado 7.6 $\phi$	2870 kg.
Tubo de acero galvanizado de 6.4 $\phi$	762 kg.

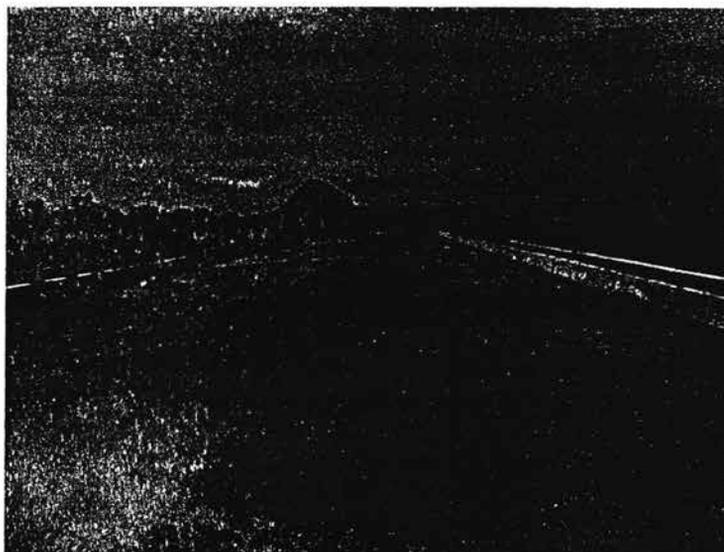
**GUARNICION SEGÚN PROYECTO MEXT - 50**

Longitud total	198.92 m.
Acero de refuerzo de L.E. = $4000 \text{ kg/cm}^2$	6743.40 kg.
Concreto de $f'c = 250 \text{ kg/cm}^2$	58.88 kg.
Drenes de plastico de 7.6 diam. * 60.	162 pzas.



BASE DEL PARAPETO.

FIG. VI.5.1.



PARAPETO EN AMBOS LADOS.

VI.5.2.

VI.6.- LOSA DE ACCESO.

La losa de acceso es el elemento que une, en los extremos, el terraplén de acceso y la superestructura del puente; este elemento sirve para evitar las deformaciones locales que se producen debido al efecto del tránsito vehicular al entrar y salir del puente.

Las losas de acceso, correspondientes al puente viaducto Barranca Cuatecomate, se construyen cuando se ha colocado y compactado al 95% la capa de la sub-base, para que de esta manera se proceda a colocar una plantilla de concreto simple con una resistencia de  $f'c = 100 \text{ kg/cm}^2$ .

Las dimensiones de la losa de acceso, tanto del lado de Puebla como del lado de Morelos, son las siguientes: el ancho correspondiente a la losa es igual al ancho total del Puente que es de 12.58m, la longitud es de 3.85 m, y el espesor de 0.25 m.

ARMADO DEL ACERO DE REFUERZO.

Terminada de colar la plantilla de nivelación, se procede a colar y armar el acero de refuerzo, el primero en colar y armar es el acero correspondiente a la parrilla inferior cuyo diámetro es de  $\frac{1}{2}$ " tanto en sentido longitudinal como transversal con espacios a cada 25 cm en ambos sentidos, el paso siguiente es armar el acero de la parrilla superior cuyo diámetro y separación es igual al de la parrilla inferior, por último se coloca el acero correspondiente a la cuña que embonará con el diafragma del cabezal y que tiene un diámetro de  $\frac{1}{2}$  "; el espesor de recubrimiento es de 5.5 cm y de 5 cm.

Terminado de armar el acero de refuerzo al 100% y colocada la cimbra, se procede a programar la fecha del colado, informándole a la supervisión de la fecha y hora de colado, una vez realizado esto se procede a la colocación del concreto.

COLOCACIÓN DEL CONCRETO.

El concreto utilizado en la construcción de este elemento tiene una resistencia de  $f'c = 250 \text{ kg/cm}^2$ , el colado se realiza a tiro directo, esto es, del camión revolvedora al sitio donde quedará el elemento, para el acomodo del material se utilizan vibradores de inmersión con vástago de 1", terminando de colar el concreto se procede a afinar la superficie del elemento con una regla de madera y al terminar de afinar se coloca una membrana para no perder humedad.

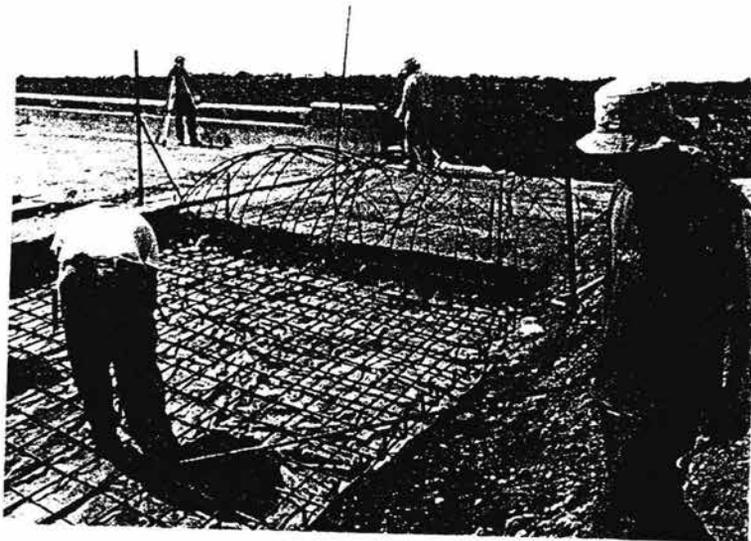
De esta manera se construye la losa de acceso al puente, cabe la pena mencionar que primero se construyó la losa de lado de Puebla y después la del lado de Morelos.

Figura VI.6.1.



LOSA DE ACCESO ( LADO DE PUEBLA APOYO 4).

FIG. VI.6.1.



VERIFICACIÓN DE NIVELES EN LA LOSA DE ACCESO.

FIG. VI.6.2.

**RESUMEN DE MATERIALES.**

(Una sola pieza).

CONCRETO SIMPLE PARA PLANTILLA $f'c = 100 \text{ kg/cm}^2$	4.81 m <sup>3</sup> .
CONCRETO CON $f'c = 250 \text{ kg/cm}^2$	14.51 m <sup>3</sup> .
ACERO DE REFUERZO L.E. = 4000 kg/cm <sup>2</sup>	1001 kg.

**VI.7.- ZAMPEADO DEL CONO DE DERRAME.**

Los zampeados son los recubrimientos de superficies con mampostería, concreto hidráulico o suelo-cemento, para protegerlas contra la erosión del agua o del viento.

Como medida de protección del terraplén de acceso al puente, cono de derrame, tanto del lado de Puebla como del lado de Morelos, y siguiendo las Normas que marca la Secretaría, se realiza el zampeado del cono de derrame

Las piedras que se utilizan en los zampeados de mampostería deben tener dimensiones tales, que la menor sea igual al espesor del zampeado; la piedra utilizada es de tipo piedra braza con un peso de 30 kg de acuerdo como lo marca el proyecto.

La primera actividad que se realiza antes de comenzar el zampeado es delimitar por zonas todo el cono de derrame esto se hace tirando líneas desde la parte superior hasta la parte inferior de dicho cono, para así, proseguir con una excavación de 0.80 m de profundidad, sobre el perímetro inferior en donde se construirá un muro de mampostería de 3ra con una altura de 0.80 m y un ancho de 0.30 m, terminando este muro el paso siguiente es el de afinar la superficie por zampear, esta se compacta con pisón de mano de acuerdo al proyecto.

En los zampeados de mampostería de tercera clase se utiliza mortero de cemento en proporción uno a cinco 1: 5; antes de asentar una piedra se humedece bien, lo mismo que la superficie de apoyo y las piedras contiguas, las piedras se colocan cuatrapeadas sobre una capa de mortero, se acomodan de tal manera que se deben llenar lo mejor posible los huecos formados por las piedras contiguas; las juntas se llenan completamente con mortero de cemento; y se entallan a ras de paramento. En el caso de que una piedra se afloje o quede mal asentada o se abra una de las juntas, dicha piedra será retirada, así como el mortero del lecho y el de las juntas, volviéndola a asentar con mortero nuevo, humedeciendo el sitio de asiento.

En el caso del cono de derrame el zampeado de mampostería se realiza comenzando por el pie del mismo, con las piedras de mayores dimensiones, el paso final es dar acabado, con mortero, a las juntas del zampeado ( entallar a ras de paramento); la superficie del zampeado de mampostería debe mantenerse húmeda durante tres días, después de haberse terminado las juntas.

**VI.8- . COLOCACIÓN DE LA CARPETA ASFÁLTICA.**

Para el puente este funcionamiento al 100% lo único que resta es tender la carpeta asfáltica, para lo cual se necesita realizar una limpieza a fondo sobre la toda la superficie de la losa superior del puente y retirar el equipo menor que se encuentre presente, la limpieza inicia con la aplicación de aire comprimido sobre la superficie de la losa para posteriormente, sobre la misma, realizar un riego abundante abundante de agua todo esto con la finalidad de que en el momento de la aplicación del riego de impregnación, riego de liga y del tendido de la carpeta la superficie de la losa no presente ninguna partícula de polvo o

materia extraña que propicie una mala adherencia de la carpeta y la losa provocando con el tiempo el desprendimiento de la carpeta; terminando el riego de agua se procede a efectuar un riego de impregnación con emulsión asfáltica FM-1, el paso siguiente es aplicar un riego de liga para carpeta y finalizar con el tendido de la carpeta riego de sello FR-3 y sello.

El riego de impregnación y de liga es aplicado por una petrolizadora con capacidad de 7000 l, el material que forma la carpeta es producido en planta y transportado por medio de camiones con capacidad de 7 m<sup>3</sup>, al llegar al puente la temperatura del material es de 120 grados, el material es colocado en la tolva de una extendidora Finisher y es la misma la que se encarga de extenderlo teniendo un espesor de 4 cm, la longitud y ancho es la misma del puente.

Terminada la colocación de la carpeta solo resta aplicar el riego de sello con lo cual el puente esta concluido en un 100% de su construcción según proyecto.

**RESUMEN DE MATERIALES:**

Riego de liga para carpeta	9879.41 l.
Carpeta asfáltica	47.40 m <sup>3</sup> .
Riego de sello FR-3	1.3 l x m <sup>3</sup> .
Sello	15,444 l.

**VII.**  
**PRESUPUESTACIÓN**

**VII.1- CUANTIFICACIÓN.**

Para poder llevar a cabo de manera adecuada una cuantificación de materiales utilizados en cada elemento teniendo como antecedente los planos de proyecto y muy importante además las especificaciones técnicas, primero se recomienda elaborar el catálogo de conceptos, para poder ordenar de acuerdo a un proceso constructivo lógico y secuencial, teniendo cuidado de que todas las actividades se cubran para llevar a cabo la ejecución de todas las obras, sin perder de vista que durante la ejecución de cualquier tipo de obra, resultaran conceptos que no fueron considerados en el catálogo original, llamados conceptos extras, los cuales deben cuantificarse inmediatamente y en caso necesario efectuar el análisis del costo respectivo.

Existen formatos para la cuantificación de obra, que son llamados números generadores los cuales tienen como finalidad el de unificar el criterio para la ejecución de esta actividad en cada uno de los conceptos de trabajo.

Presentándolos con un planteamiento claro de las operaciones realizadas y en donde generalmente estos formatos cuentan con un espacio específico para presentar un croquis de apoyo de estos conceptos, buscando de formar una idea más clara de lo que se está cuantificando y evitar repeticiones o malos cálculos.

Existirán dentro de algunas cuantificaciones más de una hoja, en este caso se deberán enumerar progresivamente y anotando también el número total de hojas.

Durante la ejecución de la obra, es muy importante que se revisen periódicamente los números generadores, particularmente si han existido cambios en el proyecto o se haya ejecutado obra complementaria, con la finalidad de que sea posible corregir a tiempo desviaciones o diferencias que afecten al programa de costos o el programa de ejecución de obra.

**UNIDAD DE OBRA.**

Además se tiene la unidad de obra, y que viene señalada como unidad de medición en las especificaciones, para poder cuantificar el concepto de trabajo con fines de medición, pago o cobro.

El análisis del costo de los conceptos involucrados se utilizan unidades específicas como puede ser :

- Metro lineal ( m )
- Metro cuadrado ( m<sup>2</sup> )
- Metro cúbico ( m<sup>3</sup> )
- Tonelada ( ton )
- Kilogramo ( Kg )
- Pieza ( pza), etc.

Es muy importante que las unidades que se presentaron en las cantidades de obra, deben ser las mismas en las que se hayan calculado el costo unitario.

## PRESUPUESTACIÓN "VIADUCTO CUATECOMATE"

A continuación se muestran algunos números generadores de los Conceptos de Obra que se utilizaron para poder cuantificar el Proceso Constructivo del Viaducto "Barranca Cuatecomate". Estos números generadores son conceptos de cada partida.



OBRA: CARRETERA "ATLIXCO - TEPANGO" DEL KM. 0+000 AL KM. 45+600 "SAN BARTOLO COHUACAN -  
 LIBRAMIENTO JANTELCO", DEL KM. 0+000 AL KM. 3+410, PUENTE VIADUCTO CUATECOMATE EN EL  
 ESTADO DE PUEBLA.

## GENERADORES DE OBRA

### CONSTRUCCION DEL VIADUCTO CUATECOMATE, EN EL ESTADO DE PUEBLA.

ESTIMACION No.:	1	PARTIDA: SUBESTRUCTURAS	VIADUCTO CUATECOMATE
PERIODO:	21 de Junio al 28 del 2003.	CONCEPTO: APOYOS DE NEOPRENO	PTE. KM. 3+922.44 AL KM. 4+021.44
TRAMO:	Atlixco Tepango	UNIDAD: DM <sup>3</sup>	
FECHA:	23 de Junio del 2003.	UBICACIÓN:	

#### APOYO DE NOPRENO INTEGRAL

VOLUMEN =  $0.27 \times 4.0 \times 5.0$  = 11.40 DM<sup>3</sup>

TRAMOS (1-2, 2-3, 3-4)  
 No. DE PZAS. POR TRAMO = 16

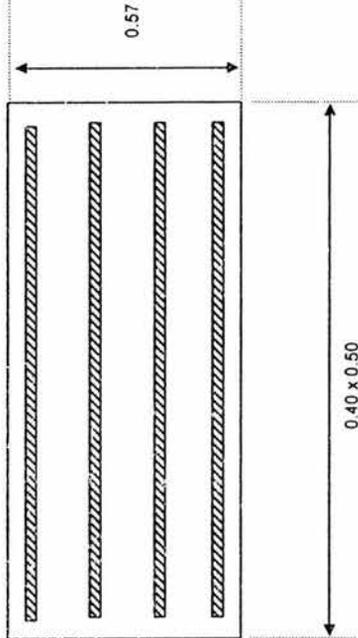
VOLUMEN = 11.40 X 16 = 182.40 DM<sup>3</sup> 0.03

No. DE TRAMOS = 3  
 VOLUMEN = 182.40 X 3 = 547.20 DM<sup>3</sup> 0.13

VOLUMEN TOTAL = 547.20 DM<sup>3</sup> 0.03  
 0.03

VOLUMEN ESTIMACION No. 15 = 547.20 DM<sup>3</sup>

#### APOYO DE REOPRENO INTEGRAL



ELABORO

AUTORIZO

CONTRATISTA  
 MI EMPRESA S.A. DE C.V.

SUPERVISION EXTERNA  
 LABORATORIO DE PUENTES S.A DE C.V.



OBRA: CARRETERA "ATLIXCO - TEPANGO" DEL KM. 0+000 AL KM. 45+200 "SAN BARTOLO COHUECAN - LIBRAMIENTO JANTETELCO", DEL KM. 0+000 AL KM. 3+410, EN EL ESTADO DE PUEBLA.

## GENERADORES DE OBRA

### CONSTRUCCION ,VIADUCTO CUATECOMATE EN EL ESTADO DE PUEBLA.

ESTIMACION No.:	2	PARTIDA:	SUBESTRUCTURAS	VIADUCTO CUATECOMATE
PERIODO:	28 de junio al 5 julio del 2004.	CONCEPTO:	CONCRETO DE F'c=250 KG/CM2. EN COLUMNAS	
TRAMO:	Atlixco - Tepango	UNIDAD:	M <sup>3</sup>	UBICACIÓN: COLUMNA 2
FECHA:	30 de junio 2004.			PTE. KM. 3+822.44 AL KM. 4+021.44

COLUMNA RECTA ( UNA SECCION )

CONCRETO DE F'c=250 KG/CM2

DESPLANTE **M3**

V= 4 X 9.80 X 1

COLUMNA MUROS

A1= 3.20 X 0.419 = 1.34 M2

A2= 9.80 X 0.400 = 3.92 M2

V1= 1.34 X 42.206 X 4 = 226.22 M3

V2= 3.92 X 42.206 X 2 = 330.90 M3

SUMA = **M3**

Variable

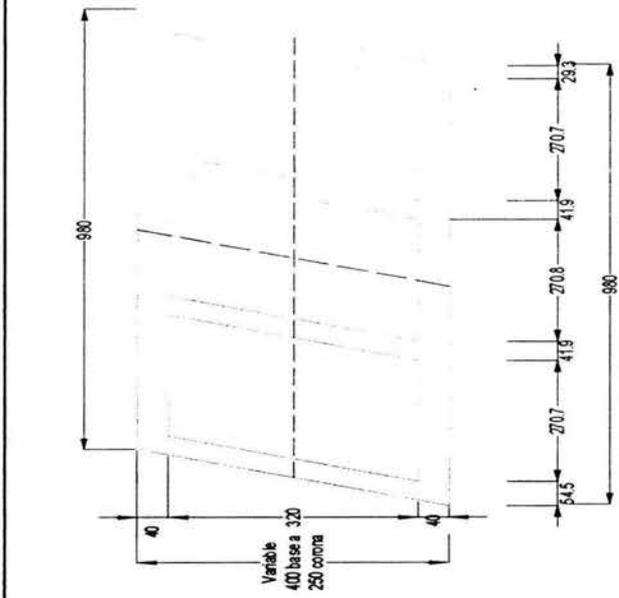
40) base a 320

250 contra

SUMA TOTAL = **M3**

VOLUMEN ORIGINAL = **M3**

DIFERENCIA = **M3**



ELABORO

CONTRATISTA  
MI EMPRESA S.A. DE C.V.

AUTORIZO

SUPERVISION EXTERNA  
LABORATORIO DE PUENTES S.A DE C.V.

OBRA: CARRETERA "ATLIXCO - TEPANGO" DEL KM. 0+000 AL KM. 45+200 "SAN BARTOLO COHUECAN - LIBRAMIENTO JANTELCO", DEL KM. 0+000 AL KM. 3+410, EN EL ESTADO DE PUEBLA.

## GENERADORES DE OBRA

### CONSTRUCCION ,VIADUCTO CUATECOMATE EN EL ESTADO DE PUEBLA.

ESTIMACION N°: 2	PARTIDA: SUBESTRUCTURAS	VIADUCTO CUATECOMATE
PERIODO: 28 de Junio al 5 de Julio del 2003	CONCEPTO: CONCRETO DE F'c=250 KG./CM2 EN COLUMNAS	PTE. KM. 3+922.44 AL KM. 4+021.44
TRAMO : Atlixco - Tepango	UNIDAD: M <sup>3</sup>	UBICACIÓN: COLUMNA 2
FECHA: 30 de junio 2003.		

COLUMNA RECTA ( UNA SECCION )

CONCRETO DE F' C=250 KG/CM2

DESPLANTE **M3**

V= 4 X 9.80 X1

COLUMNA MUROS **M2**

A = 4.00 X 9.800 = 39.20

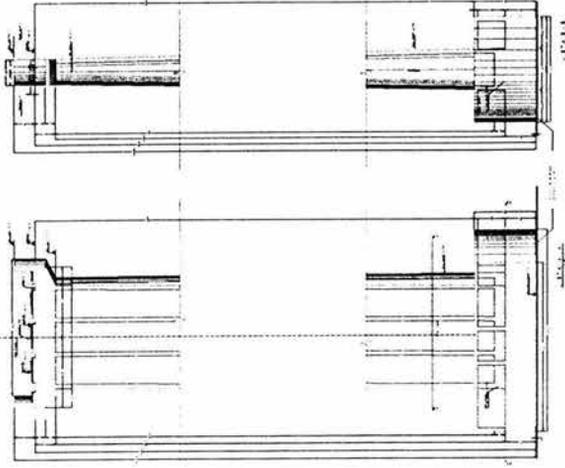
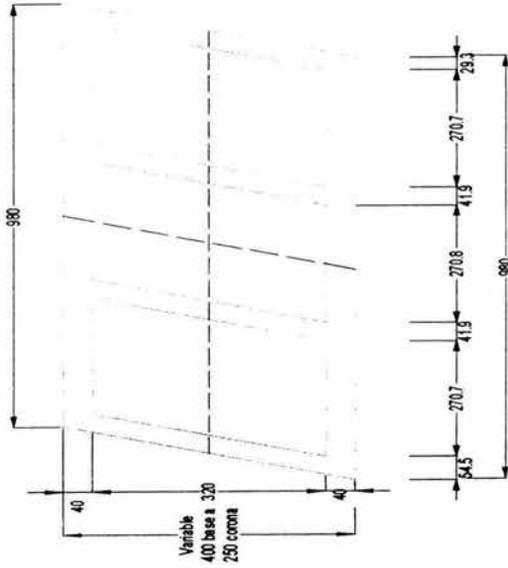
A = 39.20 X 42.206 = 1,654.48 **M3**

SUMA = **M3**

SUMA TOTAL = **M3**

VOLUMEN ORIGINAL = **M3**

DIFERENCIA = **M3**



ELABORO

CONTRATISTA  
MI EMPRESA S.A. DE C.V.

