

300615

13
2y



UNIVERSIDAD LA SALLE

ESCUELA DE INGENIERIA
INCORPORADA A LA U. N. A. M.

"ANALISIS COMPARATIVO PARA EL DISEÑO
ESTRUCTURAL DEL PUENTE EL CARMEN
EN EL ESTADO DE MICHOACAN"

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

TESIS PROFESIONAL

QUE PARA OBTENER EL TITULO DE
INGENIERO CIVIL
P R E S E N T A :
JOSE MANUEL MENDOZA BARANDA

DIRECTOR DE TESIS:

M. I. Francisco Javier Ribé Martínez de Velasco

México, D. F.

1991



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 está 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.

ANALISIS COMPARATIVO PARA EL DISEÑO ESTRUCTURAL DEL PUENTE
"EL CARMEN" EN EL ESTADO DE MICHOACAN.

I N D I C E

Introducción	5
1) Generalidades y puente propuesto.	
1.1.- Antecedentes históricos	8
1.2.- Tipos más comunes de puentes	15
1.3.- Descripción del camino y de la zona en que se encuentra el puente en estudio	21
1.4.- Estudios preliminares	23
1.5.- Elección de tipo del puente en estudio	27
2) Análisis de cargas (cargas vivas para puentes).	
2.1.- Tipos de cargas	30
2.2.- Cargas para puentes de caminos	31
3) Diseño estructural con elementos de concreto.	
3.1.- Estructura propuesta	44
3.2.- Cálculo de la superestructura	44
3.3.- Cálculo de la cimentación	49
4) Diseño estructural con estructura metálica.	
4.1.- Estructura propuesta	54
4.2.- Cálculo de la superestructura	54
4.3.- Cálculo de la cimentación	62

5) Análisis de costos y comparación de resultados.	
5.1.- Cuantificación de materiales	64
5.2.- Análisis de costos con estructura de concreto	67
5.3.- Análisis de costos con estructura metálica.	69
5.4.- Comparación de costos y elección de la estructura más adecuada	71
6) Proceso constructivo de la estructuración elegida.	73
Conclusiones	79
Bibliografía	81

INTRODUCCION

I N T R O D U C C I O N .

Todos los países necesitan para su crecimiento, el contar con la infraestructura necesaria para poder satisfacer sus necesidades de comercialización, de transporte y de transformación de sus recursos naturales.

Entre esas obras de infraestructura son de vital importancia las carreteras, las cuales son como las venas y arterias en el cuerpo humano, y es a través de ellas por donde circulan todos los productos.

En las carreteras hay desde los modestos caminos llamados rurales hasta las modernas autopistas, cumpliendo cada uno de ellos un determinado objetivo.

Dado que los caminos se desarrollan a lo largo de muchos kilómetros para unir centros de producción, poblaciones, países, éstos atraviesan en su desarrollo corrientes de agua que pueden ser desde los más pequeños arroyos hasta los ríos más caudalosos, y para salvarlos se requiere la construcción de unas obras de vital importancia como son los puentes.

Es el propósito de este trabajo, el mostrar la metodología para la elección y el proyecto de una de dichas obras, esperando que sirva de apoyo para todos aquellos compañeros de la institución donde realicé mis estudios profesionales para conocer este tipo de estructuras.

Entre las personas que se dedican al proyecto y construcción de los puentes es muy común oírles decir que "hacer puentes es un arte y que no hay una solución única para resolver cada caso", lo cual debe tenerse muy presente cuando se analiza una obra como éstas.

CAPITULO 1

GENERALIDADES Y PUENTE PROPUESTO

Capítulo I: Generalidades y Puente Propuesto.

1.1.- Antecedentes Históricos.

El hombre moderno se ha habituado de tal modo a los puentes, que apenas se da cuenta cuando el tren en que viaja pasa con estruendo sobre uno de ellos. Los puentes le parecen la cosa más natural del mundo. Pero no siempre fue así. En otras épocas, hubo muchos viajeros apresurados que, con un frío glacial, se detenían junto al río y temblaban tratando de reunir el valor necesario para lanzarse a la veloz corriente; y fueron muchos los que sucumbieron arrastrados por ella, cuando un fatigado animal trataba de llegar al otro lado del río con su jinete.

En los ríos que cruzaban los caminos principales solía haber balsas o pequeños botes de remo, en los cuales podía uno ser trasladado a la otra orilla, a cambio de unas cuantas monedas. Pero había que aguardar si el botero estaba ausente o almorzando, y muchos viajeros, apremiados por el tiempo, debieron desesperarse por el retraso, sobre todo en regiones donde los ríos y arroyos abundaban.

Por eso no debe extrañar el hecho de que, en otros tiempos, la ciudad o el noble que poseyeran un puente cobraran alto derecho de peaje a todos los que quisieran cruzarlo. Y tampoco debe sorprender el que se hayan librado enconadas batallas por la posesión de los puentes. Hubo muchos héroes, que murieron defendiendo el paso de un puente. Porque, a veces, un puente era el único acceso para ocupar una ciudad o un país. Y la historia cuenta que fueron

apresados reyes y reinas, se perdieron y conquistaron territorios y hasta se decidió la suerte de naciones enteras por la simple ocupación de un puente, que a veces no era más que un paso de un par de metros de ancho, hecho de tablas. Y en la estrategia, antigua y moderna, establecer una cabeza de puente es siempre una operación que tiene la mayor importancia.

El primer puente debió de ser un árbol caído a través de un arroyo. Casi todos los que han acampado en los bosques han tenido que cruzar algún puente de esta clase. Y aquello fue una lección para los hombres, que aprendieron, así, a cruzar zanjas y arroyos de poca anchura.

Luego apareció un puente colgante, como los que hacen aún los salvajes y los montañeses. Tienden largas cuerdas de cáñamo o de hierba sobre un curso de agua o sobre una barranca. A veces, el puente lo constituyen tres cuerdas, colocadas en forma de V, unidas las de arriba a la de abajo por cuerdas menores, cada 40 ó 50 cm.; otros son de cuatro cuerdas en forma de U, con el piso hecho de tablas. ¡No es fácil cruzar este tipo de puentes, sobre todo si se llevan las manos ocupadas!

Por tales puentes sólo pueden pasar las personas, pero no los vehículos ni las caballerías, ni siquiera el ganado. La gente civilizada necesita puentes resistentes, durables que soporten tránsito constante y pesadas cargas. En realidad, casi basta observar los puentes de un país para formar un juicio sobre su grado de adelanto.

Sin embargo, a veces, hay que instalar puentes

improvisados, como los de barcas o pontones, formados de tablas que descansan sobre botes o flotadores anclados en el río. Estos se hicieron desde una etapa muy temprana de la historia, y han ayudado a los desplazamientos de muchos grandes ejércitos, ya que se construyen con rapidez. Luego está el viaducto provisional, ese entrecruzamiento abierto de maderos, que se coloca a menudo a través de un valle, cuando hay trabajos en marcha. Pero lo que interesa más son los puentes permanentes.

No resulta muy difícil construir un sólido puente sobre un pequeño arroyo. Hay que introducir pilares de cada lado, o construir estribos de piedra o de tierra, como sostén; luego se ponen maderos atravesados sobre el río, entre los estribos. La distancia entre dos pilares o entre un pilar y un estribo se llama claro; y un claro de tres o cuatro metros resulta fácil de construir. Pero cuando el constructor llega a un ancho río con amplio cauce de agua fluyente en el centro, la tarea es mucho más dura. Debe colocar algún cimiento en el río para apoyar sobre él su puente, ya sea porque los maderos no llegarán de una ribera a la otra o porque se romperán bajo el peso del tránsito, si no se les pone un apoyo en el medio. Los puentes más antiguos tenían siempre las aberturas de arco muy pequeñas y las pilas muy anchas; pero cuando los constructores se sintieron más seguros de sí mismos, alargaron gradualmente el claro, hasta que alcanzó los 25 metros, e hicieron más angostas las pilas, a fin de proteger su mampostería, en todo lo posible, del desgaste causado por la corriente. Hoy,

los puentes colgantes cruzan grandes ríos, sin rozar el agua, salvo unos pocos metros, a veces, en cada orilla.

A fin de que sus cimientos sean profundos y firmes, el constructor de un puente de madera o de piedra debe desviar a menudo el agua de su curso. Para hacerlo, construye una "atagüía" alrededor del lugar donde habrá de ponerse la pila o el apoyo. Una atagüía es una pared de troncos o tablones y otros materiales, construida para formar un recinto. Cuando se extrae el agua, queda un espacio libre en el lecho del río, y los hombres pueden bajar a excavar el barro y a poner los cimientos de piedra. Una vez que se han colocado los cimientos y la construcción ya ha llegado por encima del nivel del agua, se quita la represa, y el río refluye alrededor de la pila.

Luego aparece el problema de hacer el tramo de pila a pila. Hace siglos, los romanos solucionaron esta dificultad construyendo arcos de piedra. Hasta hace cien años, todos los puentes grandes del mundo se hacían con esos arcos tendidos de pila a pila. Miles de puentes se hacen aún así, aunque ahora se construyen a menudo con concreto reforzado, en vez de hacerlos de madera o de piedra.

Los arcos del puente figuran entre las cosas dotadas de más gracia que puedan construir los hombres.

Los antiguos romanos construían puentes con arcos, no sólo sobre el agua, sino también sobre barrancas y valles profundos. Esos puentes se llamaban viaductos. Muchas carreteras modernas cruzan enormes precipicios, sobre sólidos viaductos; y sin éstos, los ferrocarriles

difícilmente habrían podido atravesar imponentes cordilleras. Hoy es más frecuente que los viaductos se hagan de acero que de piedra.

Los romanos hacían también puentes para conducir el agua desde las colinas. Esos puentes se llamaban acueductos. Aún se construyen para conducir agua a ciudades lejanas o en sistemas de riego agrícola. En la Edad Media, los europeos usaron mucho los puentes. Tuvieron que hacerlos gruesos y resistentes, porque no había organismos de gobierno que se encargaran de su cuidado. A menudo, un buen puente se desmoronaba, pila tras pila, sin que nadie lo salvara. Porque la tarea de hacer un puente de piedra es poca cosa si se la compara con la de conservarlo mientras los siglos lo van royendo poco a poco, con el calor, las heladas, el viento y la lluvia. En un tiempo, hubo una orden llamada de "frailes constructores de puentes", que se encargaron de hacerlos y de conservarlos en buenas condiciones. Los historiadores afirman que se puede calcular la edad de un puente en ruinas por su solidez y grosor; porque, a medida que transcurrió el tiempo y hubo más orden en Europa, ya no fue preciso construir en forma tan sólida y maciza.

Cerca de los puentes se concentraba la actividad mercantil en las grandes ciudades. En el punto donde se extendía a través del Támesis el Puente de Londres, los navíos tenían que detenerse, porque no podían cruzarlo para ir río arriba. De modo que tanto los caminos como los barcos hicieron del puente su principal centro de comercio. En sus extremos había torres, y lo flanqueaban en toda su longitud

atareadas tiendas, cuya renta ayudaba a costear las reparaciones. A través de él, a su alrededor y debajo, se arremolinaba la vida de la ciudad. Este antiguo y famoso puente fue sustituido hace mucho tiempo por una construcción más moderna. Pero aún se ven unos cuantos puentes urbanos con comercios, como el Ponte Vecchio en Florencia y el Rialto veneciano, por ejemplo, más famoso quizá que el propio Puente de Londres; porque en los buenos tiempos de Venecia, el Rialto fue la "Bolsa" de la ciudad y uno de los centros financieros más grandes del mundo.

En la moderna Edad del Acero, los hombres aprendieron a construir puentes que no entorpecen el tránsito del río que fluye debajo. En 1823 se construyó el primer puente de acero. Desde entonces, esas construcciones figuran entre las maravillas del mundo moderno.

Cuando los puentes son cortos y bajos, los ingenieros tienen muchos métodos hábiles para dejar pasar los barcos. Hay los llamados puentes levadizos, que suben verticalmente por el aire, sostenidos por una resistente torre de acero en cada extremo. Y también los puentes giratorios, que dan un giro de 90 grados sobre una pila que está en su centro, a modo de pivote: los basculantes, que se abren en el medio y levantan la mitad de un lado y la otra del otro; y los llamados "puentes navajas", porque se levantan por un extremo, como la hoja de un cuchillo. Hay otros que se construyen a buena altura sobre el agua y transportan a sus pasajeros y carga en una gran plataforma que va y viene de una orilla a otra, suspendida por gruesos cables de la

carretilla que se desliza por la parte superior de la estructura.