AUTORIZO

SUPERVISION EXTERNA  
LABORATORIO DE PUENTES S.A. DE C.V.

OBRA: CARRETERA "ATLIXCO - TEPANGO" DEL KM. 0+000 AL KM. 45+200 "SAN BARTOLO COHUECAN - LIBRAMIENTO JANTTELCO", DEL KM. 0+000 AL KM. 3+410, EN EL ESTADO DE PUEBLA.

## GENERADORES DE OBRA

### CONSTRUCCION VIADUCTO CUATECOMATE EN EL ESTADO DE PUEBLA.

ESTIMACION No.: 2  
 PERIODO: 28 de Junio al 5 de Julio del 2003.  
 TRAMO: Atlixco - Tepango  
 FECHA: 30 de Junio 2003.

PARTIDA: SUBESTRUCTURAS

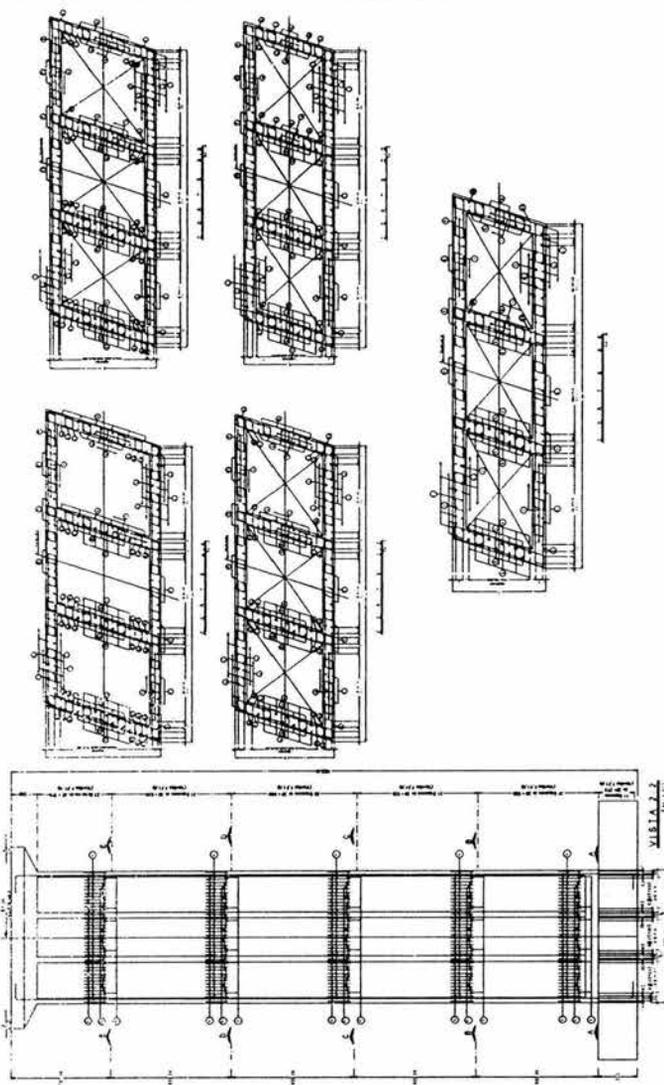
VIADUCTO CUATECOMATE

CONCRETO DE FC=250 KG/CM2. EN COLUMNAS

UNIDAD: M<sup>3</sup> UBICACION: COLUMNA 2

PTE. KM. 3+922.44 AL KM. 4+021.44

AREA MACIZA A-A=	9.80 x 4.00 =	39.20 m <sup>2</sup>
AREA MACIZA B-B=	9.80 x 3.69 =	36.16 m <sup>2</sup>
AREA MACIZA C-C=	9.80 x 3.38 =	33.12 m <sup>2</sup>
AREA MACIZA D-D=	9.80 x 3.07 =	30.09 m <sup>2</sup>
AREA MACIZA E-E=	9.80 x 2.75 =	27.05 m <sup>2</sup>
AREA MACIZA F-F=	9.80 x 2.50 =	24.50 m <sup>2</sup>
A SECCION HUECA A-A =	2.70 x 3.20 x 3.00 =	25.99 m <sup>2</sup>
A SECCION HUECA B-B =	2.70 x 2.89 x 3.00 =	23.45 m <sup>2</sup>
A SECCION HUECA C-C =	2.70 x 2.58 x 3.00 =	20.94 m <sup>2</sup>
A SECCION HUECA D-D =	2.70 x 2.27 x 3.00 =	18.41 m <sup>2</sup>
A SECCION HUECA E-E =	2.70 x 1.96 x 3.00 =	15.88 m <sup>2</sup>
A SECCION HUECA F-F =	2.70 x 1.70 x 3.00 =	13.81 m <sup>2</sup>
AREA DE LA SECCION A-A =	13.21 m <sup>2</sup>	H1 = 8.383 m
AREA DE LA SECCION B-B =	12.72 m <sup>2</sup>	H2 = 9.383 m
AREA DE LA SECCION C-C =	12.19 m <sup>2</sup>	H3 = 9.383 m
AREA DE LA SECCION D-D =	11.68 m <sup>2</sup>	H4 = 9.383 m
AREA DE LA SECCION E-E =	11.17 m <sup>2</sup>	H5 = 5.756 m
AREA DE LA SECCION F-F =	10.69 m <sup>2</sup>	
A. PROM. A-B =	12.96 m <sup>2</sup>	VOL 1 = 108.66 m <sup>3</sup>
A. PROM. B-C =	12.45 m <sup>2</sup>	VOL 2 = 116.63 m <sup>3</sup>
A. PROM. C-D =	11.93 m <sup>2</sup>	VOL 3 = 111.96 m <sup>3</sup>
A. PROM. D-E =	11.42 m <sup>2</sup>	VOL 4 = 107.17 m <sup>3</sup>
A. PROM. E-F =	10.93 m <sup>2</sup>	VOL 5 = 82.91 m <sup>3</sup>
<b>VOL. TOTAL *</b>		<b>507.52 m<sup>3</sup></b>



ELABORO

AUTORIZO

CONTRATISTA  
 MI EMPRESA S.A DE C.V.

SUPERVISION EXTERNA  
 LABORATORIO DE PUENTES S.A DE C.V.

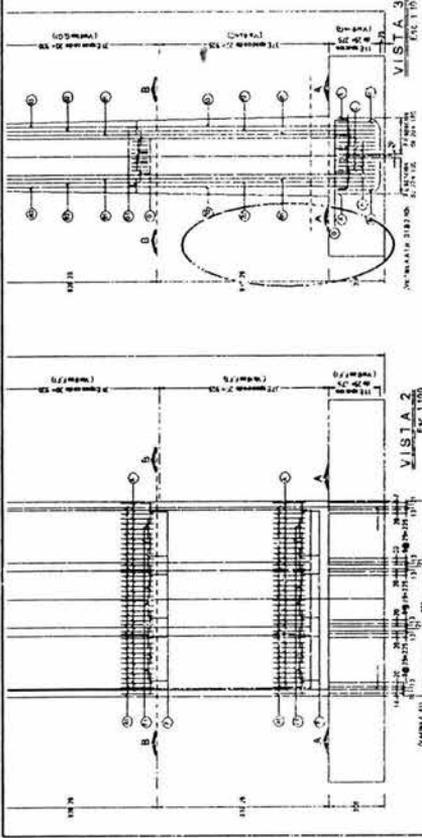
OBRA: CARRETERA "ATLIXCO - TEPANGO" DEL KM. 0+000 AL KM. 45+600 "SAN BARTOLO COHUECAN - LIBRAMIENTO JANTTELCO", DEL KM. 0+000 AL KM. 3+410, EN EL ESTADO DE PUEBLA.

## GENERADORES DE OBRA

CONSTRUCCION DE VIADUCTO CUATECOMATE EN EL ESTADO DE PUEBLA.

ESTIMACION No.: 2  
 PERIODO: 28 de Junio al 5 de Julio del 2003.  
 TRAMO: Atlixco - Tepango  
 FECHA: 30 de Junio 2003.

PARTIDA: SUBESTRUCTURAS  
 VIADUCTO CUATECOMATE  
 CONCEPTO: VARILLA LIMITE ELASTICO IGUAL O MAYOR DE 4200 KG/CM2.  
 UNIDAD: KG. UBICACION COLUMNA 2  
 PTE. KM. 3+922.44 AL KM. 4+021.44



ACERO DE REFUERZO EN COLUMNA				
VAR DIAM.	CANT.	LONG.	CROQUIS	
			a	b
F	4	3.16	1.04	0.21
F1	4	3.08	1.00	0.21
G	4	3.84	0.84	0.21
H	4	0.77	0.21	0.15

VOLUMEN = 29,443

KG. PUENTE KM. 3+922.44 AL KM. 4+021.44

C O R T E A-A

APOYO No. 2  
 REFUERZO EN COLUMNAS  
 REFERIDO AL PLANO No. 3A

VOLUMEN = 29,443.03 KG

VOLUMEN PROY. = 27,450.00 KG

DIFERENCIA = 1,993.03 KG

ELABORO

AUTORIZO

CONTRATISTA  
 MI EMPRESA S.A. DE C.V.

SUPERVISION EXTERNA  
 LABORATORIO DE PUENTES S.A. DE C.V.

OBRA:

CARRERA "ATLIXCO - TEPANGO" DEL KM. 0+000 AL KM. 45+600 Y TRAMO ALIMENTADOR "SAN BARTOLO COHUECAN - LIBRAMIENTO JANTETELCO", DEL KM. 0+000 AL KM. 3+410, EN EL ESTADO DE PUEBLA.

## GENERADORES DE OBRA

CONSTRUCCION DE DOS ESTRUCTURAS DEL TRAMO ALIMENTADOR "SAN BARTOLO COHUECAN - LIBRAMIENTO JANTETELCO" DEL KM. 0+000 AL KM 3+400, EN EL ESTADO DE PUEBLA.

ESTIMACION No.:

2

PARTIDA: SUBESTRUCTURAS

PERIODO:

28 de Junio al 5 de Julio del 2003.

TRAMO:

Atlixco - Tepango

FECHA:

30 de Junio 2003.

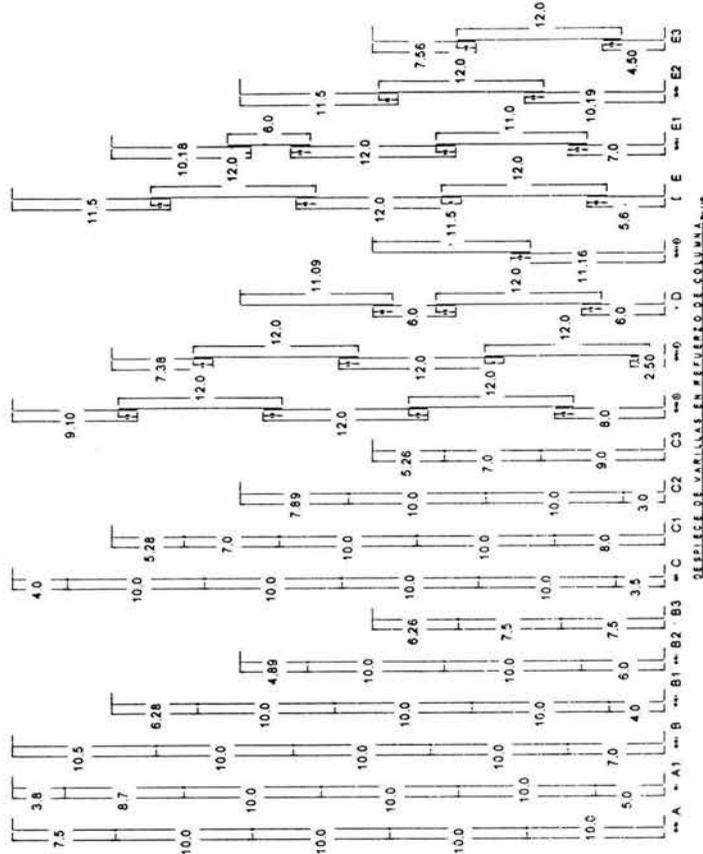
VIADUCTO CUATECOMATE

CONCEPTO: VARILLA LIMITE ELASTICO IGUAL O MAYOR DE 4200 KG/CM2.

UNIDAD: KG. UBICACION: COLUMNA 2

PTE. KM. 3+922.44 AL KM. 4+021.44

ACERO DE REFUERZO EN COLUMNA		CROQUIS			a	b	c	PESO
VAR	DIAM.	CANT.	LONG.		47.50	1.20	0.26	27.237
A	10	88	49.72		47.50	1.20	0.26	27.237
A1	10	88	49.72		47.50	1.20	0.26	27.237
B	10	20	48.72		47.50	1.20	0.26	6.190
B1	10	4	48.96		47.50	1.20	0.26	1.219
B2	10	4	48.96		47.50	1.20	0.26	1.219
B3	10	4	48.96		47.50	1.20	0.26	1.219
C	10	20	49.72		47.50	1.50	0.26	6.190
C1	10	4	48.96		47.50	1.20	0.26	1.219
C2	10	4	48.96		47.50	1.20	0.26	1.219
C3	10	4	48.96		47.50	1.20	0.26	1.219
D	8	20	55.24		53.10	1.20	0.22	4.392
D1	8	4	54.52		53.10	1.20	0.22	867
D2	8	4	54.52		53.10	1.20	0.22	867
D3	8	4	54.52		53.10	1.20	0.22	867
E	8	20	55.24		53.10	1.20	0.22	4.392
E1	8	4	54.52		53.10	1.20	0.22	867
E2	8	4	54.52		53.10	1.20	0.22	867
E3	8	4	54.52		53.10	1.20	0.22	867
TOTAL:								88,153
VOL. PROJ. =								83,975
DIFERENCIA =								4,478



ELABORO

AUTORIZO

CONTRATISTA  
MI EMPRESA S.A DE C.V.

SUPERVISION EXTERNA  
LABORATORIO DE PUENTES S.A DE C.V.



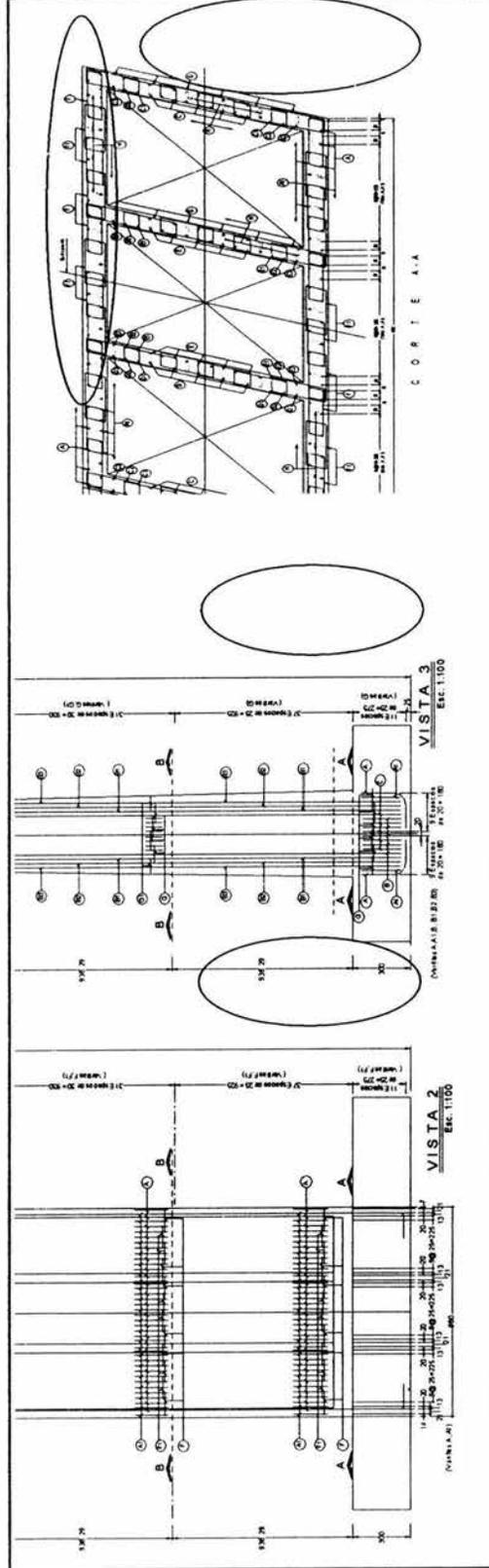
OBRA:

CARRETERA "ATLIXCO - TEPANGO" DEL KM. 0+000 AL KM. 45+600 Y SAN BARTOLO COHUACAN - LIBRAMIENTO JANTTELCO, DEL KM. 0+000 AL KM. 3+410, PUENTE VIADUCTO CUATECOMATE. EN EL ESTADO DE PUEBLA.

### GENERADORES DE OBRA

#### CONSTRUCCION VIADUCTO CUATECOMATE, EN EL ESTADO DE PUEBLA.

ESTIMACION No.: **2** PARTIDA: SUBESTRUCTURAS  
 PERIODO: 28 de Junio al 5 de Julio del 2004. CONCEPTO: VIADUCTO CUATECOMATE  
 TRAMO : Atlixco - Tepango UNIDAD: KG. UBICACIÓN COLUMNA 2



ACERO DE REFUERZO EN COLUMNA							
VAR	DIAM.	CANT.	LONG.	CROQUIS		PESO	
				a	b	c	
F	4	1992	3.16	1.04	0.21	0.10	6,270
F1	4	1992	3.08	1.00	0.21	0.10	6,111
G	4	3800	2.76	0.84	0.21	0.10	10,446
H	4	6784	0.77	0.21	0.15	0.13	5,203

APORTE No. 2  
 REFUERZO EN COLUMNAS  
 REFERIDO AL PLANO No 9A

VOL.EJEC. PARA ESTA ESTIM. No. = **28,030** KG. 111,926.00 ACERO ANTERIOR

ELABORO **AUTORIZO**  
 CONTRATISTA **SUPERVISION EXTERNA**  
 MI EMPRESA S.A. DE C.V. **LABORATORIO DE PUENTES S.A. DE C.V.**





OBRA: CARRETERA "ATLIXCO - TEPANGO" DEL KM. 0+000 AL KM. 45+200 "SAN BARTOLO COHUECAN - LIBRAMIENTO JANTTELCO", DEL KM. 0+000 AL KM. 3+410, PUENTE VIADUCTO CUATECOMATE, EN EL ESTADO DE PUEBLA.

## GENERADORES DE OBRA

### CONSTRUCCION VIADUCTO CUATECOMATE, EN EL ESTADO DE PUEBLA.

ESTIMACION NO.: 3

PERIODO: 05 de Julio al 12 del 2004.

TRAMO: Atlixco - Tepango

FECHA: 07 de Julio al 2004.

PARTIDA: SUPERESTRUCTURAS

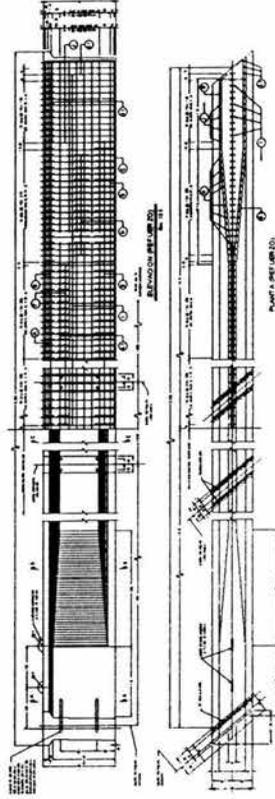
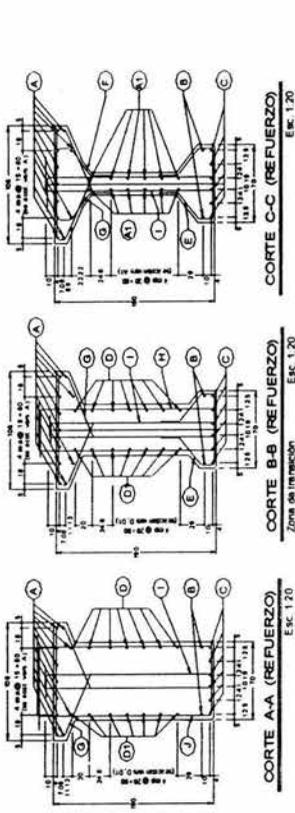
CONCEPTO: ACERO DE REFUERZO EN TRABES

UNIDAD: KG UBICACIÓN: TRAMO 1-2

VIADUCTO CUATECOMATE

#### LISTA DE VARILLAS

Var.	Diam.	Cart.	Long.	Croquis	a	b	c	Peso (Kg)
A	4c	11	32.55		32.55	-	-	356.60
A1	4c	12	25.85		25.85	-	-	308.60
B	6c	2	32.55		32.55	-	-	146.50
C	8c	6	32.55		32.55	-	-	776.30
D	4c	2 X 7	5.72		1.60	0.06	0.20	79.80
D1	4c	2 X 7	6.25		2.10	0.10	0.20	87.20
E	4c	162	2.74		0.50	0.30	0.12	442.00
F	4c	124	2.74		0.52	0.29	0.12	338.40
G	4c	186	2.46		0.88	0.14	0.65	455.70
H	4c	2 X 18	M=5.92		1.91	0.10	M=0.50	205.10
I	4c	186	m=5.52		1.86	0.10	A=15	993.00
J	4c	2 X 13	6.02		1.91	0.10	0.60	155.90
J1	4c	2 X 1	5.52		1.91	0.10	0.10	11.00
					SUMA =			4,354.10
					VOL. TOTAL =		4,354.10 X 8	= 34,832.80 KG.
					VOLUMEN TOTAL =		34,832.80 KG	



ELABORO

AUTORIZO

CONTRATISTA  
MI EMPRESA S.A DE C.V.