Los puentes de arco se hacen a menudo de acero. El más grande del mundo, en Sidney, Australia, tiene un tramo de 550 metros. Pueden obtenerse tramos mayores aún con el puente de vigas voladizas, en el cual en acero surge de cada lado de un contrafuerte hasta encontrarse con el del contrafuerte siguiente. El puente más grande de este tipo está en Quebec: su claro es de 600 metros. Pero la mayoría de los pequeños son puentes de vigas de celosía, en que los tramos están constituidos por piezas de acero largas y rectas, unidos con celosías remachadas o en ocasiones por armazones rígidos.

Los puentes más hermosos son los colgantes. Para construirlos, los ingenieros cuelgan enormes cables de acero de torres ubicadas en cada orilla del río y luego suspenden el propio puente de esos cables. Muchos de estos puentes son no sólo de asombrosa resistencia, sino que figuran entre los más bellos del mundo. Sus líneas limpias y vigorosas describen hermosísimas curvas, y sus cables y vigas forman dibujos geométricos que constituyen el deleite de los artistas y amantes de la belleza. Los norteamericanos solían jactarse de la hábil labor de ingeniería y de la sencilla belleza del puente de Brooklyn; pero, después, se construyó algo más sorprendente, del otro lado del continente: el puente de la Puerta de Oro, que cruza la famosa entrada de la bahía de San Francisco. Su claro principal es de 1,400 metros.

1.2.- Tipos más comunes de Fuentes.

Los puentes se clasifican de la siguiente manera:

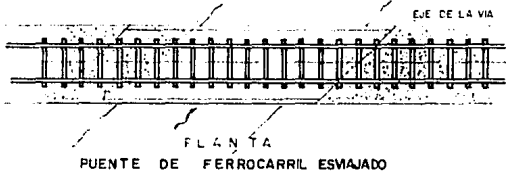
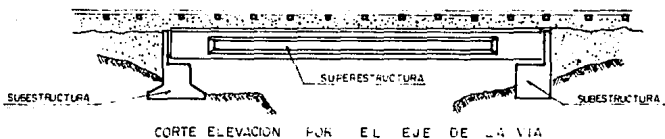
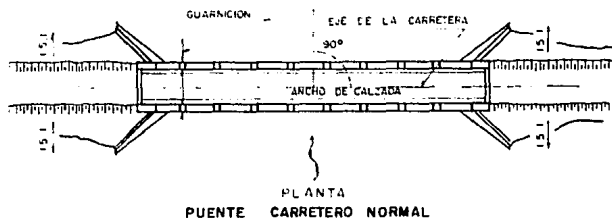
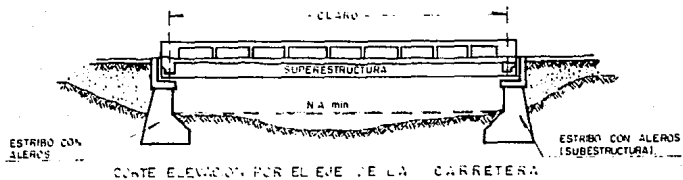
Por la naturaleza de la carga que soportan { Carreteros
Ferroviarios
Ductos (cerrados o abiertos)
Peatonales

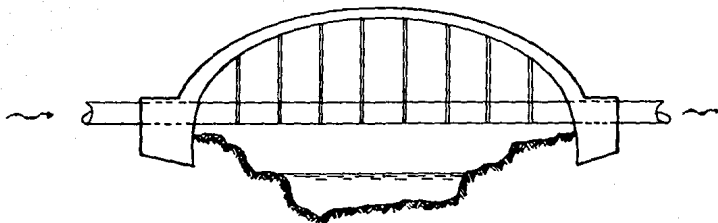
De acuerdo al trazo horizontal { Normales
Esviajados
En curva (circular o espiral)

De acuerdo al trazo vertical { Tangente (horizontal)
Tangente (con pendiente)
En curva vertical { Cresta
o
Columpio

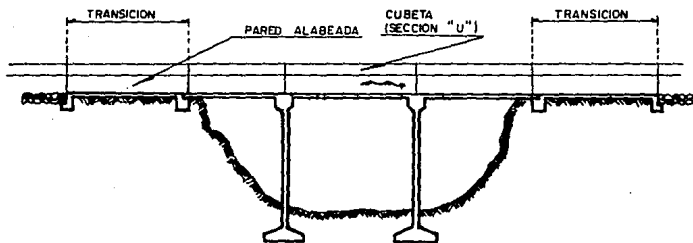
Por el material empleado { De madera
De mampostería
De concreto { Reforzado
Presforzado
De metal { Fierro
Acero

Por la movilidad o inmovilidad de la superestructura { Fijo
Movil { Levadizo
Giratorio
Basculante
Deslizante

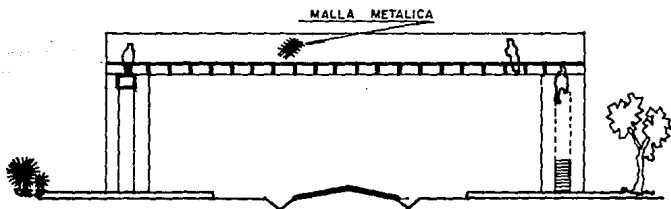




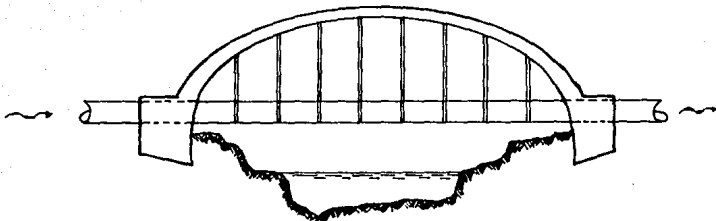
DUCTO CERRADO



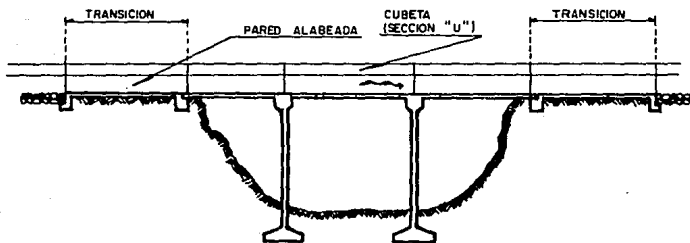
DUCTO ABIERTO PUEBTE CANAL



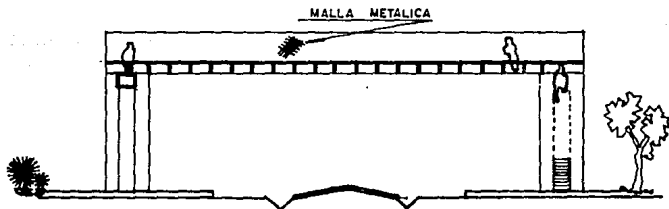
PUEBTE PEATONAL



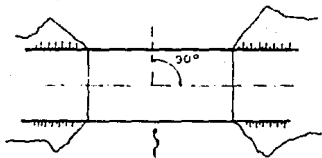
DUCTO CERRADO



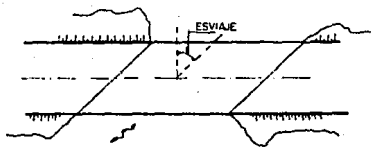
DUCTO ABIERTO PUENTE CANAL



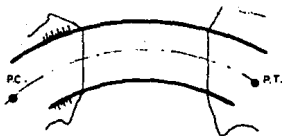
PUENTE PEATONAL



NORMAL



ESVIAJADO



EN CURVA CIRCULAR

TRAZO

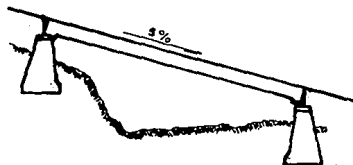


EN CURVA ESPIRAL

HORIZONTAL



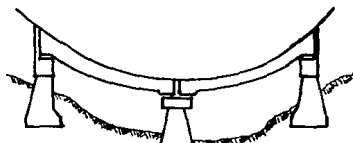
EN TANGENTE



EN TANGENTE

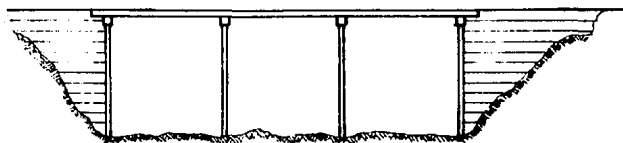


EN CURVA VERTICAL (CRESTA)



EN CURVA VERTICAL (COLUMPIO)

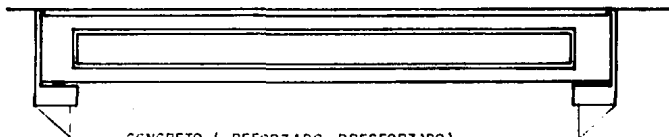
TRAZO VERTICAL



M A D E R A



M A N F R E S T E R I A



C C N C R E T O (R E F O R Z A D O , P R E S F O R Z A D O)



A C E R O

M A T E R I A L E M P L E A D O

SUPER ESTRUCTURA

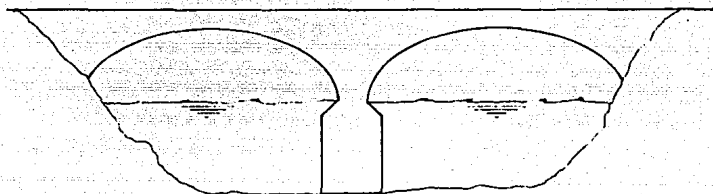
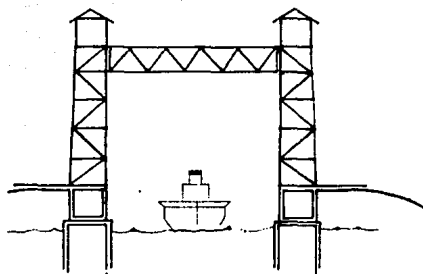
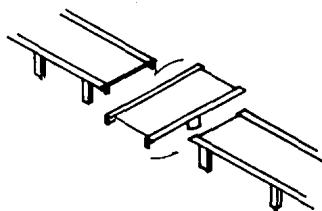


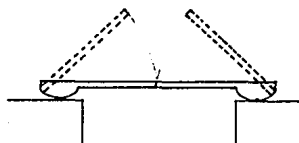
FIG. A



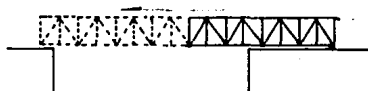
LEVADIZO



GIRATORIO



BASCULANTE



DESLLIZANTE

MOVIL

1.3.- Descripción del camino y de la zona en que se encuentra el puente en estudio.

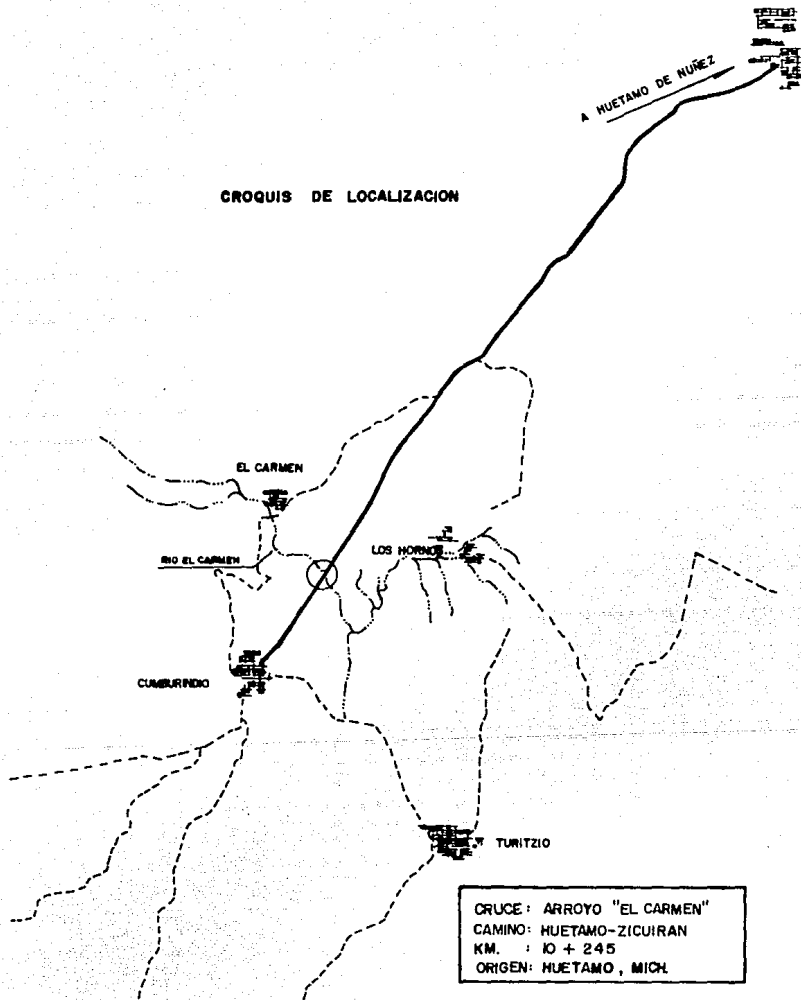
El cruce se encuentra al sureste del estado de Michoacán, colindante con el estado de Guerrero, al norte del Río Balsas, en la latitud norte $18^{\circ}33'33''$ y longitud oeste $100^{\circ}57'30''$.

Se encuentra en una zona de lomerío suave y sobre el camino que comunica a la población de Huetamo de Núñez con la de Comburindio, ambas en el estado de Michoacán.

El Tránsito Diario Promedio Anual estimado para el camino es de 200 vehículos, las características geométricas del mismo llevan a que su ancho de calzada sea el que corresponde a un camino con dos carriles de circulación. Por la zona transitan vehículos tipo automóvil y camiones que transporten productos agrícolas de la zona.

De los estudios económicos realizados en la zona se estimó prudente mejorar las condiciones del camino actual, y dentro de las obras que esto implica, se encuentra la construcción de puentes en los arroyos y ríos más importantes, entre los cuales se tiene el denominado "El Carmen", localizado en el kilómetro 10+245 con origen del cadenamamiento en Huetamo de Núñez, que es el motivo de este trabajo.

CROQUIS DE LOCALIZACION



CRUCE : ARROYO "EL CARMEN"
CAMINO : HUETAMO-ZICUIRAN
KM. : 10 + 245
ORIGEN : HUETAMO , MICH.

1.4.- Estudios Preliminares.

1.4.1 Estudio Topohidráulico.

La corriente nace a 4 km del sitio de cruce y desemboca a 2 km en el arroyo "Grande". El área de cuenca drenada hasta el cruce es de 3 km². En la zona de cruce, la vegetación se puede clasificar como terrenos de cultivo, y la topografía es de lomerío suave.

El cauce en la zona de cruce es sinuoso y encajonado.

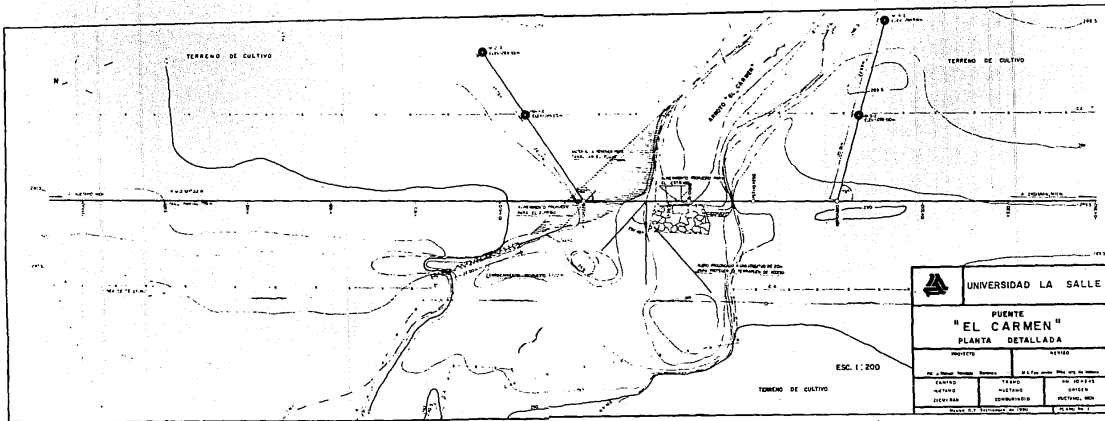
El tipo y la longitud máxima de los cuerpos flotantes son troncos de árboles que llegan a medir hasta 8 m.

El eje de trazo cruza en dirección esviada a la corriente en 45° derecha.

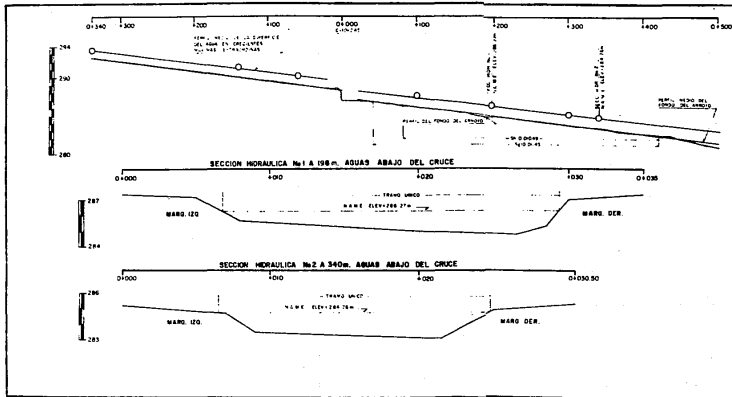
1.4.1. Estudio Hidráulico.

Se aplicó el método de sección y pendiente, se obtuvo un gasto de diseño de 60 m³/s, con un periodo de retorno de 30 años.

El cálculo del nivel de aguas máximas extraordinarias (NAME), corresponde al gasto de diseño, obteniéndose éste apoyado en dos secciones localizadas a 196 m y 340 m aguas abajo del sitio en estudio debido a que en el cruce, dada la topografía, resultó difícil obtener una sección hidráulica.




 UNIVERSIDAD LA SALLE			
PUENTE "EL CARMEN" PLANTA DETALLADA			
PROYECTO		HECHO	
No. de Hojas: <input type="text"/> Hojas: <input type="text"/>		No. de Hojas: <input type="text"/> Hojas: <input type="text"/>	
CANTIDAD	TIPO	NO. DE PÁGS.	
HECHOS	HECHOS	HECHOS	HECHOS
2000000	CONCRETO	HECHOS	HECHOS
<small>UNIVERSIDAD LA SALLE</small>		<small>UNIVERSIDAD LA SALLE</small>	



SECCION		ALTILO					
TRAMO	Alm ³	P[em]	f[m]	f ^{2/3}	n	V[m/s]	Q[m ³ /s]
SECCION HIDRAULICA No 1 a 196 m. A ABAJO							
UNICO	23.33	23.35	1.00	1.000	0.040	2.56	60
SECCION HIDRAULICA No 2 a 340 m. A ABAJO							
UNICO	82.12	18.78	1.12	1.078	0.040	2.76	61

EN PENDIENTE HOR. 1:2000
 ESC: VER. 1:200
 EN SECCS. HIDRS. 1:100

		UNIVERSIDAD LA SALLE	
		PUENTE "EL CARMEN" PENDIENTE Y SECCIONES HIDRAULICAS	
PROYECTO		REVISO	
Profesor Cabrido	Asesor Nietano	Supervisor Cobarrubio	Ejec. M. Alamo
No. 10-1-95 ORENIA	No. 10-1-95 ORENIA	No. 10-1-95 ALAMO N.º 1	
Hecho el Septiembre 1980		Hecho el Septiembre 1980	

Sección Hidráulica No. 1 a 196 m aguas abajo.

Tramo	Area (m ²)	Perímetro Mojado (m)	Radio Hidráulico	Rh ^(2/3)
Único	23.33	23.35	1.00	1.00
	Coef. de rugosidad (n)	Velocidad (m/s)	Gasto (m ³ /s)	
	0.040	2.56	60	

Sección Hidráulica No. 2 a 340 m aguas abajo.

Tramo	Area (m ²)	Perímetro Mojado (m)	Radio Hidráulico	Rh ^(2/3)
Único	22.12	19.75	1.12	1.078
	Coef. de rugosidad (n)	Velocidad (m/s)	Gasto (m ³ /s)	
	0.040	2.76	61	

pendiente media del río $S_h=0.01049$; $S_h^{(1/2)}=0.10242$

Por lo tanto el gasto de diseño $Q = 60$ m³/s.

Nivel de aguas mínimas (NAMIN) = cauce seco.

Nivel de aguas máximas ordinarias (NAMO) = 288.30 m

Nivel de aguas máximas extraordinarias (NAME) = 289.00 m

El claro mínimo que se recomienda para permitir el paso de los cuerpos flotantes es de 10 m.

Se recomienda que el espacio libre vertical que deberá dejarse entre el nivel de aguas máximas extraordinarias y el lecho inferior de la superestructura para permitir el paso de los cuerpos flotantes sea de 1 m mínimo.

1.4.2 Estudio de Cimentación.

Para determinar el tipo de cimentación en el cruce se realizaron tres sondeos ubicados en el km 10+220, km 10+242 y km 10+231, a las profundidades que se llegaron fueron: 10.2 m, 10.4 m y 6.9 m respectivamente.

Los tipos de muestras fueron núcleos de roca y muestras alteradas en suelos.

Las pruebas que se efectuaron fueron la de humedad natural, límites de plasticidad y granulometría por mallas en el laboratorio, y en campo pruebas de identificación.

En la estratigrafía de la zona se tiene superficialmente y sobre la margen izquierda arcilla de color café con gravas y arenas de consistencia firme y dura, y bajo el cauce, grava arcillosa con poca arena de suelta a medianamente compacta. Además de estos materiales se tiene grava y boleas empacados en arcilla arenosa hasta profundidad variable y al fin de la exploración se encontró roca del tipo toba andesítica, color café rojizo, fracturada y poco alterada.

Con base a las características estratigráficas del sitio de cruce, para la cimentación de la estructura en

proyecto se recomienda:

- Cimentación superficial a base de zapatas corridas o aisladas.

- Capacidad de carga admisible para fines de diseño de 40 ton/m².

- Excavaciones con taludes de 0.5:1 en la margen izquierda y centro del claro, y 1:1 en la margen derecha, debiendo contar con un sistema de bombeo para eliminar el agua debida a filtraciones, ya que se trabajará bajo el nivel freático.

No se tendrán problemas de asentamientos de la estructura ni de los terraplenes de acceso.

1.4.3 Estudios de Tránsito.

Dadas las características del alineamiento horizontal y vertical del camino, se proporcionan los siguientes datos de proyecto de la superestructura:

T.D.P.A.	200
Velocidad de proyecto	80 km/hr
Ancho total del puente	9.10 m
Ancho de calzada	7.50 m
Ancho de banqueta	0.80 m
Número de carriles	2
Carga móvil de proyecto	HS-20
Pendiente transversal (bombeo)	2 %

proyecto se recomienda:

- Cimentación superficial a base de zapatas corridas o aisladas.

- Capacidad de carga admisible para fines de diseño de 40 ton/m².

- Excavaciones con taludes de 0.5:1 en la margen izquierda y centro del claro, y 1:1 en la margen derecha, debiendo contar con un sistema de bombeo para eliminar el agua debida a filtraciones, ya que se trabajará bajo el nivel freático.

No se tendrán problemas de asentamientos de la estructura ni de los terraplenes de acceso.