SUPERVISION EXTERNA  
LABORATORIO DE PUENTES S.A. DE C.V.

OBRA: CARRETERA "ATLIXCO - TEPANGO" DEL KM. 0+000 AL KM. 45+200 "SAN BARTOLO COHUECAN - LIBRAMIENTO JANTELCO", DEL KM. 0+000 AL KM. 3+410, PUNTE VIADUCTO CUATECOMATE. EN EL ESTADO DE PUEBLA.

## GENERADORES DE OBRA

### CONSTRUCCION VIADUCTO CUATECOMATE EN EL ESTADO DE PUEBLA.

ESTIMACION No.: 3

PERIODO: 05 de Julio al 12 del 2004.

TRAMO : Atlixco - Tepango

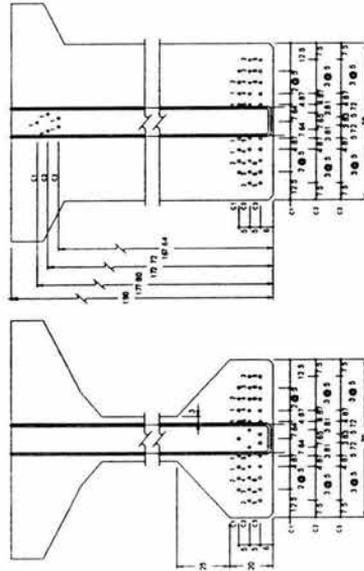
FECHA: 07 de Julio al 2004.

PARTIDA: SUPERESTRUCTURAS

PUNTE KM. 3+922.40 AL KM. 4+021.44

CONCEPTO: TORONES DE LIMITE DE RUPTURA DE 19,000 KG/CM2

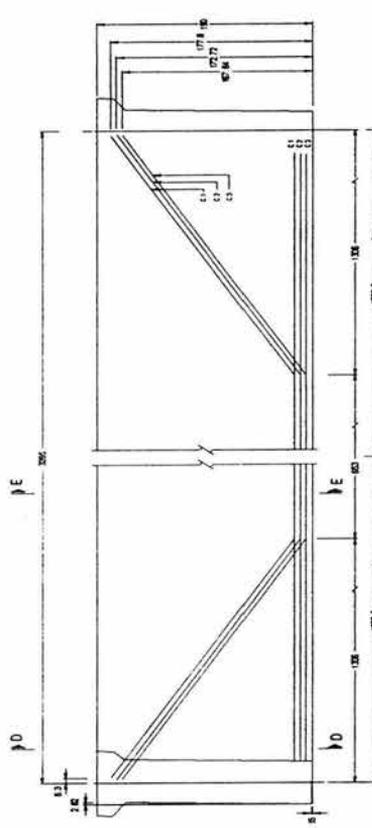
UNIDAD: KG UBICACIÓN: TRAMO 1-2



TORONES PESO POR TRABE = 1,459 KG

VOL. TOTAL = 1,459 X 8 X = 11,672.00 KG.

**VOL. ESTA ESTIM. No. 10 = 11,672 KG.**



ELABORO

AUTORIZO

CONTRATISTA  
MI EMPRESA S.A DE C.V.

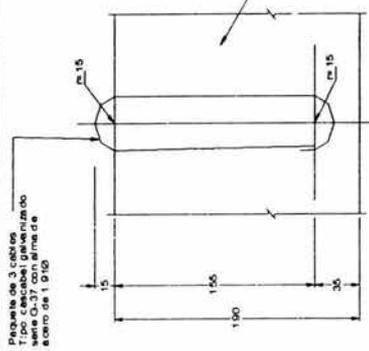
SUPERVISION EXTERNA  
LABORATORIO DE PUENTES S.A. DE C.V.

OBRA: CARRETERA "ATLIXCO - TEPANGO" DEL KM. 0+000 AL KM. 45+200 "SAN BARTOLOMÉ SCHUECAN - LIBRAMIENTO JANTELCO", DEL KM. 0+000 AL KM. 3+410, PUENTE VIADUCTO CUATECOMATE, EN EL ESTADO DE PUEBLA.

## GENERADORES DE OBRA

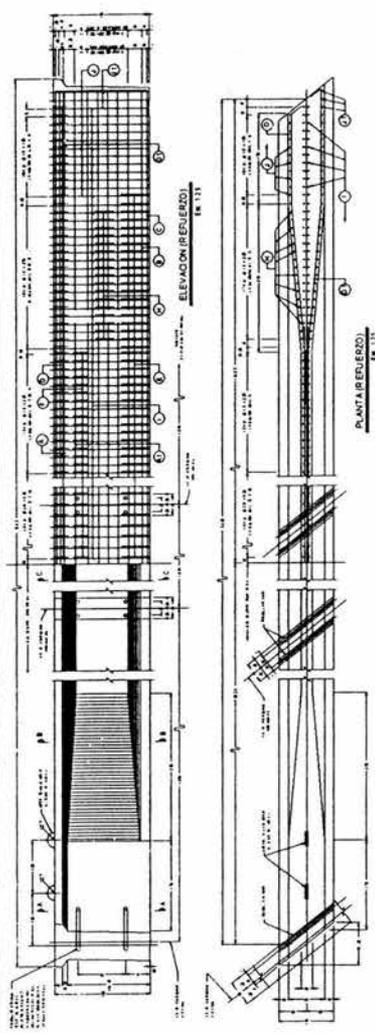
CONSTRUCCION VIADUCTO CUATECOMATE EN EL ESTADO DE PUEBLA.

ESTIMACION No.: **3** PARTIDA: SUPERESTRUCTURAS PUENTE KM. 3+922.40 AL KM. 4+021.44  
 PERIODO: 05 de Julio al 12 del 2004. CONCEPTO: CABLE TIPO CASCABEL UNIDAD: M' UBICACION: TRAMO 1 - 2  
 TRAMO : Atlixco - Tepango  
 FECHA: 07 de Julio al 2004.



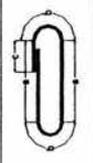
### DETALLE DEL GANCHO DE IZADO

Esc. 1:20  
 TRABES = 8 PZAS  
 VOL. TOTAL = 44 X 8 X = 352 KG.  
 VOL. EST. ESTIM. No. 09 = 88 KG.



LISTA DE VARILLAS

Var. Diam.	Cant.	Long.	a	b	c	Peso (kg)
cables 1.91Ø	12	454	155	47	50	44
SUMA =						44 KG



ELABORO: **AUTORIZO:**  
 CONTRATISTA: SUPERVISION EXTERNA  
 MI EMPRESA S.A. DE C.V. LABORATORIO DE PUENTES S.A. DE C.V.



OBRA: CARRETERA "ATLIXCO - TEPANGO" DEL KM. 0+000 AL KM. 48+200 "SAN BARTOLO COHUECAN - LIBRAMIENTO JANTETELCO", DEL KM. 0+000 AL KM. 3+410, PUENTE VIADUCTO CUATECOMATE EN EL ESTADO DE PUEBLA.

## GENERADORES DE OBRA

### CONSTRUCCION VIADUCTO CUATECOMATE EN EL ESTADO DE PUEBLA.

ESTIMACION No.: 4  
 PERIODO: 19 al 26 de Julio del 2004.  
 TRAMO: Atlixco - Tepango  
 FECHA: 21 de Julio del 2004.

PARTIDA: SUPERESTRUCTURAS

VIADUCTO CUATECOMATE

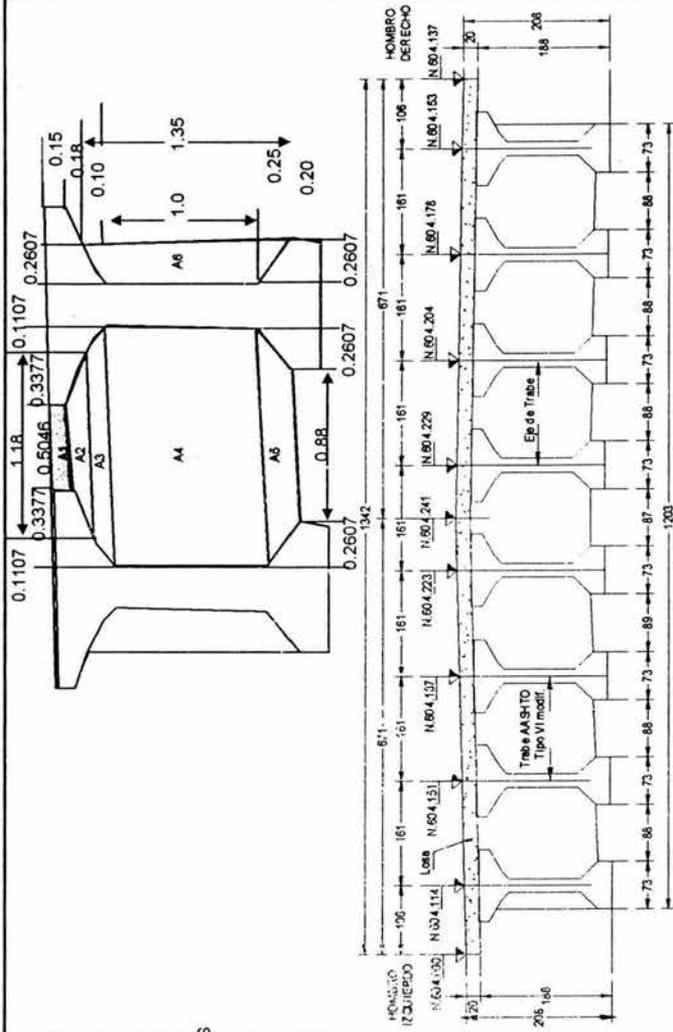
CONCEPTO: CONCRETO DE F' C= 260 KG/CM2 EN DIAFRAGMAS Y LOSA

UNIDAD: M<sup>3</sup> UBICACIÓN: TRAMO 1-2 PUENTE KM. 3+922.4 AL KM. 4+021.44

AREA PARA DIAFRAGMA INTERMEDIO						
AREA - 1 =	0.5046	X	0.15		M2	
AREA - 2 =	(0.5046 +	1.18) / 2	X	0.18	=	M2
AREA - 3 =	(1.18 +	1.4000) / 2	X	0.10	=	M2
AREA - 4 =	1.4014	X	1.00		M2	
AREA - 5 =	(1.4014 +	0.88) / 2	X	0.25	=	M2
	SUMA =	2.05			M2	
	No. DE PIEZAS =	7			PZAS	
AREA PARCIAL =	2.05	X	7	=	14.35	
AREA - 6 =	(1.00 +	1.35) / 2	X	0.314 X 2	=	0.74
	SUMA AREA TOTAL =	15.09			M2	
ANCHO DE DIAFRAGMA =	0.50				m	

VOLUMEN DE DIAFRAGMA INTERMEDIO

VOL. = 15.09 X 0.50 X 2 = 15.10 M3



ELABORO

AUTORIZO

CONTRATISTA  
 MI EMPRESA S. A. DE C.V.

SUPERVISION EXTERNA  
 LABORATORIO DE PUENTES S.A DE C.V.

OBRA: CARRETERA "ATLIXCO - TEPANGO" DEL KM. 0+000 AL KM. 46+200 "SAN BARTOLO COHUECAN - LIBRAMIENTO JANTETELCO", DEL KM. 0+000 AL KM. 3+410, PUENTE VIADUCTO CUATECOMATE EN EL ESTADO DE PUEBLA.

## GENERADORES DE OBRA

CONSTRUCCION VIADUCTO CUATECOMATE EN EL ESTADO DE PUEBLA.

ESTIMACION No.:

4

PARTIDA: SUPERESTRUCTURAS

PERIODO: 19 al 26 de Julio del 2004.

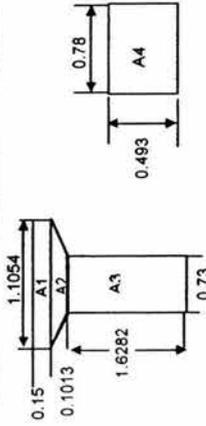
TRAMO: Atlixco - Tepango

FECHA: 21 de julio del 2004.

VIADUCTO CUATECOMATE

CONCEPTO: CONCRETO DE F'c= 250 KG/CM2 EN DIAFRAGMAS Y LOSA

UNIDAD: M<sup>3</sup> UBICACION: TRAMO 1-2 PUENTE KM. 3+922.4 AL KM. 4+021.44



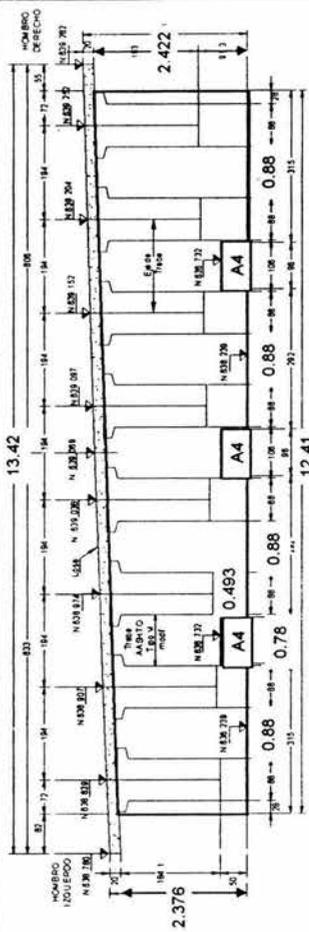
### AREA DE SECCION TRABE

A-1 = 1.105 X 0.15	= 0.17	M2
A-2 = (1.105 + 0.73)/2 X 0.1013	= 0.09	M2
A-3 = 1.6282 X 0.73	= 1.19	M2
<b>SUMA</b>	<b>= 1.45</b>	<b>M2</b>

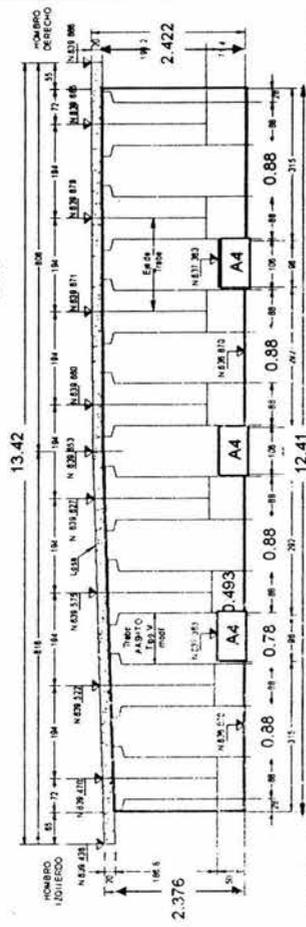
AREA P. = 1.45 X 16	= 23.20	M2
<b>AREA DE SECCION HUECO</b>		
A-4 = 0.493 X 0.78	= 0.39	M2
<b>AREA SECCION DIAFRAGMA 1 Y 4</b>		
A-5 = (2.376 + 2.422)/2 X 12.41	= 29.77	M2
A-6 = (2.376 + 2.422)/2 X 12.41	= 29.77	M2
<b>SUMA</b>	<b>= 59.54</b>	<b>M2</b>

### AREA TOTAL SECCION DIAFRAGMA 1 Y 4

AREA = 59.54 + 23.20 + 2.31	= 85.05	M2
<b>VOLUMEN SECCION DIAFRAGMA 1 Y 4</b>		
ANCHO DE DIAFRAGMA = 0.50		M
VOL = 34.03 X 0.50	= 17.00	M3



### GEOMETRIA DE DIAFRAGMA 1,4 ( TRAMO 1-2 )



ELABORO

AUTORIZO

CONTRATISTA  
MI EMPRESA S.A DE C.V.

SUPERVISION EXTERNA  
LABORATORIO DE PUENTES S.A DE C.V.

OBRA: CARRETERA "ATLIXCO - TEPANGO" DEL KM. 0+000 AL KM. 45+200 "SAN BARTOLO COHUECAN - LIBRAMIENTO JANTETELCO", DEL KM. 0+000 AL KM. 3+410, PUENTE VIADUCTO CUATECOMATE EN EL ESTADO DE PUEBLA.

## GENERADORES DE OBRA

### CONSTRUCCION ,VIADUCTO CUATECOMATE EN EL ESTADO DE PUEBLA.

ESTIMACION No.: **4** PARTIDA: SUPERESTRUCTURAS  
PERIODO: 19 al 26 de Julio del 2004. VIADUCTO CUATECOMATE  
TRAMO : Atlixco - Tepango CONCEPTO: CONCRETO DE F'C= 250 KG/CM2 EN DIAFRAGMAS Y LOSA  
FECHA: 21 de julio del 2004. UNIDAD: M<sup>3</sup> UBICACION: TRAMO 1-2 PUENTE KM. 3+922.4 AL KM. 4+021.44

#### AREA DE LOSA

B = 33.28 ML

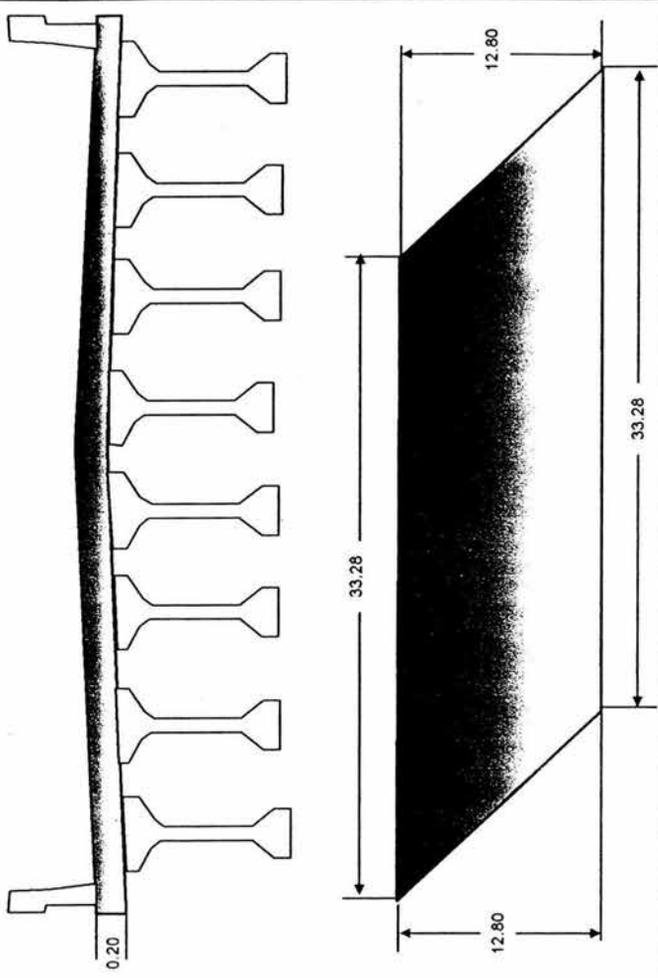
A = 12.80 ML

AREA = ( 33.28 X 12.80 ) = 425.98 M2

ESPESOR DE LOSA = 0.20 M

#### VOLUMEN DE LOSA

VOL. = 425.98 X 0.20 = 85.20 M3



ELABORO

CONTRATISTA  
MI EMPRESA S.A DE C.V.

AUTORIZO

SUPERVISION EXTERNA  
LABORATORIO DE PUENTES S.A DE C.V.

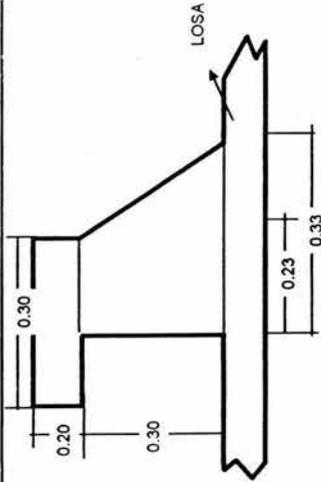
OBRA CARRETERA "ATLIXCO - TEPANGO" DEL KM. 0+000 AL KM. 0+006 AL KM. 45+250 "SAN BARTOLG COHUECAN - LIBRAMIENTO JANTELCO",  
DEL KM. 0+000 AL KM. 3+410, PUENTE VIADUCTO CUATECOMATE EN EL ESTADO DE PUEBLA.

## GENERADORES DE OBRA

### CONSTRUCCION, VIADUCTO CUATECOMATE EN EL ESTADO DE PUEBLA.

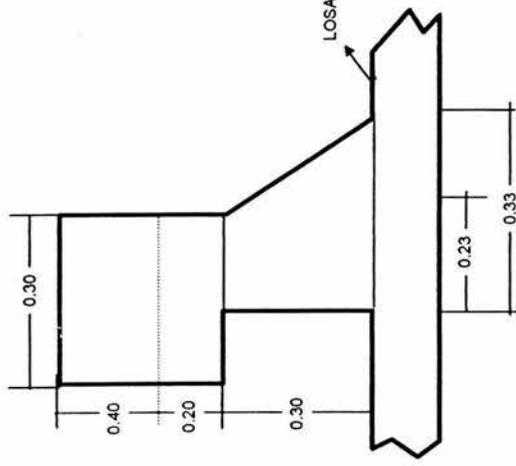
ESTIMACION No.: 4  
 PERIODO: 19 al 26 de Julio del 2004.  
 TRAMO: Atlixco - Tepango  
 FECHA: 21 de Julio del 2004.

PARTIDA: SUPERESTRUCTURAS  
 PUENTE KM. 3+922.4 AL KM. 4+021.44  
 VIADUCTO CUATECOMATE  
 CONCEPTO: C/CONCRETO F'c=250 KG/CM<sup>2</sup> EN GUARNICIONES  
 UNIDAD: M<sup>3</sup> UBICACIÓN: TRAMO 1 - 2



#### GUARNICION SOBRE LOSA

LONGITUD DE GUARNICION = 33.28 ML  
 GUARNICION SOBRE LOSA  
 VOLUMEN 1 =  $(0.30 \times 0.20) \times 33.28 = 2.00 \text{ M}^3$   
 VOLUMEN 2 =  $(0.23 + 0.33) / 2 \times 0.30 \times 33.28$   
 VOLUMEN 2 = 2.80 M<sup>3</sup>  
 SUMA VOLUMEN = 4.80 M<sup>3</sup>  
 REMATE DE GUARNICION  
 VOLUMEN 1 =  $(0.30 \times 0.40) \times 1.60 = 0.19 \text{ M}^3$   
 SUMA VOLUMEN = 0.19 M<sup>3</sup>  
 SUMA DE VOLUMENES = 4.99 M<sup>3</sup>  
 VOLUMEN X 2 LADOS = 9.98 M<sup>3</sup>  
 VOLUMEN ESTIMACION No. 16 = 9.98 M<sup>3</sup>



#### REMATE DE GUARNICION

ELABORO

AUTORIZO

CONTRATISTA  
 MI EMPRESA S.A DE C.V.

SUPERVISION EXTERNA  
 LABORATORIO DE PUENTES S.A DE C.V.

OBRA CARRETERA "ATLIXCO - TEPANGO" DEL KM. 0+000 AL KM. 45+200 "SAN BARTOLO COHUECAN - LIBRAMIENTO JANTETELCO", DEL KM. 0+000 AL KM. 3+410, PUNTE VIADUCTO CUATECOMATE EN EL ESTADO DE PUEBLA.

## GENERADORES DE OBRA

CONSTRUCCION ,VIADUCTO CUATECOMATE EN EL ESTADO DE PUEBLA.

PARTIDA: SUPERESTRUCTURAS

4

ESTIMACION No.:

PERIODO: 19 al 26 de Julio del 2004.

TRAMO : Atlixco - Tepango

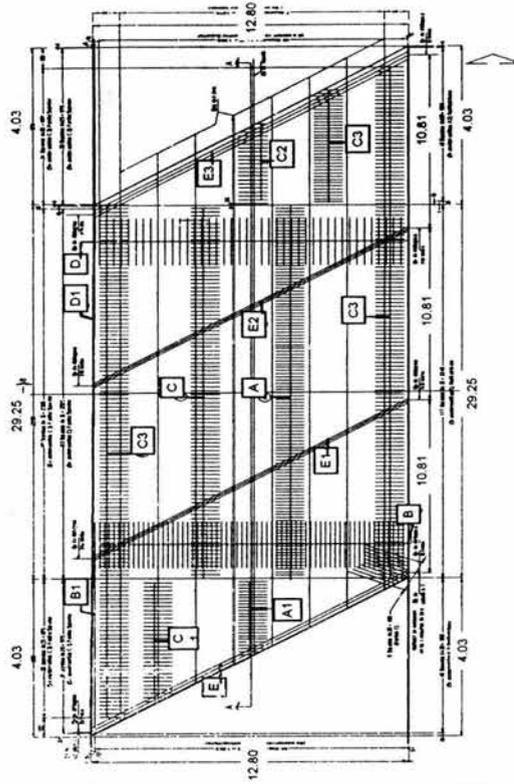
FECHA: 21 de julio del 2004.

CONCEPTO: ACERO DE REFUERZO

UNIDAD: KG UBICACIÓN: TRAMO 1-2

LISATA DE VARILLAS DE LOSA

Var.	Diam.	Cant.	Long.	Croquis	a	b	c	Peso (kg)
A	5c	147	12.97		12.57	0.07	0.13	2,974.30
					M=11.93 m=0.96 I=0.33			
A1	5c	20	M=12.33 m=0.96 I=0.33		M=11.77 m=0.10 I=0.33	0.07	0.13	207.30
A2	5c	20	M=12.17 m=0.50 I=0.33		M=11.77 m=0.10 I=0.33	0.07	0.13	197.70
B	4c	65	33.42		33.08	0.07	0.10	2,153.60
C	4c	118	12.94		12.60	0.07	0.10	1,520.80
					M=11.81 m=0.69 I=0.41			
C1	4c	15	M=12.15 m=1.03 I=0.41		M=11.81 m=0.69 I=0.41	0.07	0.10	98.50
C2	4c	14	M=12.15 m=0.42 I=0.41		M=11.81 m=0.08 I=0.41	0.07	0.10	87.60
C3	6c	264	1.82		1.60	0.07	0.15	2,162.20
		528						
D	4c	44	33.42		33.08	0.07	0.10	1,464.60
E	6c	8	13.66		13.22	0.07	0.15	245.90
F	4c	10 X 4	2.22		2.00	0.07	0.15	88.40
		40						
SUMA =								11,210.90
								11,169.00
								51.90



ELABORO

AUTORIZO

CONTRATISTA  
MI EMPRESA S.A. DE C.V.

SUPERVISION EXTERNA  
LABORATORIO DE PUNTES S.A. DE C.V.

OBRA CARRETERA "ATLIXCO - TEPANGO" DEL KM. 0+000 AL KM. 45+200 "SAN BARTOLO CUAHECAN - LIBRAMIENTO JANTETELCO", DEL KM. 0+000 AL KM. 3+410, PUENTE VIADUCTO CUATECOMATE EN EL ESTADO DE PUEBLA.

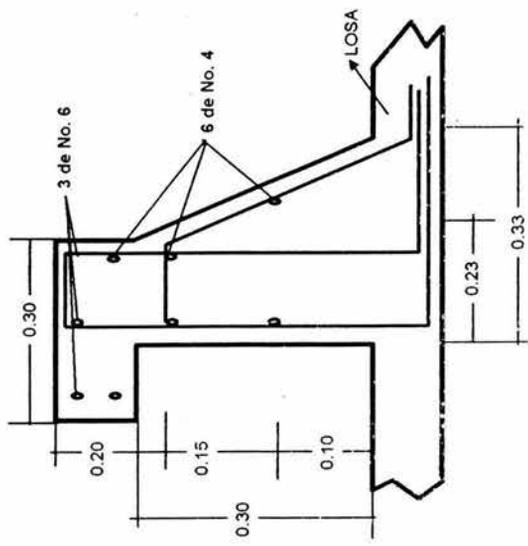
## GENERADORES DE OBRA

### CONSTRUCCION VIADUCTO CUATECOMATE EN EL ESTADO DE PUEBLA.

ESTIMACION No.: **4** PUENTE KM. 3+922.4 AL KM. 4+021.44  
 PERIODO: 19 al 28 de Julio del 2004. VIADUCTO CUATECOMATE  
 TRAMO: Atlixco - Tepango CONCEPTO: ACERO DE REFUERZO  
 FECHA: 21 de julio del 2004. UNIDAD: KG UBICACION: TRAMO 1-2

Var.		LISATA DE VARILLAS DE LOSA							
Diam.	Cant.	Long.	Croquis	a	b	c	Peso (kg)		
A	4c	5	2.45	0.74	0.17	0.40	12.20		
B	3c	5	1.32	0.24	0.14	0.06	3.70		
C	4c	6	1.00	1.00			6.00		
D	4c	5	1.04	0.47	0.17	0.40	5.20		
E	6c	3	1.00	1.00			6.00		

PARA UN METRO LINEAL = 33.90 KG  
 LONGITUD DE LOSA = 33.28 m  
 VOLUMEN = 1,128.19 KG  
 VOLUMEN X 2 LADOS = 2,256.38 KG



### GUARNICION SOBRE LOSA

ELABORO AUTORIZO

CONTRATISTA SUPERVISION EXTERNA  
 MI EMPRESA S.A. DE C.V. LABORATORIO DE PUENTES S.A. DE C.V.



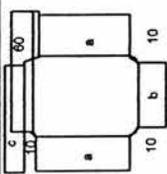
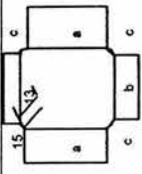
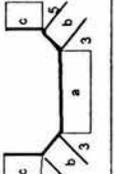
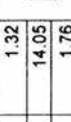
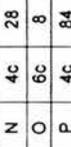
OBRA: CARRETERA "ATLIXCO - TEPANGO" DEL KM. 0+000 AL KM. 45+200 "SAN BARTOLO COHUECAN - LIBRAMIENTO JANTETELCO", DEL KM. 0+000 AL KM. 3+410, PUENTE VIADUCTO CUATECOMATE EN EL ESTADO DE PUEBLA.

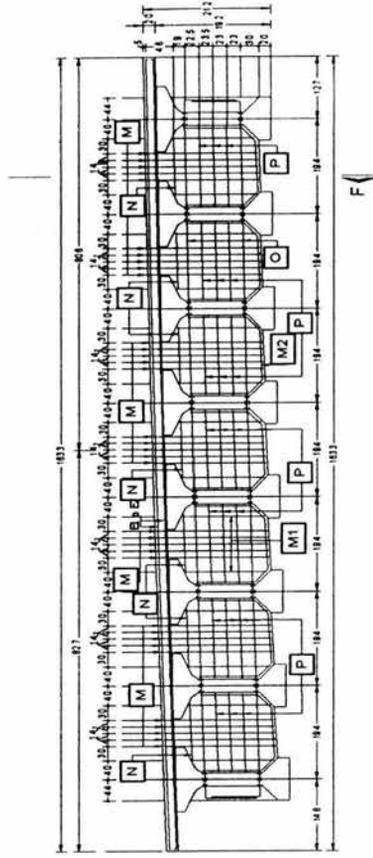
## GENERADORES DE OBRA

### CONSTRUCCION VIADUCTO CUATECOMATE EN EL ESTADO DE PUEBLA.

ESTIMACION No.: 4 PUENTE KM. 3+922.4 AL KM. 4+021.44  
 PERIODO: 19 al 26 de Julio del 2004. VIADUCTO CUATECOMATE  
 TRAMO : Atlixco - Tepango CONCEPTO: ACERO DE REFUERZO  
 FECHA: 21 de julio del 2004. UNIDAD: KG UBICACIÓN: TRAMO 1-2

#### LISATA DE VARILLAS DE LOSA

Var.	Diam.	Cant.	Long.	Croquis	a	b	c	Peso (kg)
M	4c	56	5.70		1.85	0.20	0.60	317.90
M1	4c	28	4.10		1.42	0.20	0.10	114.30
M2	4c	28	3.68		0.84	0.35	0.99	102.60
N	4c	28	1.32		0.92	0.10	0.10	36.80
O	6c	8	14.05		11.93	0.91	0.15	252.90
P	4c	84	1.76		1.36	0.10	0.10	147.20
<b>SUMA =</b>								<b>971.70 Kg</b>
								2,185.40



ELABORO

AUTORIZO

CONTRATISTA  
 MI EMPRESA S.A. DE C.V.

SUPERVISION EXTERNA  
 LABORATORIO DE PUENTES S.A. DE C.V.



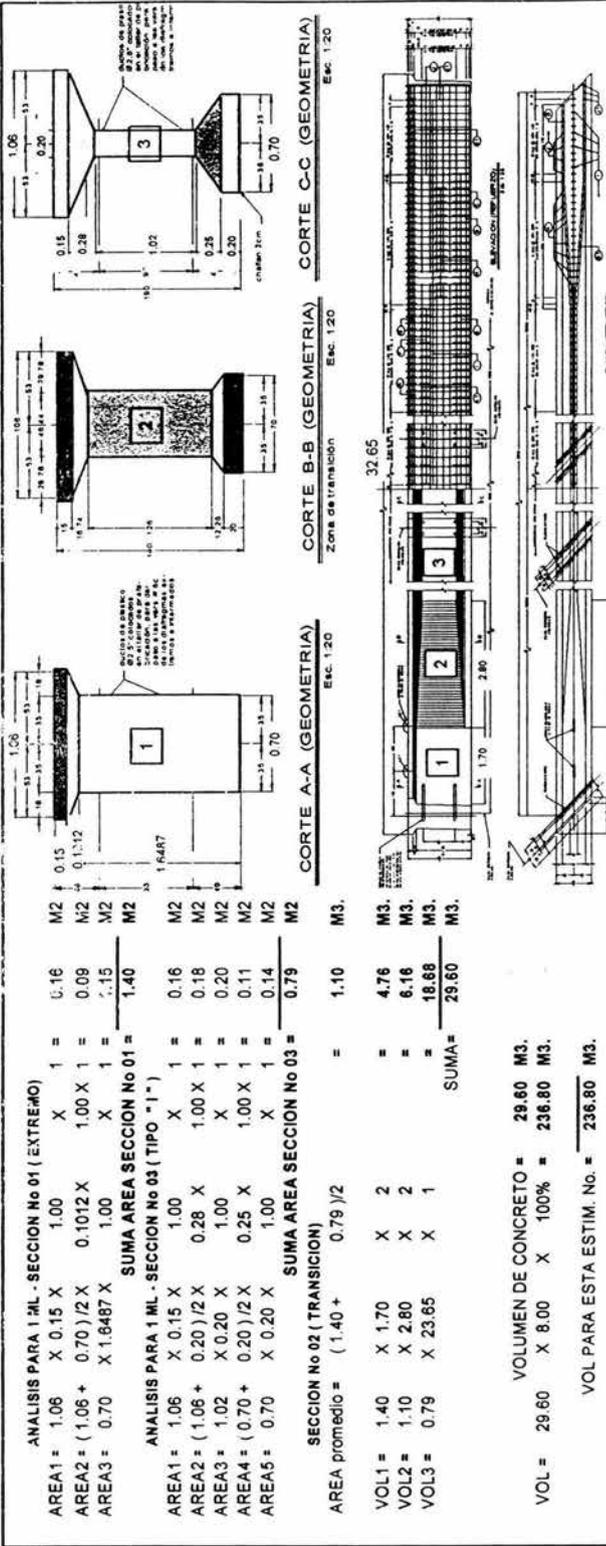


OBRA: CARRETERA "ATLIXCO - TEPANGO" DEL KM. 0+000 AL KM. 46+200 "SAN BARTOLO COHUECAN - LIBRAMIENTO JANTELCO", DEL KM. 0+000 AL KM. 3+470, PUENTE VIADUCTO CUATECOMATE EN EL ESTADO DE PUEBLA.

## GENERADORES DE OBRA

### CONSTRUCCION VIADUCTO CUATECOMATE EN EL ESTADO DE PUEBLA.

ESTIMACION No.: 7  
 PERIODO: 16 AL 23 DE AGOSTO DEL 2003.  
 TRAMO : ATLIXCO TEPANGO.  
 FECHA: 25 DE AGOSTO DEL 2003.  
 PAQUETE: A  
 CONCEPTO: CONCRETO DE F'c=260 KG/CM2 EN TRABES PRESFORZADAS  
 UNIDAD: M<sup>3</sup>  
 UBICACION: TRAMO 1-2  
 PUENTE KM. 3+922.40 AL KM. 4+021.44



ANALISIS PARA 1 ML - SECCION No 01 (EXTREMO)							
AREA1 = 1.06 X 0.15 X 1.00	X	1	=	0.16	M2		
AREA2 = (1.06 + 0.70) / 2 X 1.00	X	1	=	0.09	M2		
AREA3 = 0.70 X 1.6487 X 1.00	X	1	=	1.15	M2		
				<b>1.40</b>	<b>M2</b>		
SUMA AREA SECCION No 01 =							
ANALISIS PARA 1 ML - SECCION No 03 (TIPO "1")							
AREA1 = 1.06 X 0.15 X 1.00	X	1	=	0.16	M2		
AREA2 = (1.06 + 0.20) / 2 X 1.00	X	1	=	0.18	M2		
AREA3 = 1.02 X 0.20 X 1.00	X	1	=	0.20	M2		
AREA4 = (0.70 + 0.20) / 2 X 1.00	X	1	=	0.11	M2		
AREA5 = 0.70 X 0.20 X 1.00	X	1	=	0.14	M2		
				<b>0.79</b>	<b>M2</b>		
SUMA AREA SECCION No 03 =							
SECCION No 02 (TRANSICION)							
AREA promedio = (1.40 + 0.79) / 2				=	1.10	M3.	
VOL1 = 1.40 X 1.70 X 2				=	4.76	M3.	
VOL2 = 1.10 X 2.80 X 2				=	6.16	M3.	
VOL3 = 0.79 X 23.65 X 1				=	18.68	M3.	
					<b>29.60</b>	<b>M3.</b>	
SUMA =							
VOLUMEN DE CONCRETO =				29.60	M3.		
VOL = 29.60 X 8.00 X 100%				=	236.80	M3.	
VOL PARA ESTA ESTIM. No. =				236.80	M3.		

ELABORO  
 CONTRATISTA  
 MI EMPRESA S.A. DE C.V.  
 AUTORIZO  
 SUPERVISION EXTERNA  
 LABORATORIO DE PUENTES S.A. DE C.V.

OBRA: CARRETERA "ATLIXCO - TEPANGO" DEL KM. 0+000 AL KM. 48+200 "SAN BARTOLO COHUECAN - LIBRAMIENTO JANTELCO", DEL KM. 0+000 AL KM. 3+410. PUENTE VIADUCTO CUATECOMATE EN EL ESTADO DE PUEBLA.

## GENERADORES DE OBRA

### CONSTRUCCION VIADUCTO CUATECOMATE EN EL ESTADO DE PUEBLA.

ESTIMACION NO.: 8  
 PERIODO: 23 AL 30 DE AGOSTO DEL 2003.  
 TRAMO: ATLIXCO - TEPANGO  
 FECHA: 01 DE SEPTIEMBRE DEL 2003

PARTIDA: SUBESTRUCTURAS  
 VIADUCTO CUATECOMATE  
 VIADUCTO CUATECOMATE  
 PUENTE KM. 3+922.40 AL KM. 4+021.44

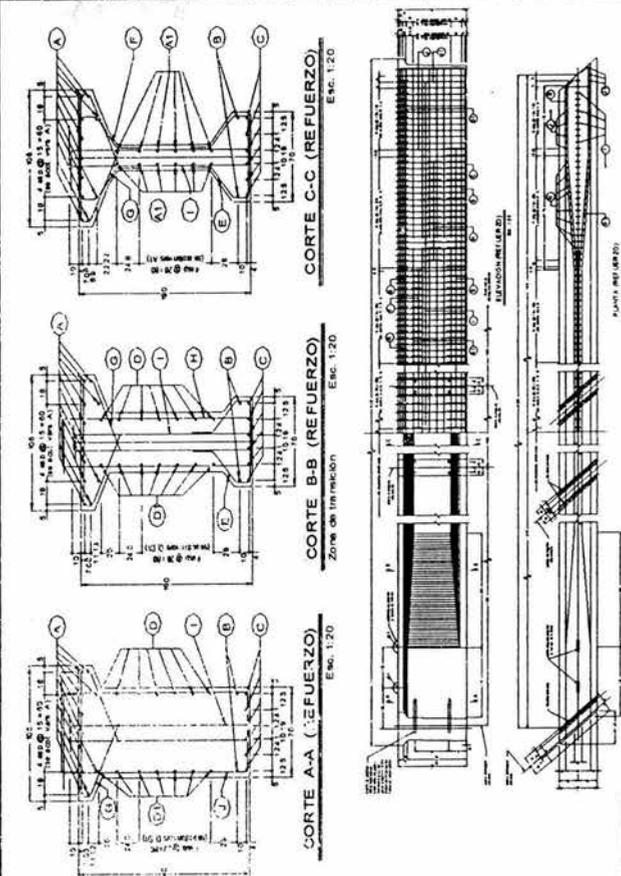
CONCEPTO: ACERO DE REFUERZO EN TRABES  
 UNIDAD: KG  
 UBICACIÓN: TRAMO 2-3

Vol (Dm)	Cant	Long	LISTA DE VARILLAS			Suma
			Crosbar			
A	B	C	A	B	C	Permetro
11	3210	351	3210	-	-	351
12	2510	208	2510	-	-	208
2	3210	143	3210	-	-	143
3	3210	705	3210	-	-	705
4	217	572	183	6	20	90
5	217	572	210	10	20	87
6	192	774	85	30	12	441
7	122	274	82	29	17	332
8	184	248	88	14	68	448
9	218	235	181	16	max 10	205
10	184	248	186	10	4	979
11	212	802	121	10	80	143
12	212	802	101	10	max 10	33
13	212	802				
14	212	802				
15	212	802				
16	212	802				
17	212	802				
18	212	802				
19	212	802				
20	212	802				
21	212	802				
22	212	802				
23	212	802				
24	212	802				
25	212	802				
26	212	802				
27	212	802				
28	212	802				
29	212	802				
30	212	802				
31	212	802				
32	212	802				
33	212	802				
34	212	802				
35	212	802				
36	212	802				
37	212	802				
38	212	802				
39	212	802				
40	212	802				
41	212	802				
42	212	802				
43	212	802				
44	212	802				
45	212	802				
46	212	802				
47	212	802				
48	212	802				
49	212	802				
50	212	802				
51	212	802				
52	212	802				
53	212	802				
54	212	802				
55	212	802				
56	212	802				
57	212	802				
58	212	802				
59	212	802				
60	212	802				
61	212	802				
62	212	802				
63	212	802				
64	212	802				
65	212	802				
66	212	802				
67	212	802				
68	212	802				
69	212	802				
70	212	802				
71	212	802				
72	212	802				
73	212	802				
74	212	802				
75	212	802				
76	212	802				
77	212	802				
78	212	802				
79	212	802				
80	212	802				
81	212	802				
82	212	802				
83	212	802				
84	212	802				
85	212	802				
86	212	802				
87	212	802				
88	212	802				
89	212	802				
90	212	802				
91	212	802				
92	212	802				
93	212	802				
94	212	802				
95	212	802				
96	212	802				
97	212	802				
98	212	802				
99	212	802				
100	212	802				

SUMA = 4,301 KG.

VOL. TOTAL = 4,301 X 8 = 34,408 KG.

VOL. ESTA ESTIM. No. 09 = 8,602 KG.



ELABORO

CONTRATISTA  
 MI EMPRESA S.A. DE C.V.