1.4.3 Estudios de Tránsito.

Dadas las características del alineamiento horizontal y vertical del camino, se proporcionan los siguientes datos de proyecto de la superestructura:

T.D.P.A.	200
Velocidad de proyecto	80 km/hr
Ancho total del puente	9.10 m
Ancho de calzada	7.50 m
Ancho de banquetta	0.80 m
Número de carriles	2
Carga móvil de proyecto	HS-20
Pendiente transversal (bombeo)	2 %

1.5 Elección de Tipo del puente en estudio.

Dadas las características del camino, ubicación de la zona y características topográficas, hidráulicas y de cimentación del cruce, se desarrollarán dos alternativas para la estructura del puente:

Alternativa 1:

Superestructura esviajada 45° derecha, formada por dos tramos libres de losa plana maciza, de peralte constante, de 11.00 m de claro, con un ancho de calzada de 7.50 m y un ancho total de 9.10 m para carga móvil HS-20 en dos bandas de tránsito.

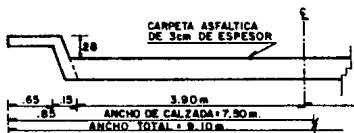
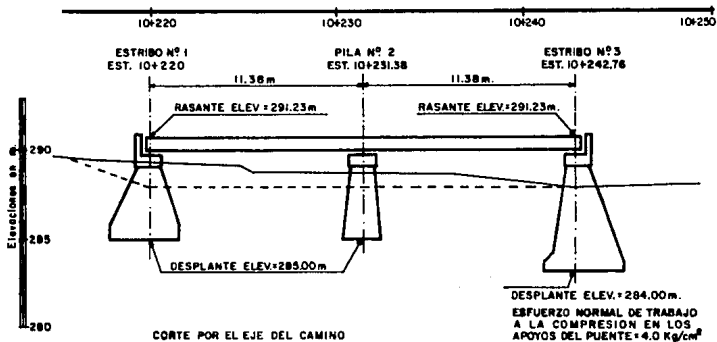
Alternativa 2:

Superestructura esviajada 45° derecha, formada por dos tramos libres de losa de concreto reforzado, trabajando en colaboración de viguetas metálicas de 11.00 m de claro, con un ancho de calzada de 7.50 m y ancho total de 9.10 m para carga móvil HS-20 en dos bandas de tránsito.

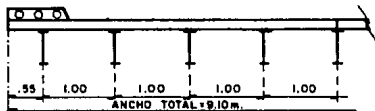
En ambas alternativas la subestructura estará formada por dos estribos extremos y una pila central de mampostería apoyadas por superficie.

A HUETAMO, MICH.

A ZUICURAN, MICH.



ALT. N° 1 SUPERESTRUCTURA ESVIJADA 45° DER FORMADA POR DOS TRAMOS LIBRES DE LOSA PLANA MACIZA DE PERALTE CONSTANTE, DE 11.00 m. DE CLARO, CON UN ANCHO DE CALZADA DE 7.5 m Y ANCHO TOTAL DE 9.10 m, PARA CARGA MOVL HS-20 EN DOS BANDAS DE TRANSITO.



ALT. N° 2 SUPERESTRUCTURA ESVIJADA 45° DER. FORMADA POR DOS TRAMOS LIBRES DE LOSA DE CONCRETO REFORZADO TRABAJANDO EN COLABORACION CON VIGUETAS METALICAS DE 11.00 m DE CLARO, CON UN ANCHO DE CALZADA DE 7.5 m Y ANCHO TOTAL DE 9.10 m, PARA CARGA MOVL HS-20 EN DOS BANDAS DE TRANSITO.

CAPITULO 2

ANALISIS DE CARGAS

Capitulo 2 : Análisis de cargas

2.1.- Tipos de cargas

Según las normas de diseño utilizadas en la Secretaría de Comunicaciones y Transportes y que a su vez corresponden a las emitidas por la AASHTO (American Association of State Highway and Transportation Officials), en su edición de 1984, las estructuras de los puentes se proyectarán considerando las siguientes cargas o fuerzas:

Carga muerta

Carga viva

Impacto o efecto de la carga viva

Cargas por viento

Otras fuerzas, cuando existan, tales como:

Fuerzas longitudinales, fuerza centrífuga, fuerzas por cambio de temperatura, empuje de tierras, subpresión, esfuerzos por contracción del concreto, acortamiento por compresión de arcos, esfuerzos durante el montaje, presión de la corriente de agua o hielo y esfuerzos por sismo.

2.1.1 Carga muerta.

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

La carga de nieve o hielo, cuando la haya, será compensada con una disminución de la carga viva e impacto y sólo se incluirá en casos especiales.

Cuando, al construir el puente, se coloque sobre la carpeta una capa adicional para desgaste, o cuando se piense ponerla en el futuro, deberá tomarse en cuenta al calcular la carga muerta.

2.1.2 Carga viva.

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

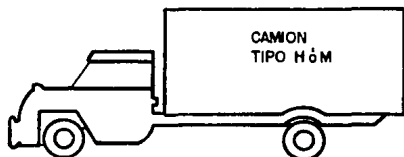
2.2.- Cargas para puentes de caminos.

Las cargas vivas que se consideren sobre la calzada de los puentes o en las estructuras que circunstancialmente se presenten en los caminos, serán las establecidas para camiones tipo o carga uniforme por carril, equivalente a un convoy de camiones. Se especifican, al respecto, dos tipos de cargas, las tipo H (M) y las HS (MS), siendo las HS (MS) más pesadas que las H (M).

2.2.1 Cargas tipo H (M).

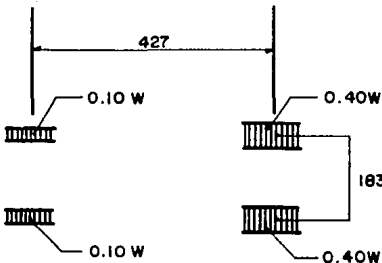
Las cargas tipo H (M), se ilustran en la figura 1. Consisten en un camión de dos ejes, o la carga uniforme equivalente correspondiente sobre un carril. Estas cargas

FIG. No. 1
CARGA CAMION TIPO H

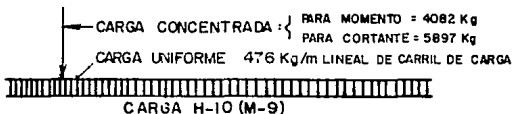
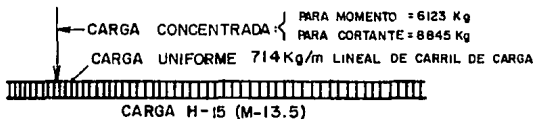


3629 Kg
 2722 Kg
 1814 Kg

14515 Kg H-20 (M-18)
 10886 Kg H-15 (M-13.5)
 7257 Kg H-10 (M-9)



W = PESO TOTAL
 DEL CAMION
 Y CARGA.



se designan con la letra H (M), seguida de un número que indica el peso bruto, (en toneladas americanas de 2,000 lb), del camión tipo.

2.2.2 Cargas tipo HS (MS).

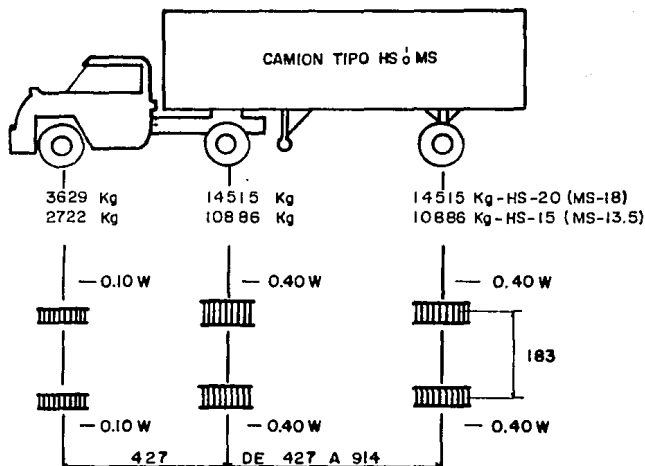
Las cargas tipo HS (MS), que se ilustran en la figura 2, consisten en un camión tractor con semi-remolque o en la carga uniforme equivalente correspondiente, sobre un carril. Estas cargas se designan con las letras HS (MS), seguidas de un número que indica el peso bruto, (en toneladas americanas de 2,000 lb), del camión tractor. La separación entre los ejes se ha considerado variable, con el objeto de tener una aproximación mayor con los tipos de tractores con semi-remolques que se usan actualmente. El espaciamiento variable hace que la carga actúe más satisfactoriamente en los claros continuos, ya que así las cargas pesadas de los ejes se pueden colocar en los claros adyacentes, a fin de producir los máximos momentos negativos.

2.2.3 Carriles de tránsito.

Se supondrá que la carga por carril o la del camión tipo, ocupa un ancho de 3.05 m.

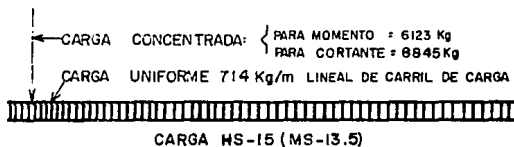
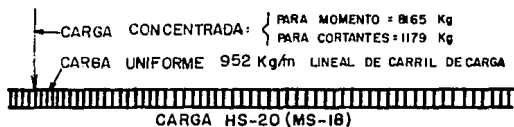
Estas cargas se colocarán sobre los carriles de tránsito para proyecto de 3.66 m de ancho, espaciados en todo el ancho de la calzada del puente, en el número de posiciones requeridas para producir el máximo esfuerzo en el

FIG. No 2
CARGA CAMION TIPO HS



W = PESO COMBINADO DE LOS PRIMEROS EJES, IGUAL AL QUE TIENE EL CAMION TIPO M CORRESPONDIENTE.

CARGA UNIFORME EQUIVALENTE



elemento considerado. El ancho de la calzada será la distancia entre guarniciones.

2.2.4 Cargas por carril y camiones tipo.

El espaciamiento de las ruedas, la distribución de los pesos y las dimensiones del gálibo para los camiones tipo H y HS (M o MS), así como las cargas uniformes equivalentes por carril correspondientes se ilustran en las figuras 1 y 2.

Cada carga por carril consistirá de una carga uniforme por metro lineal de carril de tránsito, combinada con una sola carga concentrada, colocadas sobre el claro, de manera tal que produzcan el máximo esfuerzo. La carga concentrada y la carga uniforme se considerarán uniformemente distribuidas en un ancho de 3.05 m, sobre una línea normal al eje central del carril.

2.2.5 Impacto.

En las estructuras subsiguientes, comprendidas en el grupo A, los esfuerzos por carga viva producidos por las cargas H o HS, deberán incrementarse en la cantidad que aquí se indica, por los efectos dinámicos, vibratorios y de impacto. El impacto no deberá aplicarse a los elementos del grupo B.

Grupo A.

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

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

Grupo B.

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

2) Zapatas y presiones en las cimentaciones.

3) Estructuras de madera.

4) Cargas para banquetas.

5) Alcantarillas y estructuras que tengan un colchón de tierra de 0.91 m de espesor o mayor.

La cantidad permisible en que se incrementan los esfuerzos se expresa como una fracción de los esfuerzos por carga viva, y se determinará con la fórmula siguiente:

$$I = \frac{15.24}{L + 38}$$

donde: I= impacto en por ciento (máximo: 30%)

L= longitud, en metros de la parte del claro que

debe cargarse para producir el máximo esfuerzo en el miembro.

Para uniformar su aplicación, la longitud cargada "L", se considerará específicamente como sigue:

- Para pisos de la calzada, empléese la longitud de proyecto de claro.

- Para miembros transversales, tales como piezas de puente, úsese la longitud del claro del miembro, entre centros de apoyo.

- Para calcular los momentos debidos a cargas de camión, úsese la longitud del claro. Para tramos en voladizo, se usará la longitud desde el centro de momentos hasta el eje más alejado del camión.

- Para esfuerzo cortante debido a cargas de camión, úsese la longitud de la parte cargada del claro, desde el punto en consideración hasta la reacción más alejada. Para tramos en voladizos, considérese el 30% .

2.2.6 Fuerzas longitudinales.

Se deberá considerar el efecto de una fuerza longitudinal del 5 % de la carga viva en todos los carriles destinados al tránsito en una misma dirección. En aquellos puentes donde se considere que puedan llegar a ser en un futuro de un solo sentido, deberán considerarse cargados todos sus carriles. La fuerza longitudinal se supondrá aplicada a 1.83 m arriba de la losa de piso, y que ésta se

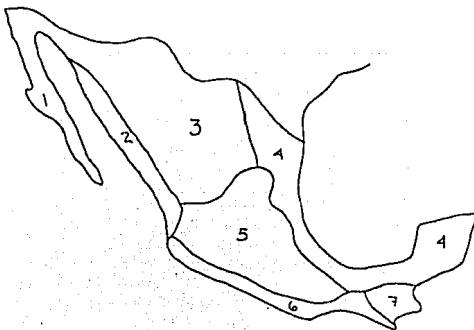
transmite a la subestructura a través de la superestructura.