AUTORIZO

SUPERVISION EXTERNA  
 LABORATORIO DE PUENTES S.A. DE C.V.





OBRA: CARRETERA "ATLIXCO - TEPANGO" DEL KM. 0+000 AL KM. 45+600 "SAH BARTOLO COHUECAN."  
 LIBRAMIENTO JANTELCO", DEL KM. 0+000 AL KM. 3+410, PUENTE VIADUCTO CUATECOMATE EN EL  
 ESTADO DE PUEBLA.

## GENERADORES DE OBRA

### CONSTRUCCION, VIADUCTO CUATECOMATE EN EL ESTADO DE PUEBLA.

ESTIMACION No.:	10	PARTIDA:	SUBESTRUCTURA
PERIODO:	6 AL 13 DE SEPTIEMBRE DEL 2003.	CONCEPTO:	CONCRETO DE F'c=100 KG./CM2. EN PLANTILLAS
TRAMO :	ATLIXCO - TEPANGO	UNIDAD:	M <sup>3</sup>
FECHA:	08 DE SEPTIEMBRE DE 1	UBICACION:	CABALLETE 1

PTE. KM. 3+922.44 AL KM. 4+021.44

CONCRETO F'c = 100 KG./CM2 EN PLANTILLA

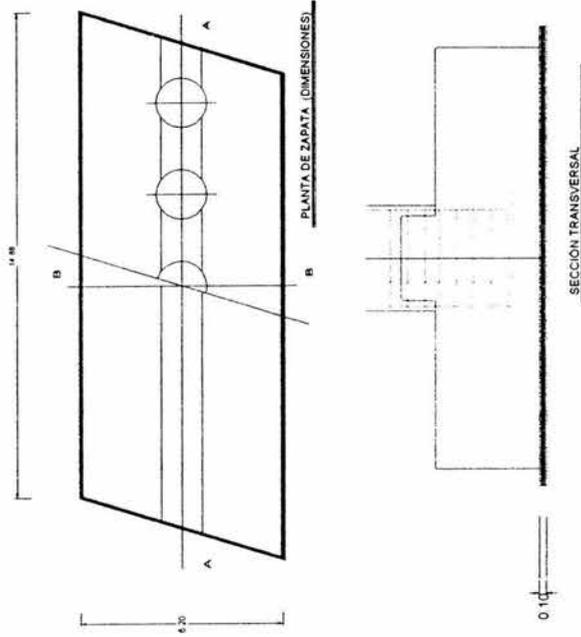
Area = 14.88 X 6.20 = 92.26 M<sup>2</sup>

ESPESOR DE PLANTILLA = 0.10 M

VOL. = 0.10 X 92.26 = 9.23 M<sup>3</sup>

APOYO No. 1

VOL. DE CONC. EN PLANTILLA = 9.23 M<sup>3</sup>



ELABORO

CONTRATISTA  
 MI EMPRESA S.A. DE C.V.

AUTORIZO

SUPERVISION EXTERNA  
 LABORATORIO DE PUENTES S.A. DE C.V.

OBRA: CARRETERA "ATLUXCO - TEPANGO" DEL KM. 0+000 AL KM. 45+800 "SAN BARTOLO COHUECAN -  
 LIBRAMIENTO JANITELCO", DEL KM. 0+000 AL KM. 3+410, EN EL ESTADO DE PUEBLA, PUENTE VIADUCTO  
 CUATECOMATE

## GENERADORES DE OBRA

### CONSTRUCCION, VIADUCTO CUATECOMATE EN EL ESTADO DE PUEBLA.

ESTIMACION No.: 10  
 PERIODO: 6 AL 13 DE SEPTIEMBRE DEL 2003.  
 TRAMO: ATLUXCO - TEPANGO  
 FECHA: 08 DE SEPTIEMBRE DE 2003  
 CANTIDAD: SUBESTRUCTURA  
 CONCEPTO: CONCRETO F'c=250 KG./CM2. EN ZAPATAS Y CONTRATRABES  
 UNIDAD: M<sup>3</sup>  
 UBICACION: CABALLETE 1  
 PTE. KM. 3+922.44 AL KM. 4+021.44

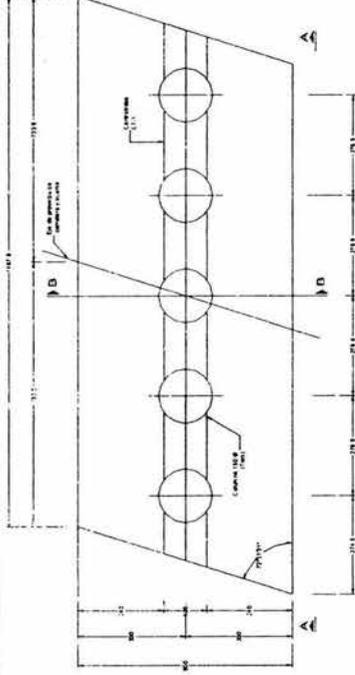
CONCRETO F'c = 250 KG./CM2 EN ZAPATA

Area =	14.68	X	6.00	=	88.08	M <sup>2</sup>
ALTIMETRIA						
					1.50	M
VOL. =	1.50	X	88.08	=	132.12	M <sup>3</sup>
APOYO No. 1						
VOL. DE CONC. EN ZAPATA =				<u>132.12</u>	M <sup>3</sup>	

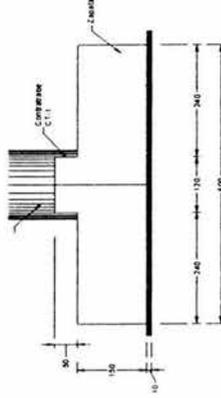
CONCRETO F'c = 250 KG./CM2 CONTRATRABE

Area =	14.68	X	1.20	=	17.62	M <sup>2</sup>
ALTIMETRIA						
					0.50	M
VOL. =	0.50	X	17.62	=	8.81	M <sup>3</sup>
APOYO No. 1						
VOL. DE CONC. EN CONTRATRABE =				<u>8.81</u>	M <sup>3</sup>	

**SUMA = 140.93 M<sup>3</sup>**



PLANTA DE ZAPATA (DIMENSIONES)



CORTE B - B

ELABORO

CONTRATISTA  
 MI EMPRESA S.A. DE C.V.

AUTORIZO

SUPERVISION EXTERNA  
 LABORATORIO DE PUENTES S.A. DE C.V.



OBRA: CARRETERA "ATLIXCO - TEPANGO" DEL KM. 0+000 AL KM. 45+600 "SAN BARTOLO COHUECAN -  
 LIBRAMIENTO JANTELCO", DEL KM. 0+000 AL KM. 3+410, PUENTE VIADUCTO CUATECOMATE EN EL  
 ESTADO DE PUEBLA.

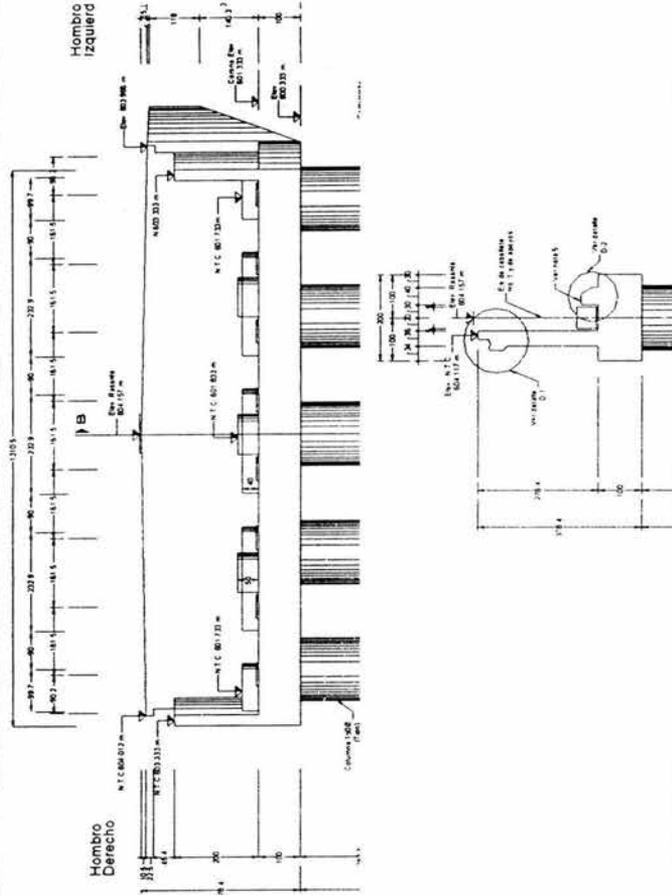
## GENERADORES DE OBRA

### CONSTRUCCION , VIADUCTO CUATECOMATE EN EL ESTADO DE PUEBLA.

ESTIMACION No.: 10 PARTIDA: SUPERESTRUCTURA  
 PERIODO: 6 AL 13 DE SEPTIEMBRE DEL 2003.  
 TRAMO : ATLIXCO - TEPANGO  
 CONCEPTO: CONCRETO DE F'C=250 KG./CM2. EN CABEZALES, TOPES, MUROS DIAFRAGMA Y ALEROS  
 FECHA: 08 DE SEPTIEMBRE DE 2003 UNIDAD: M<sup>3</sup> UBICACIÓN: CABALLETE 1 PTE. KM. 3+922.44 AL KM. 4+021.44

CONCRETO F'C = 250 KG./CM2 EN CABEZAL

Area = 2.00 X 13.105 = 26.21 M<sup>2</sup>  
 ALTURA DE LA ZAPATA = 1.00 M  
 VOL. = 1.00 X 26.21 = 26.21 M<sup>3</sup>  
 APOYO No. 1  
 VOL. DE CONC. EN CABEZAL = 26.21 M<sup>3</sup>



ELABORO

CONTRATISTA  
 MI EMPRESA S.A. DE C.V.

AUTORIZO

SUPERVISION EXTERNA  
 LABORATORIO DE PUENTES S.A. DE C.V.



OBRA: CARRETERA "ATLIXCO - TEPANGO" DEL KM. 0+000 AL KM. 45+600 "SAN BARTOLO COHUECAN -  
 LIBRAMIENTO JANTETELCO", DEL KM. 0+000 AL KM. 3+600, PUENTE VIADUCTO CUATECOMATE EN EL  
 ESTADO DE PUEBLA.

## GENERADORES DE OBRA

### CONSTRUCCION, VIADUCTO CUATECOMATE EN EL ESTADO DE PUEBLA.

ESTIMACION No:	10	PARTIDA:	SUPERESTRUCTURA
PERIODO:	6 AL 13 DE SEPTIEMBRE DEL 2003.	CONCEPTO:	CONCRETO DE FC=250 KG./CM2. EN CABEZALES, TOPES, MUROS DIAFRAGMA Y ALEROS
TRAMO:	ATLIXCO - TEPANGO	UNIDAD:	M <sup>3</sup>
FECHA:	08 DE SEPTIEMBRE DE 2003	UBICACION:	CABALLETE 1

PTE. KM. 3+922.44 AL KM. 4+021.44

CONCRETO F'C = 250 KG./CM2 EN CABEZAL

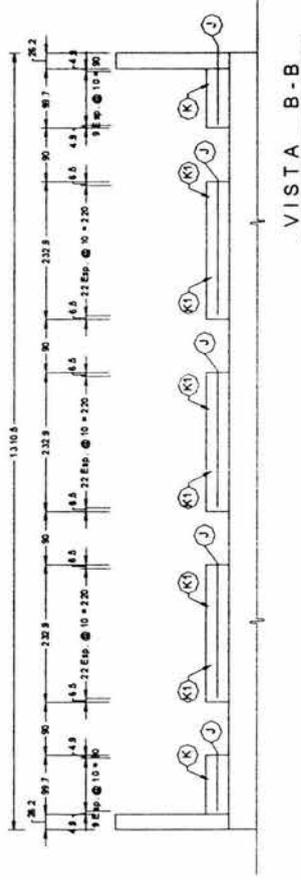
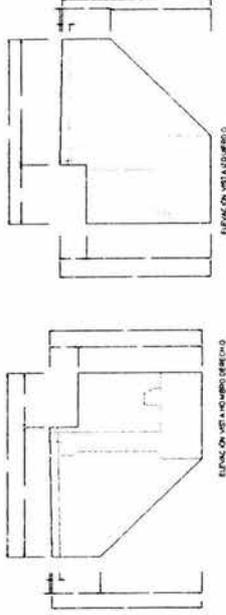
MURO PANTALLA MOMBRO IZQ.

Area =	0.26	X	2.00	=	0.52	M <sup>2</sup>
Volumen =	0.52	X	1.32	=	0.69	M <sup>3</sup>
VOL.DE MURO PANT. HOM. IZQ. = <b>0.69</b> M <sup>3</sup>						

MURO PANTALLA MOMBRO DER.

Area =	0.26	X	2.00	=	0.52	M <sup>2</sup>
Volumen =	0.52	X	1.41	=	0.73	M <sup>3</sup>
VOL.DE MURO PANT. HOM. DER. = <b>0.73</b> M <sup>3</sup>						

VOL. DE MURO PANT. HOMBROS = **1.42** M<sup>3</sup>



ELABORO

CONTRATISTA  
 MI EMPRESA S.A. DE C.V.

AUTORIZO

SUPERVISION EXTERNA  
 LABORATORIO DE PUENTES S.A. DE C.V.

OBRA: CARRETERA "ATLUXCO - TEPANGO" DEL KM. 0+000 AL KM. 45+800 "SAN BARTOLO COHUECAN -  
 LIBRAMIENTO JANTELCO", DEL KM. 0+000 AL KM. 3+410, PUENTE VIADUCTO CUATECOMATE EN EL  
 ESTADO DE PUEBLA.

## GENERADORES DE OBRA

### CONSTRUCCION , VIADUCTO CUATECOMATE EN EL ESTADO DE PUEBLA.

ESTIMACION No.: 10 PARTIDA: SUPERESTRUCTURA  
 PERIODO: 6 AL 13 DE SEPTIEMBRE DEL 2003.  
 TRAMO : ATLUXCO - TEPANGO CONCRETO DE F'c=250 KG./CM2. EN CABEZALES, TOPÉS, MUROS DIAFRAGMA Y ALEROS  
 FECHA: 08 DE SEPTIEMBRE DEL 2003 UBICACIÓN: CABALLETE 1 PTE.KM 3+922.44 AL KM. 4+021.44

CONCRETO F'c = 250 KG./CM2 EN C- F- JEZAL

VOL. DE COCRETO EN ALEROS= 9.95 M<sup>3</sup>

CABALLETE 1  
 CONCRETO EN CABEZAL

VOL. DE COCRETO EN ALEROS= 9.95 M<sup>3</sup>

CABALLETE No. 1  
 REFERIDO AL PLANO No. 05  
 PUENTE KM. 3+922.44 AL KM. 4+021.44  
 CABALLETE No. 1. REFUERZO EN ALEROS

**Resumen de Materiales**  
 (Aleros)

Concreto Fc= 250 kg/cm <sup>2</sup>	9.95 m <sup>3</sup>
Axero de Refuerzo de L.E. - 4000 kg/cm <sup>2</sup>	738 Kg

ELABORO  
 CONTRATISTA  
 MI EMPRESA S.A. DE C.V.

AUTORIZO  
 SUPERVISION EXTERNA  
 LABORATORIO DE EDIFICIOS S.A. DE C.V.



OBRA: CARRETERA "ATLIXCO - TEPANGO" DEL KM. 0+000 AL KM. 45+600 "SAN BARTOLO COHUACAN - LIBRAMIENTO JANTTELCO", DEL KM. 0+000 AL KM. 3+410, PUENTE VIADUCTO CUATECOMATE EN EL ESTADO DE PUEBLA.

## GENERADORES DE OBRA

### CONSTRUCCION VIADUCTO CUATECOMATE EN EL ESTADO DE PUEBLA.

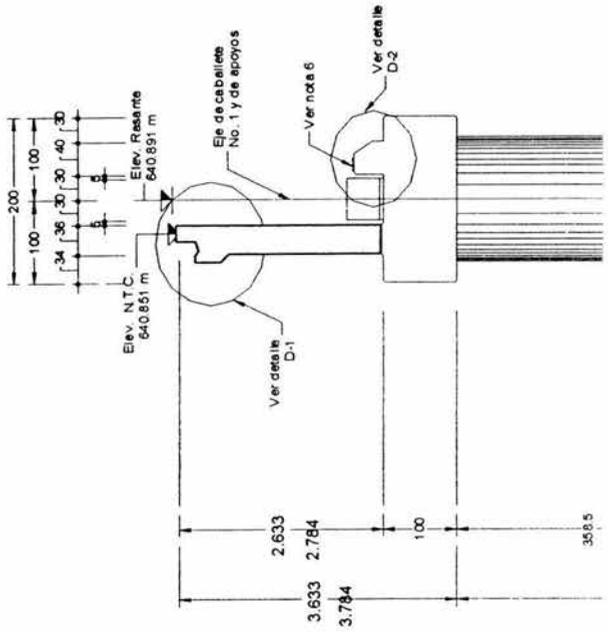
ESTIMACION No.: 10 PARTIDA: SUPERESTRUCTURA  
 PERIODO: 6 AL 13 DE SEPTIEMBRE DEL 2003.  
 TRAMO: ATLIXCO - TEPANGO  
 FECHA: 08 DE SEPTIEMBRE DE 2003  
 CONCEPTO: CONCRETO DE F'C=250 KG/JCM2 EN CABEZALES, TOPES, MUROS DIAFRAGMA Y ALEROS  
 UNIDAD: M<sup>3</sup> UBICACIÓN: CABALLETE 1 PUENTE KM. 3+922.40 AL KM. 4+021.44



CONCRETO F'C = 250 KG/JCM2 EN MURO DE PANTALLA  
 $H_p = (2.633 \times 2.784) / 2 = 2.7085 \text{ M}$   
 $VOL = 13.105 \times (2.7085 - 0.73) \times 0.36 = 9.33 \text{ M}^3$

CONCRETO F'C = 250 KG/JCM2 EN MURO DE PANTALLA (DETALLE-01)  
 $VOL = 13.105 \times ((0.36 + 0.45) / 2) \times 0.09 = 0.57 \text{ M}^3$   
 $VOL = 13.105 \times 0.31 \times 0.45 = 2.20 \text{ M}^3$   
 $VOL = 13.105 \times 0.2225 \times 0.355 = 1.24 \text{ M}^3$   
**SUMA = 4.01 M<sup>3</sup>**

APOYO No. 4  
 VOL DE CONC. MURO PANTALLA = 13.34 M<sup>3</sup>



ELABORC  
 CONTRATISTA  
 AUTORIZO  
 SUPERVISION EXTERNA

OBRA: CARRETERA "ATLIXCO - TEPANGO" DEL KM. 0+000 AL KM. 45+600 "SAN BARTOLO COHUECAN - LIBRAMIENTO JANTELCO", DEL KM. 0+000 AL KM. 3+410, PUENTE VIADUCTO CUATECOMATE EN EL ESTADO DE PUEBLA.

## GENERADORES DE OBRA

### CONSTRUCCION VIADUCTO CUATECOMATE EN EL ESTADO DE PUEBLA.

ESTIMACION No.: 10

PERIODO: 6 AL 13 DE SEPTIEMBRE DEL 2003.

TRAMO: ATLIXCO - TEPANGO

FECHA: 08 DE SEPTIEMBRE DEL 20

PARTIDA: SUPERESTRUCTURA

CONCEPTO: CONCRETO DE F'C=250 KG./CM2. EN CABEZALES, TOPES, MUROS DIAFRAGMA Y ALEROS

UNIDAD: M<sup>3</sup> UBICACION: CABALLETE 1 PUENTE KM. 3+922.40 AL KM. 4+021.44

CONCRETO F'C = 250 KG./CM2 EN ALEROS

HOMBRO DERECHO

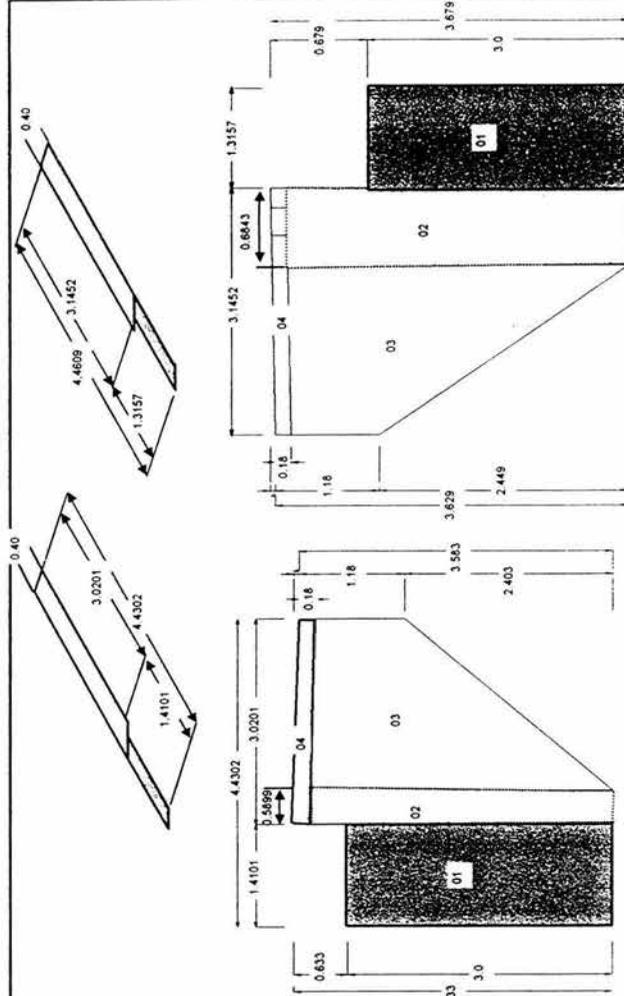
VOL-1 = 1.3157 X 3.0 X 0.25	=	0.99	M <sup>3</sup>
VOL-2 = 0.8643 X 3.499 X 0.25	=	0.60	M <sup>3</sup>
VOL-3 = 3.499 + 1.0(2X2.48X0.25	=	1.40	M <sup>3</sup>
VOL-4 = 3.1452 X 0.40 X 0.18	=	0.23	M <sup>3</sup>
		<b>3.21</b>	<b>M<sup>3</sup></b>

HOMBRO IZQUIERDO

VOL-1 = 1.4101 X 3.0 X 0.25	=	1.06	M <sup>3</sup>
VOL-2 = 0.5899 X 3.453 X 0.25	=	0.51	M <sup>3</sup>
VOL-3 = (3.453 + 1.0(2X2.43X0.25	=	1.35	M <sup>3</sup>
VOL-4 = 3.0201 X 0.40 X 0.18	=	0.22	M <sup>3</sup>
		<b>3.14</b>	<b>M<sup>3</sup></b>

SUMA CONCRETO EN ALEROS = 6.35 M<sup>3</sup>

APOYO No. 1 VOL.DE CONC. EN ALEROS = 6.35 M<sup>3</sup>



ELABORO

AUTORIZO

CONTRATISTA  
MI EMPRESA S.A. DE C.V.