La fuerza longitudinal debida a la fricción en los apoyos contra la dilatación, así como la resistencia al esfuerzo cortante en los apoyos de materiales elásticos, deberá tomarse en cuenta.

2.2.7 Cargas por viento.

Las fuerzas debidas a la presión del viento, por metro cuadrado de área expuesta, deberán aplicarse a todas las estructuras. El área espuesta considerada será la suma de las proyecciones verticales de las áreas de todos los miembros, incluyendo el sistema de piso y el parapeto a 90 con respecto al eje longitudinal de la estructura. Si se cambia la velocidad del viento de proyecto, el valor que se tome deberá indicarse claramente en los planos.

Se presenta un cuadro con la regionalización eólica en la República Mexicana.



Velocidades Regionales VR

Zona eólica	Velocidad regional (km/hr)	
	Estructuras Grupo B Tr= 50 años	Estructuras Grupo A Tr= 200 años
1	90	105
2	125	150
3	115	125
4	160	185
5	80	90
6	150	170
7	80	95

Cargas sobre la superestructura:

Viento longitudinal	60 kg/m ²	(WLS)
Viento normal	250 kg/m ²	(WNS)

Sobre la carga viva:

Viento longitudinal	60 kg/m ²	(WLv)
Viento normal	150 kg/m ²	(WNv)

Sobre la subestructura:

Viento longitudinal	150 kg/m ²	(WLSb)
Viento normal	150 kg/m ²	(WNSb)

Estas presiones corresponden a una velocidad de 160 km/hr. Para otras velocidades, la presión variará en función directa de $\left(\frac{v}{160}\right)^2$

2.2.8 Efectos de temperatura

La deformación por temperatura se calculará de la siguiente manera:

$$\delta = 0.000011 * L * \Delta t$$

donde: L = longitud del claro

Δt = gradiente térmico

Para la República Mexicana

$t = 15^\circ\text{C}$ en clima extremoso (al N del Trópico de Cáncer).

$t = 10^\circ\text{C}$ en clima moderado (al S del Trópico de Cáncer).

2.2.9 Esfuerzo por sismo

En las regiones donde pueden presentarse fenómenos sísmicos, las estructuras deberán proyectarse para resistir los movimientos sísmicos tomando en consideración la relación entre el sitio y las zonas sísmicas de las fallas activas, la respuesta sísmica del suelo en el sitio y las características de la respuesta dinámica de toda la estructura, de acuerdo al siguiente criterio:

$$E = \frac{C_1 * C_2 * C_M}{Q}$$

donde: C_1 depende de la zona sísmica en que se ubique el puente, así como el tipo de terreno en que se apoye

C_2 refleja la importancia del puente:

puentes secundarios $C_2 = 1.0$

puentes troncales $C_2 = 1.3$

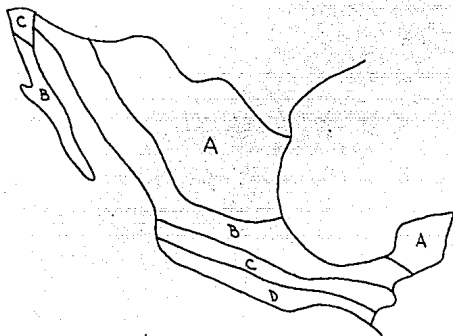
Q mide la ductilidad de la estructura, en general:

para estructuras de marcos continuos de concreto reforzado $Q = 4$

para estructuras de muros de concreto reforzado $Q = 2$

para estructuras de muros de mampostería $Q = 1$

Regionalización Sísmica de la República Mexicana.



Zonas:

- A : Asísmica .- Noreste y península de Yucatán
- B : Penisísmica .- Baja California, Pacífico Norte, Mesa central, Veracruz sur y Tabasco
- C : Sísmica .- Sierra Madre del Sur
- D : Altamente sísmica .- Costa del Pacífico, Sur de Colima y Chiapas

Tipos de terreno:

- I Firme
- II Intermedio
- III Blando

Valores de C1

Zona	Terreno	C1
A	I	0.08
	II	0.12
	III	0.16
B	I	0.16
	II	0.20
	III	0.24
C	I	0.24
	II	0.30
	III	0.36
D	I	0.48
	II	0.56
	III	0.64

Lbs coeficientes C1 propuestos por el Instituto de Ingeniería a la Comisión Federal de Electricidad en 1965, están siendo revisados como consecuencia del sismo de 1985.

CAPITULO 3

DISEÑO ESTRUCTURAL CON ELEMENTOS DE CONCRETO

Capítulo 3: Diseño Estructural con elementos de concreto.

En este capítulo se describirá el procedimiento de cálculo del puente.

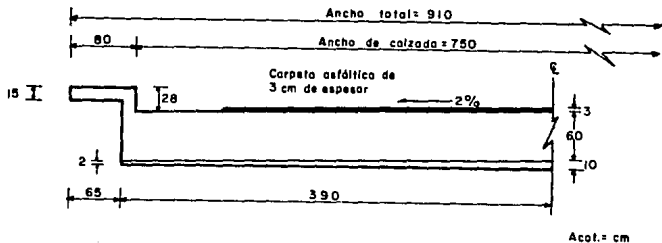
3.1.- Estructura propuesta

La estructura que se propone, como se mencionó anteriormente, se trata de una superestructura esviada 45° derecha, formada por dos tramos libres de losa plana maciza, de concreto reforzado, de peralte constante, de 11 m de claro, con un ancho de calzada de 7.50 m y un ancho total de 9.10 m, para carga móvil HS-20 en dos bandas de tránsito.

3.2.- Cálculo de la superestructura

Para proceder al cálculo se supondrán las dimensiones y se determinarán las cargas que intervendrán en el diseño.

3.2.1 Dimensiones



3.2.2 Carga Permanente.

Parapeto = 250 kg/m X 2	500 kg/m
Carpeta = 0.10 m X 2000 kg/m X 7.5 m	1500 kg/m
Losa = 0.60 m X 2400 kg/m X 7.80 m	11232 kg/m
Guarniciones = 2(0.15X0.65+0.28X0.135)2400	650 kg/m
Peso por carga muerta =	<u>13882 kg/m</u>

$$W_{\text{losa}} = \frac{13882}{7.8} = 1779 \text{ kg/m}$$

$$V_{\text{cm}} = \frac{1779 \times 11}{2} = 9785 \text{ kg/m}$$

$$M_{\text{cm}} = \frac{1779 \times 11^2}{8} = 26907 \text{ kg/m}$$

$$\text{Impacto: } I = \frac{15.24}{11 + 38.10} = 0.31 \rightarrow 30\%$$

3.2.3 Carga Móvil HS-20

De tabla (ref. 2, pág 354)

$$M = 52420 \text{ kg-m}$$

$$V = 24198 \text{ kg}$$

Ancho de distribución de las cargas por rueda:

$$E = 1.22 + 0.06 S \leq 2.13 \text{ m}$$

$$E = 1.22 + 0.06 \times 11 = 1.88 \text{ m} \leq 2.13 \text{ m}$$

$$4 E + 7.52 \text{ m} < 7.80 \text{ m}$$

$$M_{\text{cv}} = \frac{52420 \times 1.3}{2 \times 1.88} = 18124 \text{ kg-m/m}$$

$$V_{cv} = \frac{24198 \times 1.3}{2 \times 1.88} = 8366 \text{ kg/m}$$

3.2.4 Elementos Mecánicos Totales

$$M = 18124 + 26907 = 45031 \text{ kg-m/m}$$

$$V = 8366 + 9785 = 18151 \text{ kg/m}$$

3.2.5 Diseño de la losa

Concreto de $f'c = 250 \text{ kg/cm}^2$

Acero de $f_y = 4000 \text{ kg/cm}^2$

Peralte por flexión:

$$d = \sqrt{\frac{45031}{14.8}} = 55 \text{ cm} \quad \text{OK}$$

$$A_s = \frac{4503100}{1800 \times 0.89 \times 55} = 51.10 \text{ cm}^2/\text{m}$$

Usando varillas del No. 8

$$\text{Sep} = \frac{507}{51.10} = 10 \text{ cm}$$

Revisión del cortante

$$V = \frac{18151}{100 \times 55} = 3.30 \text{ kg/cm}^2$$

$$V_{perm} = 0.5 \times 250 = 7.91 \text{ kg/cm}^2$$

El 50% del refuerzo se podrá doblar a:

$$x = \frac{1}{8} = \frac{11.00}{8} = 3.90 \text{ m a cada lado del centro del claro}$$

Refuerzo por distribución:

$$Asd = \frac{55}{8} ; \quad Asd \% = \frac{55}{11} = 16.58 \%$$

$$Asd = 0.1658 \times 51.10 = 8.47 \text{ cm}^2/\text{m}$$

suponiendo varillas del No 4:

$$Sep = \frac{127}{8.47} = 15 \text{ cm}$$

Refuerzo por temperatura:

$$Ast = 0.0015 \times 55 \times 100 = 8.25 \text{ cm}^2 > 6 \text{ cm}^2/\text{m}$$

suponiendo varillas del No 4:

$$Sep = \frac{127}{6} = 20 \text{ cm}$$

3.2.6 Viga marginal

a) Carga muerta:

$$w = 0.30 \times 0.60 \times 2400 + \frac{2000 \times 0.30}{7.8} = 509 \text{ kg/m}$$

$$M = 509 \times 11^2 = 7699 \text{ kg-m}$$

$$V = \frac{509 \times 11}{2} = 2800 \text{ kg}$$

b) Carga móvil (se considera el 20% del momento y del cortante dados por las normas AASHTO)

$$M_{cv} = 0.20 \times 52420 = 10484 \text{ kg-m}$$

$$V_{cv} = 0.20 \times 24198 = 4839 \text{ kg}$$

c) Elementos mecánicos totales:

$$M = 18183 \text{ kg-m}$$

$$V = 7636 \text{ kg}$$

d) Peralte necesario:

$$d = \frac{1818300}{14.8 \times 70} = 42 \text{ cm} < 55 \text{ cm} \quad \text{OK}$$

$$A_s = \frac{1818300}{1800 \times 0.89 \times 55} = 20.64 \text{ cm}^2$$

Se proponen 4 varillas del # 8

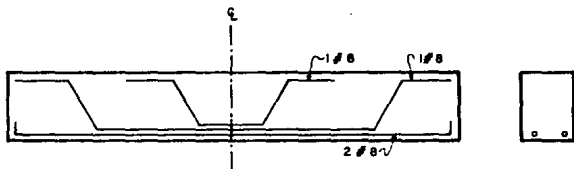
Revisión por cortante:

$$V = \frac{7639}{30 \times 55} = 4.6 \text{ kg/cm}^2 < 1.29 \times 250 = 20.4 \text{ kg/cm}^2$$

Estribos de dos ramas del # 4 = 2.54 cm

$$\text{sep} = \frac{2.54 \times 1800}{30 \times 4.6} = 33 \text{ cm}$$

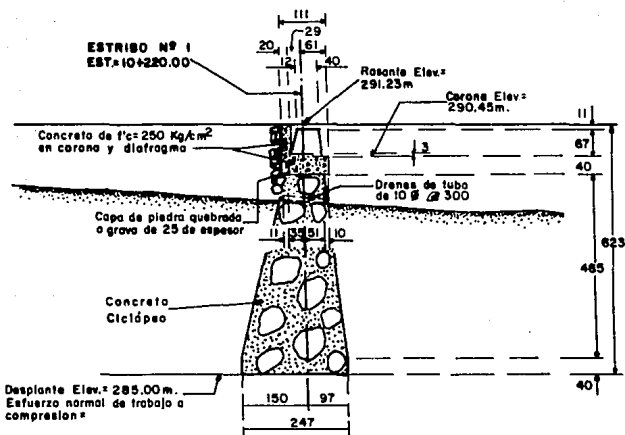
se colocarán @ 30 cm



3.3.- Cálculo de la cimentación.

Se toma como punto de partida para la estabilidad estructural de acuerdo con el tipo de carga y la profundidad de desplante, las dimensiones propuestas en el manual de "Proyectos tipo de elementos de concreto reforzado" (ref. 3)

3.3.1 Estribo No 1.



CORTE A-A

$$P = \frac{0.70 \times 2400 \times 11}{2} + 2 \times 8165 = 25570 \text{ kg/m}$$

Cálculo de pesos y brazos de palanca con respecto a "D".

$$w_1 = 2000 \times 0.40 \times 1 = 800 \text{ kg}$$

$$x_1 = 0.50 \text{ m}$$

$$w_2 = 2000 \times 0.40 \times 1.5 = 1200 \text{ kg}$$

$$x_2 = 1.75 \text{ m}$$

$$w_3 = 1 \times \frac{4.65}{2} \times 2000 = 4650 \text{ kg}$$

$$x_3 = 0.67 \text{ m}$$

$$w_4 = 1.50 \times \frac{4.65}{2} \times 2000 = 6795 \text{ kg}$$

$$x_4 = 1.50 \text{ m}$$

$$w_5 = 0.10 \times 0.40 \times 2400 = 96 \text{ kg}$$

$$x_5 = 0.44 \text{ m}$$

$$w_6 = 0.89 \times 0.43 \times 2400 = 918.48 \text{ kg}$$

$$x_6 = 0.935 \text{ m}$$

$$w_7 = 0.11 \times 1.18 \times 2400 = 311.52 \text{ kg}$$

$$x_7 = 1.435 \text{ m}$$

$$w_8 = P = 25570 \text{ kg}$$

$$x_8 = 1 \text{ m}$$

Cálculo del empuje de tierras:

$$p = \frac{H}{3} \gamma \quad \text{si } \gamma = 1600 \text{ kg/m}^3$$

$$p = 533 \text{ H}$$

$$E = \frac{p \times H}{2} = \frac{533 \text{ H} \times H}{2} = 266 \text{ H}^2$$

$$E_p = 266 \times 6.23^2 = 10324.231 \text{ kg}$$

$$y = 2.077 \text{ m}$$

Análisis por volteo:

Fuerza (kg/m)	Brazo (m)	Momento (kg-m/m)
w1 = 800	0.500	400
w2 = 1200	1.750	2100
w3 = 4650	0.670	3115.5
w4 = 6795	1.500	10192.5
w5 = 96	0.440	42.24
w6 = 918.48	0.935	858.779
w7 = 311.52	1.435	447.031
w8 = 25570	1.000	25570

40341		42726.050

Ep = 10324.231	2.077	21439.987

10324.231		21439.987

$$F_s \text{ volteo} = \frac{\text{Mequilibrante}}{\text{Mvolteo}} = \frac{42726.05}{21439.99} = 1.99 \text{ OK.}$$

Esfuerzos en el terreno:

$$a = \frac{M_v - M_e}{F} = \frac{42726.05 - 21439.99}{40341} = 0.528 \text{ m}$$

$$\text{excentricidad} = B/2 - a = 2.5/2 - 0.528 = 0.722 \text{ m}$$

$$\text{núcleo central} = B/6 = 2.5/6 = 0.417 \text{ m}$$

dado lo anterior se utiliza fincrementada

$$\text{finc} = \frac{2w}{3a} = \frac{2 \times 40341}{3 \times 0.722} = 37249.31 \text{ kg/m}^2 < 40000 \text{ kg/m}^2$$

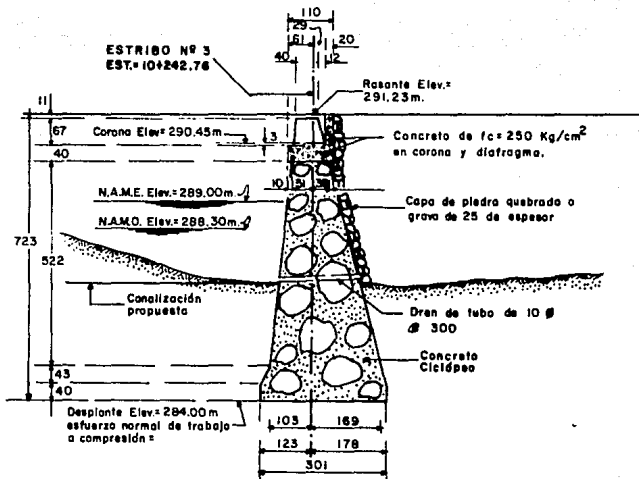
Análisis por fricción:

$$\mu = \frac{E_p}{w} = \frac{10324.231}{40341} = 0.256$$

$$F_s = \frac{1}{\mu} = \frac{1}{0.256} = 3.91 > 3 \text{ OK.}$$

3.3.2 Estribo No 3

Al igual que el estribo No 1 se sigue el mismo procedimiento, pero con base a las siguientes dimensiones:



CORTE A-A

llegándose a los siguientes resultados:

Análisis por volteo:

$$F_s = 1.83 \quad \text{OK.}$$

Esfuerzos en el terreno:

Se utilizó $f_{inc} = 33756.93 \text{ kg/m}^2 < 40000 \text{ kg/m}^2 \text{ OK.}$

Análisis por fricción:

$$F_s = 3.29 \quad \text{OK.}$$

CAPITULO 4

DISEÑO ESTRUCTURAL CON ELEMENTOS METALICOS

Capítulo 4: Diseño Estructural con elementos metálicos.

En este capítulo se describirá el procedimiento de cálculo del puente.

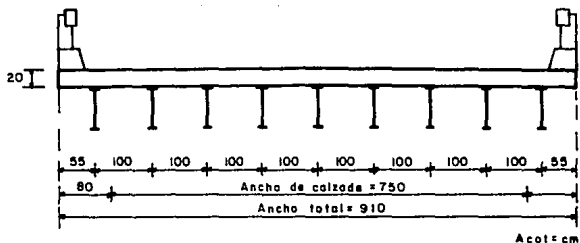
4.1.- Estructura propuesta

La estructura que se propone, fue mencionada anteriormente y se trata de una superestructura esviada 45° derecha, formada por dos tramos libres de losa de concreto reforzado trabajando en colaboración con viguetas metálicas de 11.00 m de claro, con un ancho de calzada de 7.50 m y un ancho total de 9.10 m, para carga móvil HS-20 en dos bandas de tránsito.

4.2.- Cálculo de la superestructura

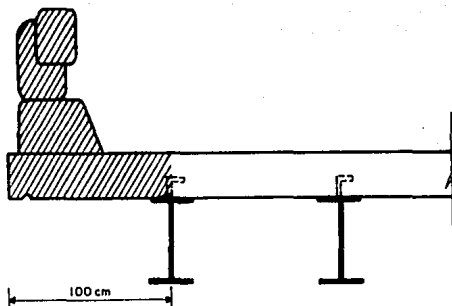
Para proceder al cálculo se supondrán las dimensiones.

4.2.1. Dimensiones



Análisis de la losa en el voladizo.

Considerando que la viga extrema se encuentra a 1.00 m del extremo de la losa:



Concepto	Carga (ton)	Brazo (m)	Momento (ton-m/m)
losa	1X1X0.20X2.4=0.48	0.50	0.240
banqueta	0.16X1X2.4 =0.38	0.43	0.163
parapeto	0.11X1X2.4 =0.26	0.88	0.229
acero	=0.04	0.90	0.036
		Mcm =	0.668
carga viva	=0.293	0.43	0.126
		Mtot =	0.794 ton-m/m

Revisión del peralte:

$$d = \sqrt{\frac{M_{tot}}{14.8 \times b}} = \sqrt{\frac{79400}{14.8 \times 100}} = 7.32 \text{ cm}$$

$$h = d + r = 7.32 + 5 = 12.32 \text{ cm. Se considerará } h = 20 \text{ cm}$$

$$A_s = \frac{M_{tot}}{0.9 \times f_y \times d} = \frac{79400}{0.9 \times 2000 \times 15} = 2.94 \text{ cm}^2$$

$$A_s \text{ m\u00edn} = \frac{0.7 \sqrt{f'c}}{f_y} b x d = \frac{0.7 \sqrt{250}}{4000} 100 \times 15 = 4.15 \text{ cm}^2$$

usando varillas del # 4

$$\text{sep} = \frac{1.27 \times 100}{4.15} = 30.6 \text{ cm}$$

se colocarán varillas # 4 @ 25 cm.

An\u00e1lisis de la losa entre trabes: (considerando la separaci\u00f3n de trabes a 1.00 m).

$$\text{carga muerta: } 0.20 \times 2.4 = 0.48 \text{ ton/m}^2$$

$$M_{cm} = \frac{w X l^2}{10} = \frac{0.48 \times 1^2}{10} = 0.048 \text{ ton-m/m}$$

Momento por carga viva e impacto (ref p\u00e1g 77)

$$M_{cvi} = \left(\frac{S + 0.61}{9.74} \right) P \times 1.3$$

$$M_{cvi} = \left(\frac{1 + 0.61}{9.74} \right) 7.26 \times 1.3 = 1.56 \text{ ton-m/m}$$

$$M_{tot} = M_{cm} + M_{cvi} = 0.048 + 1.56 = 1.608 \text{ ton-m/m}$$

Revisi\u00f3n del peralte:

$$d = \frac{160800}{14.8 \times 100} = 10.42 < 15 \text{ cm} \quad \text{OK}$$

$$A_s = \frac{M}{0.9 X f_s X d} = \frac{160800}{0.9 \times 2000 \times 15} = 5.96 \text{ cm}^2$$

suponiendo varillas del # 4

$$S = \frac{1.27 \times 100}{5.96} = 21.33 \text{ cm}$$

se colocarán varillas # 4 @ 20 cm

Acero por temperatura:

$$A_{st} = 0.002 \times 100 \times 15 = 3 \text{ cm}^2/\text{m}$$

suponiendo varillas del # 4

$$S = \frac{1.27 \times 100}{3} = 42.33 \text{ cm}$$

se colocarán varillas # 4 @ 30 cm

Acero por distribución

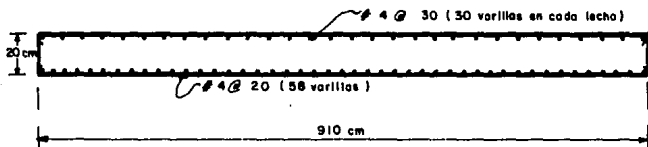
$$x = \frac{220}{3.28 L} = \frac{220}{3.28 \times 1} = 121.48 > 67\%$$

$$Asd = x \times As = 0.67 \times 5.96 = 4 \text{ cm}^2$$

suponiendo varillas del # 4

$$S = \frac{1.27 \times 100}{4} = 31.75 \text{ cm}$$

se colocarán varillas # 4 @ 30 cm en el parrilla inferior



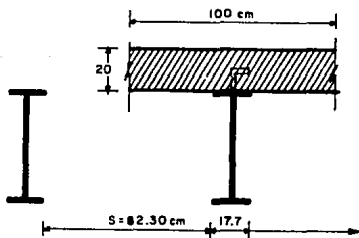
Revisión de las secciones de acero.

$$F_c = \frac{1}{1.68} = \frac{1.00}{1.68} = 0.60/2 = 0.30 \quad (\text{ref 1})$$

$$I = \frac{15.24}{11+38.10} = 0.32 > 0.30 \quad \text{se tomará } 1.30$$

$$M = 0.30 \times M_{to} \times I = 0.30 \times 52.420 \times 1.30 = 20.44 \text{ ton-m}$$

$$V = 0.30 \times V \times I = 0.30 \times 24.198 \times 1.30 = 9.44 \text{ ton}$$



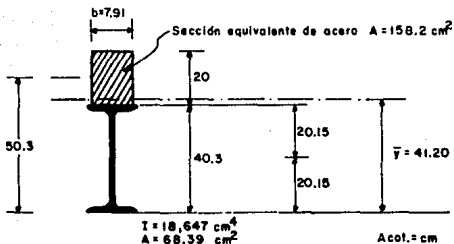
se transformará el área de la losa de concreto a una área equivalente de acero.

$$E_s = 2000000 \text{ kg/cm}^2$$

$$E_c = 10000 \sqrt{f'c} = 10000 \sqrt{250} = 158114 \text{ kg/cm}^2$$

$$\eta = \frac{E_s}{E_c} = \frac{2000000}{158114} = 12.65$$

$$b_s = \frac{100 \text{ cm}}{\eta} = \frac{100}{12.65} = 7.91 \text{ cm}$$



Posición del centro de gravedad del conjunto con respecto al eje "x".