SUPERVISION EXTERNA  
LABORATORIO DE PUENTES S.A. DE C.V.

OBRA: CARRETERA "ATLIXCO - TEPANGO" DEL KM. 0+000 AL KM. 45+600 "SAN BARTOLO COHUECAN - LIBRAMIENTO JANTTELCO", DEL KM. 0+000 AL KM. 3+410, PUENTE VIADUCTO CUATECOMATE EN EL ESTADO DE PUEBLA.

## GENERADORES DE OBRA

### CONSTRUCCION VIADUCTO CUATECOMATE EN EL ESTADO DE PUEBLA.

ESTIMACION No.: 10

FECHA: 08 DE SEPTIEMBRE DEL 2003.

LUGAR: ATLIXCO - TEPANGO

PROYECTO: CARRETERA DE FC=250 KG./CM2. EN CABEZALES, TOPES, MUROS DIAFRAGMA Y ALEROS

UNIDAD: M<sup>3</sup> UBICACION: CABALLETE 1

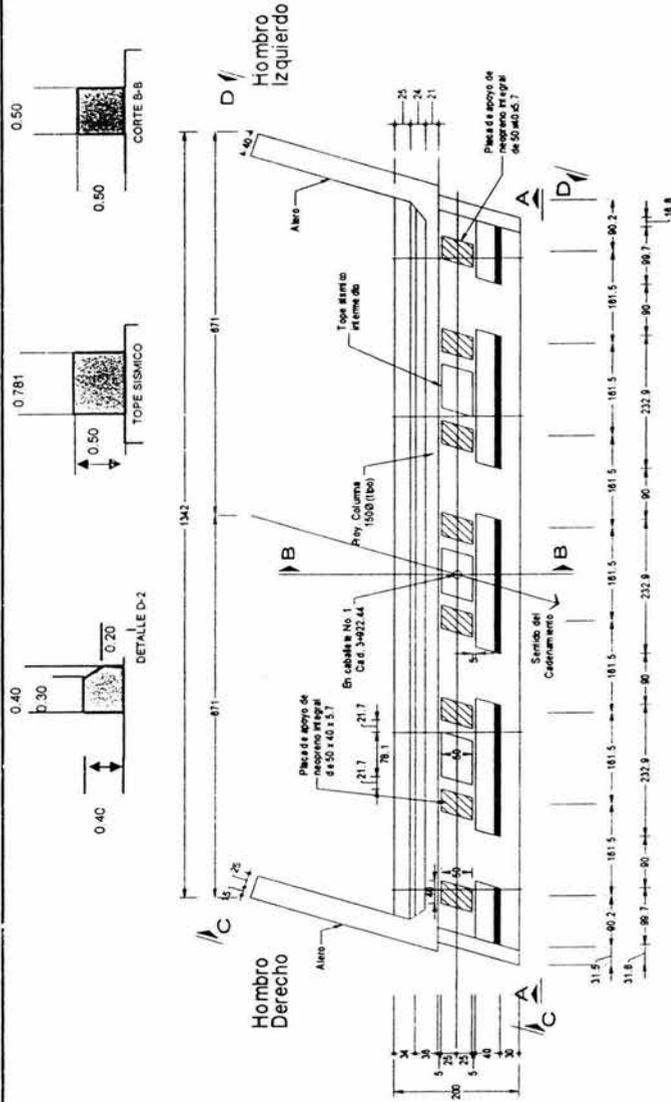
PUENTE KM. 3+922.40 AL KM. 4+021.44

PARTIDA: SUPERESTRUCTURA

CONCRETO FC = 250 KG./CM2 EN TOPES

TOPE SISMICO						
VOL-1 =	0.50	X	0.781 X 0.50 X 3	=	0.58	M <sup>3</sup>
DETALLE D-2						
VOL-2 =	0.40	X	0.20 X 2.329 X 3	=	0.56	M <sup>3</sup>
VOL-3 =	0.50	X	0.20 X 0.997 X 2	=	0.20	M <sup>3</sup>
VOL-4 =	0.35	X	0.20 X 2.329 X 3	=	0.49	M <sup>3</sup>
VOL-5 =	0.35	X	0.20 X 0.997 X 2	=	0.14	M <sup>3</sup>
			SUMA =	1.39		M <sup>3</sup>

VOL = 1.39 + 0.58 = 1.97 M<sup>3</sup>



PLANTA DE CABEZAL (DIMENSIONES)

ELABORO

CONTRATISTA  
MI EMPRESA S.A. DE C.V.

AUTORIZO

SUPERVISION EXTERNA  
LABORATORIO DE PUENTES S.A. DE C.V.

OBRA: CARRETERA "ATLIXCO - TEPANGO" DEL KM. 0+000 AL KM. 45+600 "SAN BARTOLO COHUECAN - LIBRAMIENTO JANTETELCO", DEL KM. 0+000 AL KM. 3+410, PUENTE VIADUCTO CUATECOMATE EN EL ESTADO DE PUEBLA.

## GENERADORES DE OBRA

### CONSTRUCCION ,VIADUCTO CUATECOMATE EN EL ESTADO DE PUEBLA.

ESTIMACION No.: 10

PERIODO: 6 AL 13 DE SEPTIEMBRE DEL 2003.

TRAMO: ATLIXCO - TEPANGO

FECHA: 08 DE SEPTIEMBRE DEL 2003.

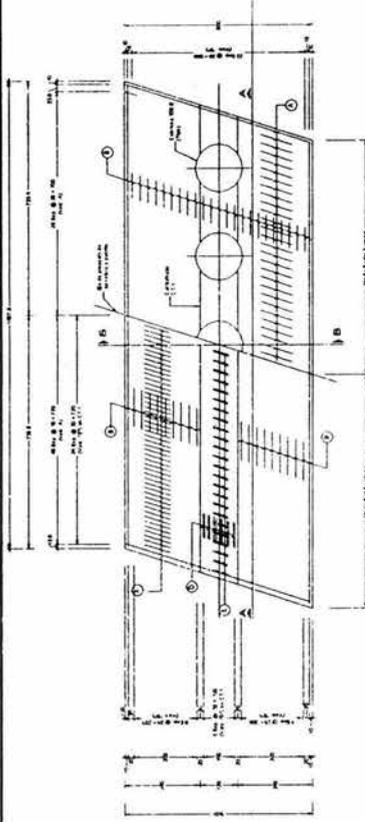
PARTIDA: SUBESTRUCTURA

CONCEPTO VARILLA LIMITE ELASTICO IGUAL O MAYOR DE 4200 KG/CM2.

UNIDAD: KG. UBICACIÓN: CABALLETE 1

#### ZAPATAS

LISTA DE VARILLAS EN ZAPATA Y CONTRATRABE									
VAR.	DIAM.	CANT.	LONG.	CROQUIS	A	B	C	PESO (KG.)	
A	8C	158	791		537	80	22	4263	
B	8C	45	1630		1425	80	22	2314	
C	4C	4	1448		1148	.	.	57	
C1	4C	4	609		579	.	.	24	
D	8C	26	1670		1426	100	22	1858	
E	4C	100	546		85	119	10	842	
SUMA = 10,299 KG.									



PLANTA DE ZAPATA (DIMENSIONES)

APOYO No. 1

REFERIDO AL PLANO No. 03  
PUENTE KM. 3+922.44 AL KM. 4+021.44  
CABALLETE No. 1 REFUERZO EN ZAPATA

ACERO EN ZAPATA  
Y CONTRATRABE = 10,299.00 KG.

ELABORO

CONTRATISTA  
MI EMPRESA S.A. DE C.V.

AUTORIZO

SUPERVISION EXTERNA  
LABORATORIO DE PUENTES S.A. DE C.V.

OBRA: CARRETERA "ATLIXCO - TEPANGO" DEL KM. 0+000 AL KM. 45+600 "SAN BARTOLO COHUECAN - LIBRAMIENTO JANTTELCO"; DEL KM. 0+000 AL KM. 3+410, PUENTE VIADUCTO CUATECOMATE EN EL ESTADO DE PUEBLA.

## GENERADORES DE OBRA

CONSTRUCCION, VIADUCTO CUATECOMATE EN EL ESTADO DE PUEBLA.

ESTIMACION No.: 10 PARTIDA: SUBESTRUCTURA  
 PERIODO: 6 AL 13 DE SEPTIEMBRE DEL 2003.  
 TRAMO: ATLIXCO - TEPANGO  
 FECHA: 08 DE SEPTIEMBRE DEL 20X CONCEPTO: RELLENOS COMPACTADOS AL 95 %  
 UNIDAD: M<sup>3</sup> UBICACIÓN: CABALLETE 1 PTE. KM. 3+922.44 AL KM. 4+021.44

VOLUMEN DE RELLENO  
 CABALLETE 1

VOL DE EXCAVACION  
 VOLUMEN DE EXCAVACION = 1,205.00 M3.

VOL DE SUBESTRUCTURA

VOL DE CONC. EN PLANTILLA = 9.23 M3.

VOL DE CONC. EN ZAPATA = 140.93 M3.

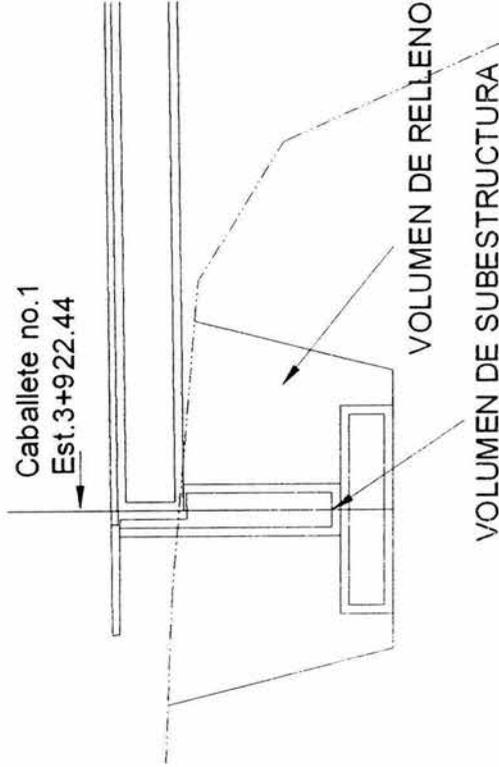
VOL DE CONC. EN COLUMNAS = 25.05 M3.

VOL DE CONC. EN CABEZAL (1/2) =  $\frac{13.11}{188.32}$  M3.

VOL DE RELLENO

1,205.00 X 188.32 = 1,016.68 M3.

VOL. ESTIMACION No 13 ( 40 % ) = 406.67 M3.



ELABORO

CONTRATISTA  
 MI EMPRESA S.A. DE C.V.

AUTORIZO

SUPERVISION EXTERNA  
 LABORATORIO DE PUENTES S.A. DE C.V.

## **VII.2.- ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS.**

Conociendo los conceptos de obra y las unidades de obra, se puede proceder a conocer y calcular los costos unitarios.

*COSTO UNITARIO:* Es la cantidad de dinero o valor que va a costar desarrollar una unidad de algún concepto de obra.

Al conocer esto, ya es posible calcular:

*PRECIO UNITARIO:* Es la remuneración o pago total, que el contratante de la contratista por cada unidad de obra de cualquier concepto que ejecute de acuerdo a las especificaciones.

### **COSTOS UNITARIOS.**

Una parte importante dentro de la obra y que se tiene que tener presente son los costos que esta implicará, en ciertos casos son los que rigen, los procedimientos constructivos, los tiempos de ejecución y en general los alcances del proyecto.

Tomando en cuenta que el presupuesto en un proyecto esta influenciado por el diseño y las especificaciones, para que se tenga su costo.

Antes de completar los costos, se deberán considerar cuidadosamente los métodos y equipo que puedan emplearse para la construcción de la obra.

Para conocer las cifras que alcanzara la ejecución de una obra, es necesario organizar un método aproximado para estimar lo mas pronto posible los costos de cada concepto, para así llegar a un costo total de la obra.

Los costos, en forma general se integran de la siguiente forma:

*COSTO INDIRECTO:* Son aquellos gastos que no pueden tener aplicación a un producto determinado ( se hace un análisis para toda la obra ); es la suma de gastos técnico-administrativos necesarios para la correcta realización de cualquier proceso constructivo.

*COSTO DIRECTO:* Aquellos gastos que tienen aplicación a un producto determinado ( se hace un análisis por cada concepto ); es la suma de gastos de material, mano de obra y equipos necesarios para la realización de un proceso constructivo.

*COSTO UNITARIO:* Es la cantidad o valor monetario que se requiere para la correcta ejecución de una unidad de cualquier concepto de obra.

*PRECIO UNITARIO:* Es la remuneración o pago total, que el contratante da al contratista por cada unidad de cualquier concepto de obra que ejecute, de acuerdo a las especificaciones. El precio unitario se puede calcular con la siguiente expresión:

$$PU = CD + CI + U.$$

En donde:

PU = Precio Unitario.

CD = Costo Directo.

CI = Costo Indirecto

U = Utilidad.

Por lo que se concluye que un Precio Unitario esta integrado en la forma siguiente:

COSTOS DIRECTOS	Materiales Mano de Obra Equipo y Herramienta
PRECIO UNITARIO	
COSTOS INDIRECTOS	De oficina Central De Obra Financiamiento Fianzas y Seguros Imprevistos

En una obra para poder estimar el costo, se divide la obra en diferentes conceptos, es decir, la estimación final se analizara por separado.

De cada uno de los conceptos de obra se puede dividir un proyecto determinado es necesario cuantificar la cantidad de dichos conceptos, ya que los costos, cantidad de materiales, mano de obra, etc., se apoya directamente en esta actividad es por eso la importancia que se le debe de dar a la administración general de la obra, ya que al tenerla bien resuelta se tendrá un mayor control del costo total del proyecto.

#### COSTO DE MATERIALES:

El ingeniero constructor tiene como requisito indispensable conocer ampliamente los materiales en todos sus aspectos. Ya que con este conocimiento podrá seleccionar los materiales óptimos, adecuados a las condiciones de trabajo y de acuerdo con sus especificaciones, composición, resistencia, calidad, etc., y de la misma manera las limitaciones económicas.

En los materiales se integra el precio como base, para integrar los precios unitarios de un concepto, es el costo del material en obra.

El cual se integra por el precio de adquisición en fabrica, agregando el costo de transporte incluyendo carga y descarga, sin olvidar agregar los desperdicios tanto en transportación y maniobras como en su utilización.

En un mismo tipo de material existe una gran variedad de precios de adquisición, en base a su calidad; tomando en cuenta la cercanía del consumidor con respecto a la fuente de origen del material y con los volúmenes se determinara que comprar, cuanto comprar y la forma de pago.

#### COSTOS DE MANO DE OBRA:

Otro concepto aparte de los materiales que se encuentra para la realización de cada concepto es la presencia de la fuerza de trabajo, quien es el que realizara físicamente la construcción y en este aspecto también se tienen costos de la mano de obra que se deben tener en cuenta.

Considerando que existen campos de la construcción, que la mano de obra representa un alto porcentaje del costo total de una obra; es por eso muy importante un estudio detallado y metódico de los factores que integran dicho costo, es decir todas aquellas erogaciones que el constructor tiene que realizar para remunerar la fuerza de trabajo aportada por un obrero. Remuneraciones por día y remuneraciones por destajo, son dos maneras de llevarse acabo este costo.

Lista de Raya, o remuneración por día , consiste en pagar al trabajador una cantidad de dinero fija por cada día o jornada trabajada, la desventaja de este método es que hay que llevar un control sobre la actividad de los trabajadores, sus ventajas de este forma de remuneración son: facilidad de control y aceptar la percepción del trabajador.

#### COSTO DE EQUIPO Y HERRAMIENTA:

Al paso de los años nos han enseñado una forma muy práctica de integrar los costos de operación.

Estos costos de operación serán integrados por hora de las máquinas y de la misma forma nos han acostumbrado a expresarlos en función de cada hora de trabajo.

En el costo horario por equipo es muy importante que la adquisición de los conceptos de trabajo conformen a lo estipulado en las especificaciones se integren:

- CARGOS FIJOS
- CARGOS DE CONSUMO
- CARGOS DE OPERACIÓN

En cuanto a la herramienta; por lo general se toma como un porcentaje del costo de la mano de obra de cada concepto en la elaboración del Viaducto "Barranca Cuatecomate" que aquí se analiza, se le asigno a la herramienta un porcentaje de la mano de obra que es del 3 %.

*COSTOS INDIRECTOS:*

Son los gastos que de manera intrínseca, son de aplicación a todos y cada uno de los conceptos de trabajo que forman parte de una obra determinada, es decir los gastos generales que ejerce la empresa constructora para hacer posible la ejecución de todas sus operaciones en las obras a su cargo.

Los indirectos de cada obra en particular son perfectamente previsibles y se pueden analizar y estimar previamente por lo menos dentro del mismo orden de aproximación de los costos indirectos. Durante la ejecución de la obra se pueden controlar para mantenerlos dentro de los límites prefijados.

Dentro de los costos que se analizan en estos gastos tenemos: los de la administración central, los de administración y gastos generales de la obra, el Financiamiento, las Finanzas y Seguros así como también es muy importante tomar en cuenta los imprevistos, que de una manera razonable pudiesen presentarse durante la ejecución de la obra.

En la parte siguiente se muestran algunos Análisis de Precios Unitarios de los Conceptos de Obra que se utilizaron en el Viaducto "Barranca Cuatecomate".

MI EMPRESA S.A DE C.V.