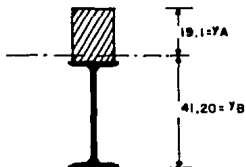
$$y = \frac{(68.39 \times 20.15) + (158.2 \times 50.3)}{68.39 + 158.2} = \frac{9335.52}{226.59} = 41.20 \text{ cm}$$

$$I_t = I + Ad^2$$

$$I_x = (647 + 68.39 \times 21.05^2) + (5273.33 + 158.2 \times 9.1^2)$$

$$I_x = 48950.78 + 18373.87 = 67324.65 \text{ cm}^4$$

A continuación se determinarán los esfuerzos máximos, de tensión en el acero y de compresión en el concreto.



Esfuerzo máximo de tensión en B

$$f_t = \frac{M}{S} = \frac{2044000}{\frac{67324.65}{41.20}} = 1250.85 \text{ kg/cm}^2$$

Esfuerzo máximo de compresión en A

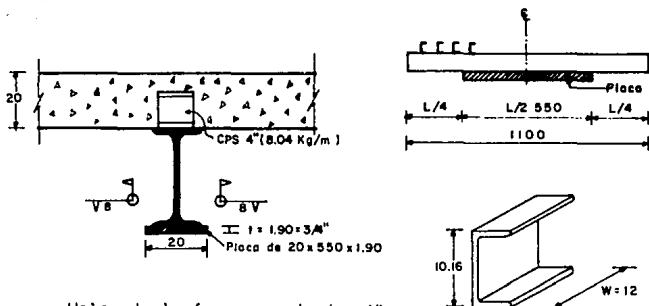
Se multiplicará por η para regresar a la sección de concreto.

$$f_t = \frac{M}{S} = \frac{2044000}{\frac{12.65 \times 67324.65}{19.1}} = 45.84 \text{ kg/cm}^2$$

$f_t = 1250.85 \text{ kg/cm}^2$ (tensión) $< 0.6 f_y = 1518 \text{ kg/cm}^2$
se proporcionará una placa para evitar vibraciones.

$f_t = 45.84 \text{ kg/cm}^2$ (compresión) $< 0.5 f'_c = 125 \text{ kg/cm}^2$

Diseño de los conectores (usando canales)



Valor de la fuerza cortante V_h

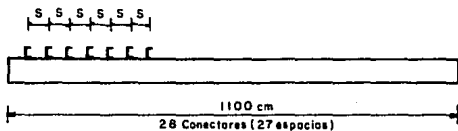
$$V_h = 0.85 f_c A_c = 0.85 \times 200 \times 100 \times 20 = 340000 \text{ kg}$$

$$V_h = A_s f_y = 68.39 \times 2530 = 173026.7 \text{ kg}$$

$$q = 0.4 f_y w = 0.4 \times 2530 \times 12 = 12144 \text{ kg}$$

$$\text{número de conectores} = \frac{173027}{12144} = 14 \text{ conectores}$$

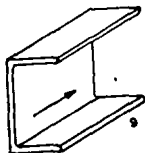
número de conectores total por viga = 28



$$s = \frac{1100}{27} = 40.74$$

$$\begin{aligned} 26 \text{ espacios de } 41 \text{ cm} &= 10.66 \text{ m} \\ 1 \text{ espacio de } 44 \text{ cm} &= 0.44 \text{ m} \\ \hline &= 11.00 \text{ m} \end{aligned}$$

Cálculo de la soldadura para unir los conectores al patin.



H1/4"

capacidad de soldadura = 560 kg/cm

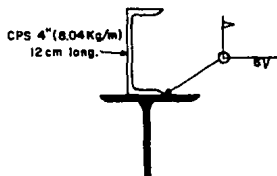
$$q = 12144 \text{ kg}$$

$$\text{longitud de soldadura} = \frac{q}{c} = \frac{12144 \text{ kg}}{560 \text{ kg/cm}} = 21.69 \text{ cm}$$

longitud disponible para alojar la soldadura

$$L \text{ disp} = (12+4) \times 2 = 32 \text{ cm} > 21.69$$

se colocará la soldadura a lo largo del conector



4.3.- Cálculo de la cimentación.

Dado que la diferencia de cargas resulta ser muy pequeña en comparación a la carga de la superestructura de concreto, se considera que esa diferencia puede ser absorbida por las dimensiones propuestas en el capítulo anterior, por lo que el dimensionamiento de esos apoyos se considerará igual al ya determinado.

CAPITULO 5

ANALISIS DE COSTOS Y COMPARACION DE RESULTADOS

Capítulo 5 : Análisis de costos y comparación de resultados.

Dada la situación económica actual del país y debido a que el puente estudiado se encuentra en una zona de bajos recursos y también a que dicho puente presenta las características de un camino de alivio, se optará por una solución de menor costo.

5.1.- Cuantificación de materiales.

Como se vió y estudió anteriormente se tienen dos alternativas.

Para la alternativa No 1 se necesitan los siguientes materiales:

- Parapeto:

concreto de $f'c=250$ kg/cm ²	3.1 m ³
acero de refuerzo $LE \geq 4000$ kg/cm ²	592 kg

-Superestructura:

concreto de $f'c=250$ kg/cm ²	117 m ³
acero de refuerzo $LE \geq 4000$ kg/cm ²	12356 kg
concreto asfáltico	5.2 m ³
drenes	16 piezas
tezontle en rellenos de banqueta	7.6 m ³

-Apoyos:

fijos o móviles de 20X25X2.5	24 piezas
------------------------------	-----------

-Juntas de dilatación:

acero estructural A-36	522 kg
Sikaflex 1-A o similar	138 dm2
cartón asfaltado de 4 de espesor	20.7 m2

-Subestructura:

concreto de $f'c=250$ kg/cm2	21.3 m3
concreto ciclópeo en pila y estribos	674 m3
acero de refuerzo $LE \geq 4000$ kg/cm2	1596 kg
excavaciones	1369 m3

Para la alternativa No 2 se necesitan:

-Parapeto:

concreto de $f'c=250$ kg/cm2	3.1 m3
acero de refuerzo $LE \geq 4000$ kg/cm2	592 kg

-Superestructura:

concreto de $f'c=250$ kg/cm2	41 m3
acero estructural A-36	
vigas I	10613 kg
canales conectores	499 kg
placas	2959 kg
acero de refuerzo $LE \geq 4000$ kg/cm2	3366 kg
concreto asfáltico	5.2 m3
drenes	16 piezas
tezontle en rellenos de banquetta	7.6 m3

-Apoyos:

 fijos o móviles de 20X25X2.5 24 piezas

-Juntas de dilatación:

 acero estructural A-36 522 kg
 Sikaflex 1-A o similar 138 dm2
 cartón asfaltado de 4 de espesor 20.7 m2

-Subestructura:

 concreto de $f'c=250$ kg/cm2 21.3 m3
 concreto ciclópeo en pila y estribos 674 m3
 acero de refuerzo $LE\geq 4000$ kg/cm2 1596 kg
 excavaciones 1369 m3

②

5.2.- Análisis de costos con estructura de concreto.

Los precios a emplearse son aproximados al mes de enero de 1991.

Concepto	Unidad	Cantidad	P.U.	Importe
-Parapeto				
concreto f'c=250 kg/cm2	m3	3.1	536778	1664012.-
acero de refuerzo LE>=4000 kg/cm2	kg	592	2375	1406000.-
-Superestructura				
concreto f'c=250 kg/cm2	m3	117	1105000	129285000.-
acero de refuerzo LE>=4000 kg/cm2	kg	12356	2375	29345500.-
concreto asfáltico	m3	5.2	93296	485139.-
drenes	pza	16	15370	245920.-
tezontle en rellenos de banquetas	m3	7.6	195000	1482000.-
-Apoyos (fijos o móviles de 20X25X2.5)				
Neopreno dureza Shore 60	dm2	15	72670	1090050.-
acero estructural A- 36	kg	26	8216	213616.-
-Juntas de dilatación				
acero estructural A- 36	kg	522	8216	4288752.-
Sikaflex 1-A similar	dm2	138	10271	1417398.-

carton asfaltado de 4 de espesor	m2	20.7	56765	1175036.-
-------------------------------------	----	------	-------	-----------

-Subestructura

concreto de f'c=250 kg/cm2	m3	21.3	624000	13291200.-
-------------------------------	----	------	--------	------------

concreto ciclópeo en pila y estribos	m3	674	546000	368004000.-
---	----	-----	--------	-------------

acero de refuerzo LE>=4000 kg/cm2	kg	1596	2375	3790500.-
--------------------------------------	----	------	------	-----------

excavaciones	m3	1369	30095	41200055.-
--------------	----	------	-------	------------

Importe total =				598'384,178.-
-----------------	--	--	--	---------------

IVA 15 % =				89'757,627.-
------------	--	--	--	--------------

Costo total =				688'141,804.-
---------------	--	--	--	---------------

Costo por metro de puente =				31'279,173.-
--------------------------------	--	--	--	--------------

5.3.- Análisis de costos con estructura metálica.

Los precios a emplearse son aproximados al mes de enero de 1991.

Concepto	Unidad	Cantidad	P.U.	Importe
-Parapeto				
concreto f'c=250 kg/cm2	m3	3.1	536778	1664012.-
acero de refuerzo LE>=4000ka/cm2	kg	592	2375	1406000.-
-Superestructura				
concreto f'c=250 kg/cm2	m3	41	1105000	45303000.-
acero de refuerzo LE>=4000 kg/cm2	kg	3366	2375	7994250.-
acero estructural A- 36 (incluye vigas, canales y placas)	kg	14071	8216	115607336.-
concreto asfáltico	m3	5.2	93296	485139.-
drenes	pza	16	15370	245920.-
tezonite en rellenos de banquetas	m3	7.6	195000	1482000.-
-Apoyos (fijos o móviles de 20X25X2.5)				
Neopreno dureza Shore 60	dm2	15	72670	1090050.-
acero estructural A- 36	kg	26	8216	213616.-
-Juntas de dilatación				
acero estructural A- 36	kg	522	8216	4288752.-

Sikaflex 1-A o similar	dm2	138	10271	1417398.-
cartón asfaltado de 4 de espesor	m2	20.7	56745	1175036.-
-Subestructura				
concreto f'c=250 kg/cm2	m3	21.3	624000	13291200.-
concreto ciclópeo en pila y estribos	m3	674	546000	368004000.-
acero de refuerzo LE>=4000 kg/cm2	kg	1596	2375	3790500.-
excavaciones	m3	1369	30095	41200055.-
Importe total =				608'658,264.-
IVA 15 % =				91'298,740.-
Costo total =				699'957,004.-
				=====
Costo por metro de puente =				31'816,227.-

5.4.- Comparación de costos y elección de la estructura más adecuada.

A partir del análisis de precios para cada tipo de superestructura propuesta en este trabajo, se puede elaborar la tabla que se presenta a continuación:

Costo por metro lineal

Alternativa No 1:

Superestructura de concreto reforzado, a base de una losa plana maciza de peralte constante	31'279,173.-
---	--------------

Alternativa No 2:

Superestructura mixta a base de una losa de concreto reforzado trabajando en colaboración con viguetas metálicas	31'816,227.-
--	--------------

Se tiene por otro lado a favor de la superestructura de concreto reforzado a base de una losa plana maciza, que además de ser la de menor costo, es que la mixta, a base de una losa de concreto reforzado trabajando en colaboración con viguetas metálicas, es que ésta requeriría de una inspección muy cuidadosa en campo de la soldadura; además los elementos metálicos deberán ser objeto de una conservación periódica a fin de evitar la corrosión.

Puede concluirse de todo lo anterior que la opción más viable por costo y mantenimiento, es la correspondiente a la alternativa No 1.