CONSTRUCCIÓN DE LA CARRETERA ATLIXCO - TEPANGO,  
TRAMO ATLIXCO - TEPANGO  
VIADUCTO CUATECOMATE

ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS

CONCEPTO	UNIDAD	CANTIDAD	COSTO UNI.	IMPORTE
Unidad: m3				
CONCRETO DE F'C = 250 KG/CM2 EN ZAPATAS Y CONTRATRABES, INCLUYE: CARGA, ACARREO Y COLOCACIÓN. P.U.O.T.				
<b>MATERIALES</b>				
CONCRETO F'C=250KG/CM2. PREMEZCLADO	M3.	1.03	\$715.08	\$736.53
SUMINISTRO AGUA OBRAS DE DRENAJE	M3.	0.1	\$23.26	\$2.33
CIMBRA Y DESCIMBRA COMUN	M2	2	\$78.09	\$156.18
FLUIDIZANTE FESTERLITH 1610 S.F.	LT.	3.3	\$18.40	\$60.72
Subtotal: MATERIALES				<u>\$955.76</u>
<b>MANO DE OBRA</b>				
OFICIAL	JOR	0.5	\$258.86	\$129.43
AYUDANTE	JOR	0.5	\$143.22	\$71.61
CABO	JOR	0.05	\$544.88	\$27.24
Subtotal: MANO DE OBRA				<u>\$228.28</u>
<b>HERRAMIENTA, MAQUINARIA Y EQUIPO</b>				
COSTO HORARIO BOMBA DE CONCRETO	HRA.	0.07	\$244.25	\$17.10
HERRAMIENTA MENOR	%MO	0.05	\$228.28	\$11.41
COSTO HORARIO VIBRADOR	HRA.	0.667	\$39.00	\$26.01
Subtotal: HERRAMIENTA, MAQUINARIA Y EQUIPO				<u>\$54.52</u>
Costo directo				<u>\$1,238.56</u>
INDIRECTOS	18%			<u>\$222.94</u>
SUBTOTAL				<u>\$1,461.50</u>
FINANCIAMIENTO	\$0.96			<u>\$1.43</u>
SUBTOTAL				<u>\$1,461.50</u>
UTILIDAD	9.09%			<u>\$132.98</u>
SUBTOTAL				<u>\$1,595.91</u>
SECODAM	0.005(1081.1)			<u>\$8.02</u>
TOTAL				<u>\$1,603.93</u>

(\* UN MIL SEISCIENTOS TRES PESOS NOVENTA Y TRES CENTAVOS 10/100 M.N. \*)

**MI EMPRESA S.A. DE C.V.**

**CONSTRUCCIÓN DE LA CARRETERA ATLIXCO - TEPANGO,  
TRAMO ATLIXCO - TEPANGO  
VIADUCTO CUATECOMATE**

**ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS**

CONCEPTO	UNIDAD	CANTIDAD	COSTO UNI.	IMPORTE
Unidad: m3				
RELLENOS POR UNIDAD DE OBRA TERMINADA, INCLUYE: MATERIAL, CARGA, ACARREO Y COMPACTADO AL 95%. P.U.O.T.				
<b>MATERIALES</b>				
SUMINISTRO AGUA P/TERRACERIAS	M3.	0.15	\$21.40	\$3.21
Subtotal: MATERIALES				\$3.21
<b>MANO DE OBRA</b>				
AYUDANTE	JOR	0.1428	\$143.22	\$20.45
CABO	JOR	0.01428	\$544.88	\$7.78
Subtotal: MANO DE OBRA				\$28.23
<b>HERRAMIENTA, MAQUINARIA Y EQUIPO</b>				
HERRAMIENTA MENOR	%MO	0.05	\$28.23	\$1.41
COSTO HORARIO COMPACTADOR DE PLACA	HRA.	0.26	\$15.44	\$4.01
Subtotal: HERRAMIENTA, MAQUINARIA Y EQUIPO				\$5.42
Costo Directo				\$36.86
INDIRECTOS 18%				\$6.63
SUBTOTAL				\$43.49
FINANCIAMIENTO 0%				\$0.04
SUBTOTAL				\$43.53
UTILIDAD 9.09%				\$3.96
SUBTOTAL				\$47.49
SECODAM 0.005(1081.1)				\$0.24
TOTAL				\$47.73

(\* CUARENTA Y SIETE PESOS SETENTA Y TRES CENTAVOS 10/100 M.N. \*)

**MI EMPRESA S.A. DE C.V.**

**CONSTRUCCIÓN DE LA CARRETERA ATLIXCO - TEPANGO,  
TRAMO ATLIXCO - TEPANGO  
VIADUCTO CUATECOMATE**

**ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS**

CONCEPTO	UNIDAD	CANTIDAD	COSTO UNI.	IMPORTE
Unidad: m3				
CONCRETO DE F'C = 250 KG/CM2 EN COLUMNAS CIRCULARES, INCLUYE: CARGA, ACARREO, MATERIAL Y COLOCACIÓN. P.U.O.T.				
<b>MATERIALES</b>				
CONCRETO F'C=250KG/CM2. PREMEZCLADO	M3.	1.03	\$715.08	\$736.53
SUMINISTRO AGUA OBRAS DE DRENAJE	M3.	0.1	\$23.26	\$2.33
FLUIDIZANTE FESTERLITH 1610 S.F.	LT.	3.3	\$18.40	\$60.72
CIMBRA METALICA DESLIZANTE	M2	5	\$72.42	\$362.10
Subtotal: MATERIALES				<u>\$1,161.68</u>
<b>MANO DE OBRA</b>				
OFICIAL	JOR	0.5	\$258.86	\$129.43
AYUDANTE	JOR	0.5	\$143.22	\$71.61
CABO	JOR	0.05	\$544.88	\$27.24
Subtotal: MANO DE OBRA				<u>\$228.28</u>
<b>HERRAMIENTA, MAQUINARIA Y EQUIPO</b>				
HERRAMIENTA MENOR	%MO	0.05	\$228.28	\$11.41
COSTO HORARIO BOMBA DE CONCRETO	HRA.	0.07	\$244.25	\$17.10
COSTO HORARIO VIBRADOR	HRA.	0.667	\$39.00	\$26.01
Subtotal: HERRAMIENTA, MAQUINARIA Y EQUIPO				<u>\$54.52</u>
Costo Directo				\$1,444.48
INDIRECTOS	18%			<u>\$260.01</u>
SUBTOTAL				\$1,704.49
FINANCIAMIENTO	0%			<u>\$1.66</u>
SUBTOTAL				\$1,706.15
UTILIDAD	9.09%			<u>\$155.09</u>
SUBTOTAL				\$1,861.24
SECODAM	0.005(1081.1)			<u>\$9.35</u>
TOTAL				<u>\$1,870.59</u>

(\* UN MIL OCHOSCIENTOS SETENTA PESOS CINCUENTA Y NUEVE CENTAVOS 10/100 M.N. \*)

**MI EMPRESA S.A. DE C.V.**

**CONSTRUCCIÓN DE LA CARRETERA ATLIXCO - TEPANGO,  
TRAMO ATLIXCO - TEPANGO  
VIADUCTO CUATECOMATE**

**ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS**

CONCEPTO	UNIDAD	CANTIDAD	COSTO UNI.	IMPORTE
Unidad: Kg.				
VARILLAS DE LIMITE ELÁSTICO O MAYOR DE 4200 KG/CM2, INCLUYE: ADQUISICIÓN, CARGA Y ACARREO. P.U.O.T.				
<b>MATERIALES</b>				
ACERO DE REFUERZO 4200 KG/CM2	TON	0.0011	\$3,600.00	\$3.96
ALAMBRE RECOCIDO	KG.	0.03	\$5.04	\$0.15
subtotal: MATERIALES				<u>\$4.11</u>
<b>MANO DE OBRA</b>				
OFICIAL FIERRERO	JOR	0.004	\$299.72	\$1.20
AYUDANTE	JOR	0.004	\$143.22	\$0.57
CABO	JOR	0.0006	\$544.88	\$0.22
Subtotal: MANO DE OBRA				<u>\$1.99</u>
<b>HERRAMIENTA, MAQUINARIA Y EQUIPO</b>				
HERRRAMIENTA MENOR	%MO	0.05	\$1.99	\$0.10
COSTO HORARIO GRUA 60 TON. P & H	HRA.	0.00236	\$1,018.93	\$2.40
Subtotal: HERRAMIENTA, MAQUINARIA Y EQUIPO				<u>\$2.50</u>
Costo directo				<u>\$8.60</u>
INDIRECTOS	18.00%			<u>\$1.55</u>
SUBTOTAL				<u>\$10.15</u>
FINANCIAMIENTO	0.0976			<u>\$0.01</u>
SUBTOTAL				<u>\$10.16</u>
UTILIDAD	9.09%			<u>\$0.92</u>
SUBTOTAL				<u>\$11.08</u>
SECODAM	0.005 (9.4)			<u>\$0.06</u>
<b>TOTAL</b>				<u><b>\$11.14</b></u>

(\* ONCE PESOS CON CATORCE CENTAVOS 10/100 M.N. \*)

MI EMPRESA S.A. DE C.V.

CONSTRUCCIÓN DE LA CARRETERA ATLIXCO - TEPANGO,  
TRAMO ATLIXCO - TEPANGO  
VIADUCTO CUATECOMATE

ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS

CONCEPTO	UNIDAD	CANTIDAD	COSTO UNI.	IMPORTE
Unidad: m3				
CONCRETO DE F'C = 250 KG/CM2 EN COLUMNAS, INCLUYE: CARGA, ACARREO, MATERIAL Y COLOCACIÓN. P.U.O.T.				
<b>MATERIALES</b>				
CONCRETO F'C=250KG/CM2. PREMEZCLADO	M3.	1.03	\$715.08	\$736.53
SUMINISTRO AGUA OBRAS DE DRENAJE	M3.	0.1	\$23.26	\$2.33
CIMBRA METALICA DESLIZANTE	M2	5	\$72.42	\$362.10
FLUIDIZANTE FESTERLITH 1610 S.F.	LT.	3.3	\$18.40	\$60.72
Subtotal: MATERIALES				<u>\$955.76</u>
<b>MANO DE OBRA</b>				
OFICIAL	JOR	0.5	\$258.86	\$129.43
AYUDANTE	JOR	0.5	\$143.22	\$71.61
CABO	JOR	0.05	\$544.88	\$27.24
Subtotal: MANO DE OBRA				<u>\$228.28</u>
<b>HERRAMIENTA, MAQUINARIA Y EQUIPO</b>				
COSTO HORARIO BOMBA DE CONCRETO	HRA.	0.07	\$244.25	\$17.10
HERRAMIENTA MENOR	%MO	0.05	\$228.28	\$11.41
COSTO HORARIO VIBRADOR	HRA.	0.667	\$39.00	\$26.01
Subtotal: HERRAMIENTA, MAQUINARIA Y EQUIPO				<u>\$54.52</u>
Costo directo				
				<u>\$1,444.48</u>
INDIRECTOS	18%			<u>\$260.01</u>
SUBTOTAL				\$1,704.49
FINANCIAMIENTO	\$0.96			<u>\$1.66</u>
SUBTOTAL				\$1,704.49
UTILIDAD	9.09%			<u>\$155.09</u>
SUBTOTAL				\$1,861.24
SECODAM	0.005(1081.1)			<u>\$9.35</u>
TOTAL				<u>\$1,870.59</u>

(\* UN MIL OCHOCIENTOS SETENTA PESOS CIENTO Y NUEVE CENTAVOS 10/100 M.N. \*)

MI EMPRESA S.A. DE C.V.

CONSTRUCCIÓN DE LA CARRETERA ATLIXCO - TEPANGO,  
TRAMO ATLIXCO - TEPANGO  
VIADUCTO CUATECOMATE

ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS

CONCEPTO	UNIDAD	CANTIDAD	COSTO UNI.	IMPORTE
Unidad: m3				
CONCRETO DE F'C = 250 KG/CM2 EN CABEZAL Y TOPES, INCLUYE: CARGA, ACARREO, MATERIAL Y COLOCACIÓN. P.U.O.T.				
<b>MATERIALES</b>				
CONCRETO F'C=250KG/CM2. PREMEZCLADO	M3.	1.03	\$715.08	\$736.53
SUMINISTRO AGUA OBRAS DE DRENAJE	M3.	0.1	\$23.26	\$2.33
CIMBRA Y DESCIMBRA APARENTE	M2	2	\$98.56	\$197.12
FLUIDIZANTE FESTERLITH 1610 S.F.	LT.	3.3	\$18.40	\$60.72
Subtotal: MATERIALES				<b>\$996.70</b>
<b>MANO DE OBRA</b>				
OFICIAL	JOR	0.5	\$258.86	\$129.43
AYUDANTE	JOR	0.5	\$143.22	\$71.61
CABO	JOR	0.05	\$544.88	\$27.24
Subtotal: MANO DE OBRA				<b>\$228.28</b>
<b>HERRAMIENTA, MAQUINARIA Y EQUIPO</b>				
COSTO HORARIO BOMBA DE CONCRETO	HRA.	0.07	\$244.25	\$17.10
HERRAMIENTA MENOR	%MO	0.05	\$228.28	\$11.41
COSTO HORARIO VIBRADOR	HRA.	0.667	\$39.00	\$26.01
Subtotal: HERRAMIENTA, MAQUINARIA Y EQUIPO				<b>\$54.52</b>
Costo directo				
INDIRECTOS	18%			\$230.31
SUBTOTAL				\$1,511.28
FINANCIAMIENTO	\$0.96			\$1.47
SUBTOTAL				\$1,511.28
UTILIDAD	9.09%			\$137.38
SUBTOTAL				\$1,648.66
SECODAM	0.005(1081.1)			\$8.28
TOTAL				<b>\$1,656.94</b>

(\* UN MIL SEISCIENTOS CINCUENTA Y SEIS PESOS NOVENTA Y CUATRO CENTAVOS 10/100 M.N. \*)

**MI EMPRESA S.A. DE C.V.**

**CONSTRUCCIÓN DE LA CARRETERA ATLIXCO - TEPANGO,  
TRAMO ATLIXCO - TEPANGO  
VIADUCTO CUATECOMATE**

**ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS**

CONCEPTO	UNIDAD	CANTIDAD	COSTO UNI.	IMPORTE
Unidad: m3				
CONCRETO DE F'C = 250 KG/CM2 EN PILAS, INCLUYE: CARGA, ACARREO, MATERIAL Y COLOCACIÓN. P.U.O.T.				
<b>MATERIALES</b>				
CONCRETO F'C=250KG/CM2. PREMEZCLADO	M3.	1.03	\$715.08	\$736.53
SUMINISTRO AGUA OBRAS DE DRENAJE	M3.	0.1	\$23.26	\$2.33
FLUIDIZANTE FESTERLITH 1610 S.F.	LT.	3.3	\$18.40	\$60.72
Subtotal: MATERIALES				<u>\$799.58</u>
<b>MANO DE OBRA</b>				
OFICIAL	JOR	0.167	\$258.86	\$43.23
AYUDANTE	JOR	0.167	\$143.22	\$23.92
CABO	JOR	0.0167	\$544.88	\$9.10
Subtotal: MANO DE OBRA				<u>\$76.25</u>
<b>HERRAMIENTA, MAQUINARIA Y EQUIPO</b>				
HERRAMIENTA MENOR	%MO	0.05	\$76.25	\$3.81
COSTO HORARIO VIBRADOR	HRA.	0.5	\$39.00	\$19.50
COSTO HORARIO TUBO TREMI	HRA.	1	\$12.71	\$12.71
PERFORACION EN PILAS DE 1.20 M. DIAM.	M3	1	\$1,706.72	<u>\$1,706.72</u>
Subtotal: HERRAMIENTA, MAQUINARIA Y EQUIPO				<u>\$1,742.74</u>
Costo Directo				\$2,618.57
INDIRECTOS	18%			<u>\$471.34</u>
SUBTOTAL				<u>\$3,089.91</u>
FINANCIAMIENTO	0%			<u>\$3.02</u>
SUBTOTAL				<u>\$3,092.93</u>
UTILIDAD	9.09%			<u>\$281.15</u>
SUBTOTAL				<u>\$3,374.08</u>
SECODAM	0.005(1081.1)			<u>\$16.96</u>
TOTAL				<u>\$3,391.04</u>

(\* TRES MILLONES TRESCIENTOS NOVENTA Y UNO PESOS 10/100 M.N. \*)

MI EMPRESA S.A. DE C.V.

CONSTRUCCIÓN DE LA CARRETERA ATlixco - TEPANGO,  
TRAMO ATlixco - TEPANGO  
VIADUCTO CUATECOMATE

ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS

CONCEPTO	UNIDAD	CANTIDAD	COSTO UNI.	IMPORTE
Unidad: Kg.				
VARILLAS DE LIMITE ELÁSTICO O MAYOR DE 4200 KG/CM2, INCLUYE: ADQUISICIÓN, CARGA Y ACARREO. P.U.O.T.				
<b>MATERIALES</b>				
ACERO DE REFUERZO 4200 KG/CM2	TCN	0.0011	\$3,600.00	\$3.96
ALAMBRE RECOCIDO	KG.	0.03	\$5.04	\$0.15
subtotal: MATERIALES				\$4.11
<b>MANO DE OBRA</b>				
OFICIAL FIERRERO	JOR	0.006	\$299.72	\$1.80
AYUDANTE	JOR	0.006	\$143.22	\$0.86
CABO	JOR	0.0006	\$544.88	\$0.33
Subtotal: MANO DE OBRA				\$2.99
HERRAMIENTA, MAQUINARIA Y EQUIPO	%MO	0.05	\$2.99	\$0.15
Costo directo				\$7.25
INDIRECTOS	18.00%			\$1.31
SUBTOTAL				\$8.56
FINANCIAMIENTO	0.0976			\$0.01
SUBTOTAL				\$9.35
SECODAM	0.005 (9.4)			\$0.05
<b>TOTAL</b>				<b>\$9.40</b>

(\* NUEVE PESOS CUARENTA CENTAVOS 10/100 M.N. \*)

MI EMPRESA S.A. DE C.V.

CONSTRUCCIÓN DE LA CARRETERA ATLIXCO - TEPANGO,  
TRAMO ATLIXCO - TEPANGO  
VIADUCTO CUATECOMATE

ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS

CONCEPTO	UNIDAD	CANTIDAD	COSTO UNI.	IMPORTE
Unidad: Kg.				
VARILLAS DE LIMITE ELÁSTICO O MAYOR DE 4200 KG/CM2, INCLUYE: ADQUISICIÓN, CARGA Y ACARREO. P.U.O.T.				
<b>MATERIALES</b>				
ACERO DE REFUERZO 4200 KG/CM2	TON	0.0011	\$3,600.00	\$3.96
ALAMBRE RECOCIDO	KG.	0.03	\$5.04	\$0.15
subtotal: MATERIALES				\$4.11
<b>MANO DE OBRA</b>				
OFICIAL FERRERO	JOR	0.004	\$299.72	\$1.20
AYUDANTE	JOR	0.004	\$143.22	\$0.57
CABO	JOR	0.0004	\$544.88	\$0.22
Subtotal: MANO DE OBRA				\$1.99
<b>HERRAMIENTA, MAQUINARIA Y EQUIPO</b>				
HERRAMIENTA MENOR	%MO	0.05	\$1.99	\$0.10
COSTO HORARIO GRUA 60 TON. P & H	HRA.	0.00236	\$1,018.93	\$2.40
Subtotal: HERRAMIENTA, MAQUINARIA Y EQUIPO				\$2.50
Costo directo				\$8.60
INDIRECTOS	18.00%			\$1.55
SUBTOTAL				\$10.15
FINANCIAMIENTO	0.0976			\$0.01
SUBTOTAL				\$10.16
SECODAM	0.005 (9.4)			\$0.05
<b>TOTAL</b>				<b>\$11.14</b>

(\* ONCE PESOS CATORCE CENTAVOS 10/100 M.N. \*)

MI EMPRESA S.A. DE C.V.

CONSTRUCCIÓN DE LA CARRETERA ATLIXCO - TEPANGO,  
TRAMO ATLIXCO - TEPANGO  
VIADUCTO CUATECOMATE

ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS

CONCEPTO	UNIDAD	CANTIDAD	COSTO UNI.	IMPORTE
Unidad: m3				
CONCRETO DE F'C = 250 KG/CM2 EN ZAPATA, INCLUYE: CARGA, ACARREO Y COLOCACIÓN. P.U.O.T.				
<b>MATERIALES</b>				
CONCRETO F'C=250KG/CM2. PREMEZCLADO	M3.	1.03	\$715.08	\$736.53
SUMINISTRO AGUA OBRAS DE DRENAJE	M3.	0.1	\$23.26	\$2.33
CIMBRA Y DESCIMBRA COMUN	M2	2	\$78.09	\$156.18
FLUIDIZANTE FESTERLITH 1610 S.F.	LT.	3.3	\$18.40	\$60.72
Subtotal: MATERIALES				<u>\$955.76</u>
<b>MANO DE OBRA</b>				
OFICIAL	JOR.	0.5	\$258.86	\$129.43
AYUDANTE	JOR	0.5	\$143.22	\$71.61
CABO	JOR	0.05	\$544.88	\$27.24
Subtotal: MANO DE OBRA				<u>\$228.28</u>
<b>HERRAMIENTA, MAQUINARIA Y EQUIPO</b>				
COSTO HORARIO BOMBA DE CONCRETO	HRA.	0.07	\$244.25	\$17.10
HERRAMIENTA MENOR	%MO	0.05	\$228.28	\$11.41
COSTO HORARIO VIBRADOR	HRA.	0.667	\$39.00	\$26.01
Subtotal: HERRAMIENTA, MAQUINARIA Y EQUIPO				<u>\$54.52</u>
Costo directo				<u>\$1,238.56</u>
INDIRECTOS	18%			<u>\$222.94</u>
SUBTOTAL				<u>\$1,461.50</u>
FINANCIAMIENTO	\$0.96			<u>\$1.43</u>
SUBTOTAL				<u>\$1,461.50</u>
UTILIDAD	9.09%			<u>\$132.98</u>
SUBTOTAL				<u>\$1,595.91</u>
SECODAM	0.005(1081.1)			<u>\$8.02</u>
TOTAL				<u>\$1,603.93</u>

(\* UN MIL SEISCIENTOS TRES PESOS NOVENTA Y TRES CENTAVOS 10/100 M.N. \*)

**VII.3.- PROGRAMA DE OBRA.**

De acuerdo con la organización, un programa de obra es un programa de actividades a ejecutar que nos permite ir planeando su ejecución de forma anticipada logrando con ello que el proceso constructivo se efectúe en condiciones normales.

Con los trabajadores y proveedores, el pago así como la renta oportuna de los equipos nos garantiza que se podrán disponer de ellos en el tiempo y forma según nos marca el Programa de Obra.

Durante la ejecución de la obra, el seguimiento del programa es una de las actividades que requiere de una atención constante.

Es en si una agenda de actividades a cumplir prácticamente a diario, incluye el suministro oportuno de materiales, llegadas y salidas de equipo y personal.

Desde el punto de vista económico permite vigilar que los tiempos se cumplan sin reducciones al rendimiento adoptado en los precios unitarios.

**EMPRESA S.A. de C.V.**  
**CONSTRUCCIÓN DE LA CARRETERA ATLIXCO - TEPANGO,**  
**TRAMO ATLIXCO - TEPANGO**  
**PUENTE VIADUCTO CUATECOMATE**

**PRESUPUESTO DE OBRA**

CONCEPTO	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNIT.	IMPORTE
<b>SUBESTRUCTURA APOYO 01.</b>				
1.- EXCAVACION PARA ESTRUCTURAS MAT. III	m3	1205	\$125.40	\$15,107.00
2.- CONC. F'C=100 KG/CM'2 EN PLANTILLA	m3	9.23	\$1,801.10	\$5,664.15
3.-CONC. F'C=250 KG/CM'2 EN ZAPATAS Y CONTRATRABE	m3	140.91	\$1,603.93	\$2,509.78
4.- CONC. F'C=250 KG/CM'2 EN COLUMNA CIRCULAR.	m3	25.05	\$1,870.59	\$6,688.28
5.- CONC. F'C=250 KG/CM'2 EN CABEZAL MUROS, DIAFRAGMAS Y ALEROS	m3	51.47	\$1,471.71	\$9,567.44
6.- ACERO DE REFUERZO	KG	25687	\$9.40	\$8,761.50
7.- RELLENOS COMPACTADOS AL 95%	m3	101.68	\$47.73	\$16,852.14

**SUBTOTAL = \$65,150.29**

**EMPRESA S.A. de C.V.**  
**CONSTRUCCIÓN DE LA CARRETERA ATLIXCO - JANTETELCO,**  
**TRAMO COHUECAN - JANTETELCO**  
**PUENTE VIADUCTO CUATECOMATE**

**PRESUPUESTO DE OBRA**

CONCEPTO	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNIT.	IMPORTE
<b>SUBESTRUCTURA APOYO 02.</b>				
1.- EXCAVACION PARA ESTRUCTURAS MAT. III	m3	4392.62	\$125.40	\$550,834.55
2.- CONC. F'c=100 KG/CM'2 EN PLANTILLA	m3	16.62	\$1,801.10	\$29,934.28
3.-CONC. F'c=250 KG/CM'2 EN ZAPATAS Y CONTRATRABE	m3	622.28	\$1,603.93	\$998,093.56
4.- CONC. F'c=250 KG/CM'2 EN COLUMNA CIRCULAR.	m3	618.69	\$1,870.59	\$1,157,315.33
5.- CONC. F'c=250 KG/CM'2 EN CABEZAL Y TOPES.	m3	70.82	\$1,656.94	\$117,344.49
6.- ACERO DE REFUERZO	KG	193341.03	\$9.40	\$1,658,183.91
7.- CONC. F'c=250 KG/CM'2 EN PILAS	m3	0	\$3,320.82	\$0.00
8.- ACERO DE REFUERZO EN PILAS	KG	0	\$11.14	\$0.00

**Sutotal \$= 2,815,499.24**

**EMPRESA S.A. de C.V.**  
**CONSTRUCCIÓN DE LA CARRETERA ATLIXCO - JANTETELCO,**  
**TRAMO COHUECAN - JANTETELCO**  
**PUENTE VIADUCTO CUATECOMATE**

**PRESUPUESTO DE OBRA**

CONCEPTO	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNIT.	IMPORTE
<b>SUBESTRUCTURA APOYO 03.</b>				
1.- EXCAVACION PARA ESTRUCTURAS MAT. III	m3	2076	\$125.40	\$260,330.40
2.- CONC. F'C=100 KG/CM'2 EN PLANTILLA	m3	11.64	\$1,801.10	\$12,584.00
3.-CONC. F'C= 250 KG/CM2 EN ZAPATAS	m3	345.05	\$1,603.93	\$553,436.05
4.- CONC. F'C=250 KG/CM'2 EN COLUMNA	m3	196.6	\$1,870.59	\$367,757.99
5.- CONC. F'C=250 KG/CM'2 EN CABEZAL Y TOPE.	m3	70.82	\$1,656.94	\$117,344.49
6.- ACERO DE REFUERZO	KG	116448	\$9.40	\$1,094,611.20
7.- CONC. F'C=250 KG/CM'2 EN PILAS	m3	0	\$3,391.04	\$0.00
8.- ACERO DE REFUERZO EN PILAS	KG	0	\$11.14	\$0.00

**Subtotal =\$ 2,406,064.13**

**EMPRESA S.A. de C.V.**  
**CONSTRUCCIÓN DE LA CARRETERA ATLIXCO - JANTETELCO,**  
**TRAMO COHUECAN - JANTETELCO**  
**PUNENTE VIADUCTO CUATECOMATE**

**PRESUPUESTO DE OBRA**

CONCEPTO	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNIT.	IMPORTE
<b>SUBESTRUCTURA APOYO 04.</b>				
1.- EXCAVACION PARA ESTRUCTURAS MAT. III	m3	873	\$125.40	\$109,474.20
2.- CONC. F'C=100 KG/CM'2 EN PLANTILLA	m3	9.23	\$1,801.10	\$9,978.55
3.-CONC. F'C= 250 KG/CM2 EN ZAPATAS	m3	140.93	\$1,603.93	\$226,041.85
4.- CONC. F'C=250 KG/CM'2 EN COLUMNA CIRCULAR	m3	17.39	\$1,870.59	\$32,529.56
5.- CONC. F'C=250 KG/CM'2 EN CABEZAL MUROS, DIAFRAGMAS Y ALEROS.	m3	51.87	\$1,656.94	\$85,945.48
6.- ACERO DE REFUERZO	KG	24486	\$9.40	\$230,168.40
7.- RELLENOS COMPACTADOS AL 95%	m3	682.35	\$47.73	\$33,045.87

**Subtotal = \$ 727,183.91**

**Subtotal Subestructura = \$ 8,591,844.52**

**EMPRESA S.A. de C.V.**  
**CONSTRUCCIÓN DE LA CARRETERA ATLIXCO - JANTETELCO,**  
**TRAMO COHUECAN - JANTETELCO**  
**PUENTE VIADUCTO CUATECOMATE**

**PRESUPUESTO DE OBRA**

CONCEPTO	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNIT.	IMPORTE
<b>SUPERESTRUCTURA APOYO 01</b>				
1.- CONC. F'C=250 KG/CM2 EN DIAFRAGMA Y LOSA.	m3	117.3	\$2,039.84	\$239,273.23
2.- CONC. F'C=350 KG/CM'2 EN TRABES PRESFORZADAS.	m3	236.8	\$3,170.12	\$750,684.42
3.- ACERO DE REFUERZO EN TRABES	KG	50485.48	\$8.70	\$439,223.68
4.- TORONES DE LIMITE DE RUPTURA DE 19000 KG/CM2	KG	11672	\$34.73	\$405,368.56
5.- CABLE TIPO CASCABEL	KG	352	\$113.01	\$39,779.52
6.- APOYOS DE NEOPRENO	DM3	91.2	\$293.39	\$26,757.17
7.- JUNTA DE DILATACION TIPO DEL-MEX	ML	17.9	\$270.91	\$4,849.29
8.- DRENES DE PLASTICO	PZA	27	\$35.01	\$945.27
9.- CARPETA DE CONCRETO ASFALTICO	m3	15.8	\$522.04	\$8,248.32
10.- PARAPETO DE ACERO PARA CALZADA	ML.	64	\$836.94	\$53,564.16
11.-CONC. F'C=250 KG/CM2 EN GUARNICION	M3	9.98	\$1,507.94	\$15,049.24
12.- CONC. F'C=250 KG/CM2 EN PARAPETO	M3	0.8	\$2,152.22	\$1,721.78
13.- JUNTA DE CARTON ASFALTADO DE 2 Y 4 CM	M2	39.7	\$55.37	\$2,198.19

**Subtotal \$= 1,987,662.83**

**EMPRESA S.A. de C.V.**  
**CONSTRUCCIÓN DE LA CARRETERA ATLIXCO - JANTETELCO,**  
**TRAMO COHUECAN - JANTETELCO**  
**PUENTE VIADUCTO CUATECOMATE**

**PRESUPUESTO DE OBRA**

CONCEPTO	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNIT.	IMPORTE
<b>SUPERESTRUCTURA APOYO 02</b>				
1.- CONC. F'c=250 KG/CM2 EN DIAFRAGMA Y LOSA.	m3	116.4	\$2,039.84	\$237,437.38
2.- CONC. F'c=350 KG/CM'2 EN TRABES PRESFORZADAS.	m3	234	\$3,170.12	\$741,808.08
3.- ACERO DE REFUERZO EN TRABES	KG	50007.84	\$8.70	\$435,068.21
4.- TORONES DE LIMITE DE RUPTURA DE 19000 KG/CM2	KG	11672	\$34.73	\$405,368.56
5.- CABLE TIPO CASCABEL	KG	352	\$113.01	\$39,779.52
6.- APOYOS DE NEOPRENO	DM3	182.4	\$293.39	\$53,514.34
7.- JUNTA DE DILATACION TIPO DEL-MEX	ML	17.9	\$270.91	\$4,849.29
8.- DRENES DE PLASTICO	PZA	27	\$35.01	\$945.27
9.- CARPETA DE CONCRETO ASFALTICO	m3	15.8	\$522.04	\$8,248.32
10.- PARAPETO DE ACERO PARA CALZADA	ML.	64	\$836.94	\$53,564.16
11.-CONC. F'c=250 KG/CM2 EN GUARNICION	M3	9.5	\$1,507.94	\$14,325.43
12.- CONC. F'c=250 KG/CM2 EN PARAPETO	M3	0	\$2,152.22	\$0.00
13.- JUNTA DE CARTON ASFALTADO DE 2 Y 4 CM	M2	0	\$55.37	\$0.00

**Subtotal \$= 1,994,908.35**

**EMPRESA S.A. de C.V.**  
**CONSTRUCCIÓN DE LA CARRETERA ATLIXCO - JANTETELCO,**  
**TRAMO COHUECAN - JANTETELCO**  
**PUENTE VIADUCTO CUATECOMATE**

**PRESUPUESTO DE OBRA**

CONCEPTO	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNIT.	IMPORTE
<b>SUPERESTRUCTURA APOYO 04</b>				
1.- CONC. F'C=250 KG/CM2 EN DIAFRAGMA Y LOSA.	m3	0	\$2,039.84	\$0.00
2.- CONC. F'C=350 KG/CM'2 EN TRABES PRESFORZADAS.	m3	0	\$3,170.12	\$0.00
3.- ACERO DE REFUERZO EN TRABES	KG	0	\$8.70	\$0.00
4.- TORONES DE LIMITE DE RUPTURA DE 19000 KG/CM2	KG	0	\$34.73	\$0.00
5.- CABLE TIPO CASCABEL	KG	0	\$113.01	\$0.00
6.- APOYOS DE NEOPRENO	DM3	91.2	\$293.39	\$26,757.17
7.- JUNTA DE DILATACION TIPO DEL-MEX	ML	0	\$270.91	\$0.00
8.- DRENES DE PLASTICO	PZA	0	\$35.01	\$0.00
9.- CARPETA DE CONCRETO ASFALTICO	m3	0	\$522.04	\$0.00
10.- PARAPETO DE ACERO PARA CALZADA	ML.	0	\$836.94	\$0.00
11.-CONC. F'C=250 KG/CM2 EN GUARNICION	M3	0	\$1,507.94	\$0.00
12.- CONC. F'C=250 KG/CM2 EN PARAPETO	M3	0.8	\$2,152.22	\$1,721.78
13.- JUNTA DE CARTON ASFALTADO DE 2 Y 4 CM	M2	39.7	\$55.37	\$2,198.19

**Subtotal \$= 30,677.139**

**Subtotal Superestructura \$= 6,022,235.12**

**EMPRESA S.A. de C.V.**  
**CONSTRUCCIÓN DE LA CARRETERA ATLIXCO - JANTETELCO,**  
**TRAMO COHUECAN - JANTETELCO**  
**PUENTE VIADUCTO CUATECOMATE**

**PRESUPUESTO DE OBRA**

CONCEPTO	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNIT.	IMPORTE
<b>APOYO ACCESO 01</b>				
1.- DESPALME EN ACCESOS	m3	123.5	\$4.29	\$529.82
2.- TERRAPLEN DE ACCESO DE SUELO-CEM PRO. 1:8	m3	348	\$345.45	\$120,216.60
3.- TERRAPLEN COMPACTADO AL 90%	m3	780.37	\$61.25	\$47,797.66
4.- SUBBASE Y BASE COMP. COMPACTADO AL 100%	m3	155.5	\$100.92	\$15,693.06
5.- CARPETA DE CONCRETO ASFALTICO	m3	36.5	\$537.21	\$19,608.17
6.- ZAMPEADO DE MAMPOSTERIA	m3	0	\$675.68	\$0.00
7.- BORDILLO DE CONCRETO F'C=150KG/CM2	Ml	61	\$15.27	\$931.47
8.- DEFENZA METALICA	ML	61	\$249.58	\$15,224.38
9.- CONCRETO F'C=250 KG/CM'2 EN LOSA DE ACCESO	m3	14.5	\$1,165.24	\$16,895.98
11.- ACERO DE REFUERZO	KG	1001	\$9.40	\$9,409.40
12.- CONC. F'C=250 KG7CM2 EN LAVADEROS	M3	3.5	\$1,173.71	\$4,107.99
13.- CORTES EN TERRENO TIPO III	M3	0	\$125.40	\$0.00

**Subtotal \$= 250,414.53**

**EMPRESA S.A. de C.V.**  
**CONSTRUCCIÓN DE LA CARRETERA ATLIXCO - JANTETELCO,**  
**TRAMO COHUECAN - JANTETELCO**  
**PUENTE VIADUCTO CUATECOMATE**

**PRESUPUESTO DE OBRA**

CONCEPTO	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNIT.	IMPORTE
<b>APOYO ACCESO 04</b>				
1.- DESPALME EN ACCESOS	m3	123.5	\$4.29	\$529.82
2.- TERRAPLEN DE ACCESO DE SUELO-CEM PRO. 1:8	m3	348	\$345.45	\$120,216.60
3.- TERRAPLEN COMPACTADO AL 90%	m3	697.11	\$61.25	\$42,697.99
4.- SUBBASE Y BASE COMP. COMPACTADO AL 100%	m3	155.5	\$100.92	\$15,693.06
5.- CARPETA DE CONCRETO ASFALTICO	m3	36.5	\$537.21	\$19,608.17
6.- ZAMPEADO DE MAMPOSTERIA	m3	0	\$675.68	\$0.00
7.- BORDILLO DE CONCRETO F'C=150KG/CM2	ML	61	\$15.27	\$931.47
8.- DEFENZA METALICA	ML	61	\$249.58	\$15,224.38
9.- CONCRETO F'C=250 KG/CM'2 EN LOSA DE ACCESO	m3	14.5	\$1,165.24	\$16,895.98
11.- ACERO DE REFUERZO	KG	1001	\$9.40	\$9,409.40
12.- CONC. F'C=250 KG7CM2 EN LAVADEROS	M3	3.5	\$1,173.71	\$4,107.99
13.- CORTES EN TERRENO TIPO III	M3	0	\$125.40	\$0.00

**Subtotal \$= 250,414.53**

**TOTAL OBRA PROYECTO = \$ 18,377,839.59**

**MI EMPRESA S.A. DE C.V.**  
**PROGRAMA DE INVERSIÓN POR MONTOS MENSUALES**  
**LA EJECUCIÓN DE LOS TRABAJOS POR PARTIDA.**  
**( DIAGRAMA DE BARRAS, CON MONTOS ).**

ESTADO: ATLIXCO-JANTETELCO, EDO. DE PUEBLA  
 OBRA: CONSTRUCCION DE LA CARRETERA ATLIXCO-JANTETELCO, TRAMO: COHUECAN - JANTETELCO.  
 FECHA DE INICIO Y TERMINACION : 16 DE OCTUBRE DE 2002, TERMINACION 14 DE ABRIL DE 2003.

PARTIDAS	16-May-03	Jun-03	Jul-03	Ago-03	Sep-03	14-Oct-03	TOTAL
<b>SUBESTRUCTURAS</b>							
CABALLETE 01	16-MAY-2003 \$65,417.69	\$556,206.48	\$653,619.37				\$1,606,379.89
COLUMNA 02	16-MAY-2003 \$125,624.80	\$1,880,813.30	\$3,025,760.24				\$7,660,631.34
COLUMNA 03	16-MAY-2003 \$70,039.47	\$1,325,421.78	\$2,352,209.35				\$5,567,439.64
CABALLETE 04	16-MAY-2003 \$66,499.32	\$599,918.55	\$567,533.87				\$1,567,339.96
<b>SUPERESTRUCTURA</b>							
ACCESOS	16-MAY-2003 \$399,502.57	\$842,763.24	\$620,884.19	\$3,674,301.08	\$4,585,109.81		\$11,722,081.21
SUBESTRUCTURAS	16-MAY-2003 \$1,379,140.61	\$2,360,698.75	\$2,309,490.24	\$273,834.01	\$720,128.37		\$3,232,112.38
SUPERESTRUCTURA	16-MAY-2003 \$272,924.65	\$558,737.49	\$577,293.16				\$7,599,329.60
ACCESO	16-MAY-2003 \$547,039.11	\$2,270,090.32	\$2,539,388.49				\$1,953,267.60
SEÑALAMIENTO						14-OCT-03 \$951,619.54	\$7,836,568.87
TOTAL MENSUAL	\$2,598,606.94	\$6,032,289.80	\$6,047,056.08	\$326,035.54	\$1,827,395.14	\$951,619.54	\$18,377,839.59
ACUMULADO	\$2,598,606.94	\$8,630,896.74	\$14,677,952.82	\$15,598,824.91	\$17,426,220.05	\$18,377,839.59	\$18,377,839.59
AVANCE ACUMULADO	8.37%	34.19%	63.30%	87.53%	98.42%	100%	

**VII.4. RELACIÓN DE MAQUINARIA.**

El éxito de una obra depende de varios factores entre los que destacan; el factor económico, la capacidad técnica de los ingenieros constructores, experiencia y habilidad de los operarios, calidad en los materiales empleados, facilidad para la obtención de materiales y fundamentalmente el tipo de maquinaria con la que se cuenta para la realización de dicha obra.

Para la construcción de Viaducto Barranca Cuatecomate se utilizó la siguiente maquinaria:

No. UNIDADES CAPACIDAD	MAQUINA	
UNO	Planta Dosificadora	80 m3/hr.
UNO	Cargador 955	3.5 m3.
DOS	Excavadora 320	3.25 yd3.
UNO	Lanzadora de Traves Tachuza	80 Ton.
UNO	Grúa Lorein	115 Ton.
UNO	Grúa P.H.	60 Ton.
UNO	Grúa HIAB	3.5 Ton.
DOS	Retroexcavadora CASE 580	1.5 yd3.
CUATRO	Gatos Hidráulicos	30 Ton.
DOS	Dollys Direccional	80 Ton
DOS	Camioneta de Redilas	3 Ton
UNO	Camioneta Pick-up	1 Ton
UNO	Generador	440 Volts.
UNO	Generador	220 Volts.
UNO	Extendedora de Pavimento Finisher	10 m3.

**VIII.**  
**CONCLUSIONES.**

CONCLUSIONES.-

Al finalizar este trabajo, que habla sobre el proceso constructivo del Viaducto “Barranca Cuatecomate” que forma parte de un añejo y ambicioso proyecto integral que pretende ser una vía de comunicación entre el Golfo y el Pacífico denominada Carretera Siglo XXI, que es una vía de comunicación de alta velocidad y forma parte de la red nacional de autopistas, podemos darnos cuenta de la ventajas que ofrece dicho proyecto al permitir la descentralización de las redes de transporte actuales, que convierten a la ciudad de México en un paso obligado, y que a su vez permitan el traslado de productos del campo e industriales entre las ciudades a las cuales beneficia este proyecto, por lo pronto y citando específicamente el proyecto inicial en el cual se ubica la obra estudiada, hace una realidad la unión entre los estados de Puebla y Morelos, reduciendo significativamente el tiempo de traslado entre ellos.

Una vez más, al construir obras de esta magnitud, constato que la aplicación de concretos postensado y pretensado, es hoy en día de gran utilidad, debido a la orografía tan compleja que domina nuestro país, esto no sería posible si siguiéramos con los elementos tradicionales, que eran colados en sitio, ahora, estas construcciones son posibles gracias a los avances de los elementos prefabricados.

Respecto a la planeación, es muy importante tener en cuenta los planes de obra, para que en el momento de la construcción, se tengan los materiales suministrados y los elementos económicos disponibles, para no afectar su elaboración ni entorpecer los seguimientos del plan de obra y así evitar problemas de sanciones por retrasos al finiquitar las obras construidas; ya que a la larga, el contratista se vería afectado.

Un retraso en el plan de obra, también se vería reflejado en el personal, ya que quedarían libres de actividad los que dependen de la ejecución de actividades anteriores, de igual manera se vería reflejado en un aumento de costos y disminuirían las ganancias a nuestro favor.

Es por esa razón, que la planeación juega un papel muy importante dentro de las obras de ingeniería civil, como a la que hago referencia en este trabajo escrito.

La seguridad y la ética, en el ámbito de la construcción, juega un papel muy importante, ya que evitan pérdidas humanas durante la construcción de cualquier obra sin importar su magnitud, éticamente, una buena obra tanto en construcción como en manejos económicos hablará bien de nuestra persona, por lo que seremos reconocidos en el ámbito de la construcción.

Por último, durante el desarrollo de este trabajo, pude darme cuenta de la importancia que tuvo mi formación en las aulas en complemento con las prácticas de campo que nos brindó la Facultad de Ingeniería Civil, que se desarrollaron sobre las obras de Ingeniería Civil, las cuales se encuentran en diferentes estados de la República Mexicana.

- Al concluir mis estudios de licenciatura, tuve la oportunidad por primera vez de laborar en la construcción de una obra de Ingeniería Civil, y aplicar todos mis conocimientos en el proceso constructivo de este viaducto, que se encuentra hoy en día sobre la autopista Siglo XXI en servicio, una vez más, se confirma que la Ingeniería Civil tiene como finalidad,   
 i. explotar todos los recursos naturales para beneficio del ser humano.

## BIBLIOGRAFIA.-

- Diseño Estructural  
Meli Piralla Roberto  
Editorial Limusa 1991.
- Comentarios, Ayudas de Diseño y Ejemplos de las Normas Técnicas Complementarias para el Diseño y Construcción de Estructuras de Concreto, DDF Series del Instituto de Ingeniería No. ES – 2  
UNAM Instituto de Ingeniería.
- Los Costos en la Construcción  
Alberto Valdés Rafael  
UNAM Facultad de Ingeniería  
División de Ingeniería Civil, Topográfica y Geodésica  
Departamento de Construcción  
México 1991.
- Software Neodata : [http:// www. Neodata.com](http://www.Neodata.com)
- Análisis Estructural Indeterminadas  
Sterling Kinney J.  
Compañía Editorial Continental 1963.
- Normas de Construcción de Elementos de Concreto presforzado, S.C.T., México.
- Normas y Procedimientos de Calidad de los materiales, S.C.T., México.
- Vías de Comunicación.  
Ing. Carlos Crespo V.
- Construcción de Estructuras de Concreto Presforzado  
Ben C. Gerwick, Jr.
- Mecánica de Suelos II. Juárez Badillo y Rico Rodríguez.