CAPITULO 6

PROCESO CONSTRUCTIVO DE LA ESTRUCTURACION ELEGIDA

Capítulo 6: Proceso constructivo de la estructuración elegida.

El propósito de todo proyecto dentro del campo de la ingeniería es que, además de satisfacer las necesidades para las que fué creado, pueda ser llevado a la realidad.

Es indispensable que el proyecto sea económicamente factible en base a un estudio socioeconómico de la zona a beneficiar y programarlo para que sea realizado en el menor tiempo posible.

A continuación se hace una breve descripción de los lineamientos generales establecidos por la práctica usual de la Secretaría de Comunicaciones y Transportes para la construcción de este tipo de estructuras.

Para hacer válidas las hipótesis de proyecto se debe tomar en cuenta que:

El concreto a utilizarse será de una resistencia de $f'c = 250 \text{ kg/cm}^2$, cuya compactación no será menor de 0.80, con revenimientos que varían entre 5 y 8 cm y agregados gruesos con tamaños máximos que varían entre 2.5 y 4 cm dependiendo del tipo de estructura. En caso de utilizar aditivos deberán justificarse oportunamente las calidades, y dosificaciones de estos productos, presentando al residente pruebas satisfactorias de su empleo. (Ver especificaciones particulares en planos correspondientes). El concreto será vibrado al colarse.

En el acero de refuerzo se tendrá especial cuidado en la limpieza de las varillas, evitando el óxido suelto antes

de depositar el concreto. En lo referente a empalmes, traslapes, formas de conexión, diámetros de varillas, cantidad de éstas y demás detalles, se especifican en los planos correspondientes.

La mampostería utilizada en los estribos será de 3a clase con mortero de cemento 1:5, conforme a lo indicado en el capítulo III-4 de las Normas de Materiales para Construcción de la Secretaría de Comunicaciones y Transportes.

Empezaremos en el orden en que se llevan a cabo este tipo de obras.

CIMENTACION:

Estribo No 1.- Las excavaciones serán las mínimas posibles. El estribo se desplantará en un manto con una resistencia mínima a la compresión de 4 kg/cm².

El relleno de las excavaciones y del terraplén de respaldo se harán por capas de 30 cm de espesor, debidamente compactadas según las pruebas PROCTOR de la Secretaría de Comunicaciones y Transportes.

Entre la conclusión de una parte del estribo y la iniciación de los rellenos correspondientes deberán transcurrir por lo menos cinco días.

Pila No 2.- Las excavaciones serán las mínimas posibles. El desplante de la pila deberá hacerse a la

elevación indicada en el manto que admita un esfuerzo normal de trabajo a la compresión de 4 kg/cm². En caso de que la altura de la pila deba ser diferente hasta en 30 cm de la del proyecto, dicha diferencia se absorberá modificando el peralte de la zapata de la pila. Si la altura de la pila, para cumplir los requisitos de desplante difiere en más de 30 cm de la considerada en el proyecto, se solicitará un nuevo proyecto de pila. El relleno de las excavaciones se hará por capas horizontales, de espesor no mayor de 30 cm compactadas como mínimo al 90% de su peso volumétrico óptimo, determinado por las pruebas especificadas por la Secretaría de Comunicaciones y Transportes. Se dejarán pasar por lo menos cinco días entre la conclusión de una parte de la pila y la iniciación del relleno correspondiente.

La superestructura se podrá apoyar en la pila cuando el concreto alcance la resistencia de proyecto ($f'c = 250$ kg/cm²).

Estribo No 3.- Las excavaciones serán las mínimas posibles. El estribo se desplantará en un manto con una resistencia mínima de compresión de 4 kg/cm².

El relleno de las excavaciones y del terraplén de respaldo se harán por capas de 30 cm de espesor debidamente compactadas según pruebas PROCTOR de la Secretaría de Comunicaciones y Transportes.

Entre la conclusión de una parte del estribo y la iniciación de los rellenos correspondientes deberán transcurrir por lo menos cinco días.

SUPERESTRUCTURA:

La construcción de la obra falsa, la colocación del refuerzo, la elaboración y el colado del concreto se sujetarán a lo establecido en los capítulos correspondientes de las normas de la Secretaría de Comunicaciones y Transportes.

El empleo de adicionantes o aditivos se justificará debidamente y requerirá autorización por escrito de la Secretaría, para lo cual se presentará la solicitud correspondiente con suficiente anticipación, a fin de que los laboratorios de la Secretaría puedan realizar las pruebas necesarias relativas a las características y a la clasificación de esos productos. El colado se hará en una sola operación hasta la junta de construcción de la guarnición.

El colado de las guarniciones podrá iniciarse 24 horas después del colado de la losa. El parapeto se colará después de haber descimbrado la superestructura. El descimbrado se podrá realizar cuando el concreto haya alcanzado una resistencia de 175 kg/cm², pero no antes de que el último colado cumpla siete días.

El puente podrá abrirse al tránsito cuando la resistencia del último colado sea por lo menos de 225 kg/cm² siempre y cuando la resistencia en las etapas anteriores haya resultado satisfactoria. En cualquier caso, las pruebas de cilindros para cumplir los requisitos de resistencia de proyecto serán las que se efectúen a los 28 días de edad.

PARAPETO:

El acero de refuerzo del remate y el de las pilastras se anclará en la guarnición.

Las pilastras podrán ser precoladas o colarse en el lugar.

Los moldes para el colado serán de madera de triplay fabricados y colocados para dar una apariencia satisfactoria.

La junta de colado entre el parapeto y la guarnición se preparará de acuerdo a lo indicado a las especificaciones de la Secretaría de Comunicaciones y Transportes.

CONCLUSIONES

CONCLUSIONES:

1.- A lo largo del desarrollo de este trabajo, se ha podido establecer la necesidad de construir un puente para cruzar el río "El Carmen", derivado de los estudios socioeconómicos y políticos realizados.

2.- Una vez elegido el sitio de cruce y como resultado de los estudios toponidráulico y de cimentación, se llegó a la determinación de la longitud más conveniente de puente y de las características de resistencia del suelo, se definió el tipo de cimentación del mismo.

3.- Definida la longitud de puente y el espacio necesario para permitir el paso de los cuerpos flotantes, se obtiene que el puente será de dos claros libres, estableciendo un espacio libre vertical entre la posición del NAME (nivel de aguas máximas extraordinarias) y el lecho inferior de la superestructura de 1 m, los cuales son determinantes para elegir el tipo de la superestructura.

4.- El propósito de toda obra de ingeniería es que, además de satisfacer las necesidades para las que fue creado, pueda ser llevado a la realidad.

Es indispensable que el proyecto sea económicamente factible en base a un estudio socioeconómico de la zona a beneficiar y programarlo para que sea realizado en el menor tiempo posible.

ESTA FOLIO NO DEBE
SALIR DE LA BIBLIOTECA

BIBLIOGRAFIA

B I B L I O G R A F I A .

Normas Técnicas para el proyecto de puentes carreteros
Tomo I y II
Secretaría de Comunicaciones y Transportes
Subsecretaría de Infraestructura
Dirección General de Servicios Técnicos
México, 1984.

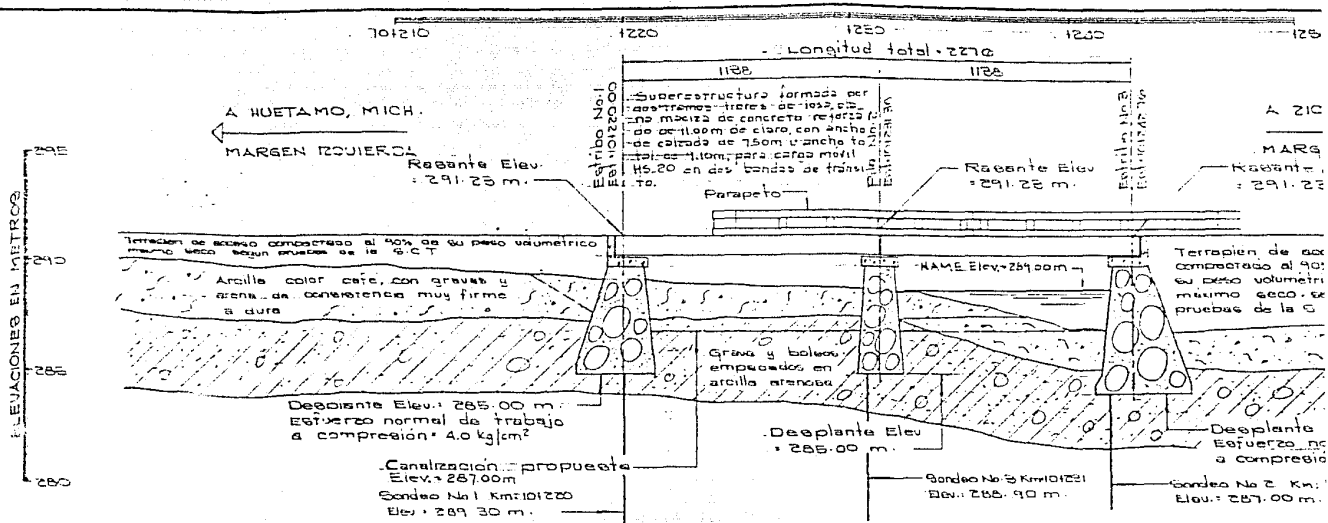
Standard Specifications for Highway Bridges
The American Association of State Highway and Transportation
Officials
Thirteenth edition
Washington D.C., 1983

Proyectos tipo de elementos de concreto reforzado
Puentes para carreteras
Parte I
Secretaría de Asentamientos Humanos y Obras Públicas
Subsecretaría de Obras Públicas
Dirección General de Carreteras Federales
Departamento de Puentes
México, 1980.

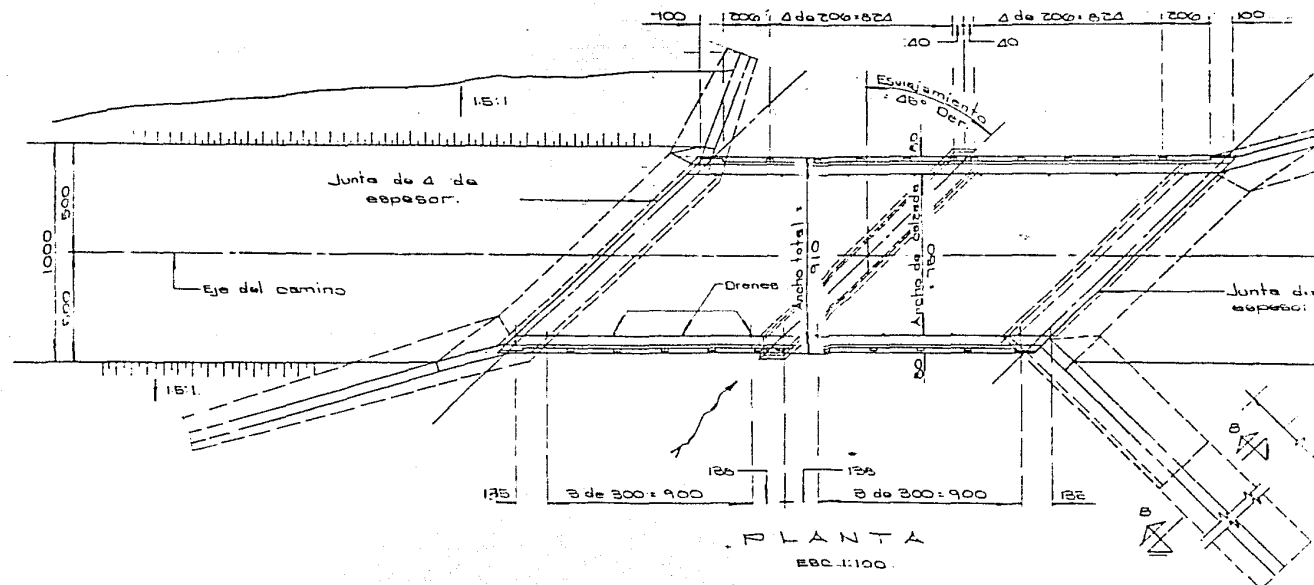
Nueva Enciclopedia Temática.
Tomo VI.
Editorial Richards, S.A.
Panamá, 1968.

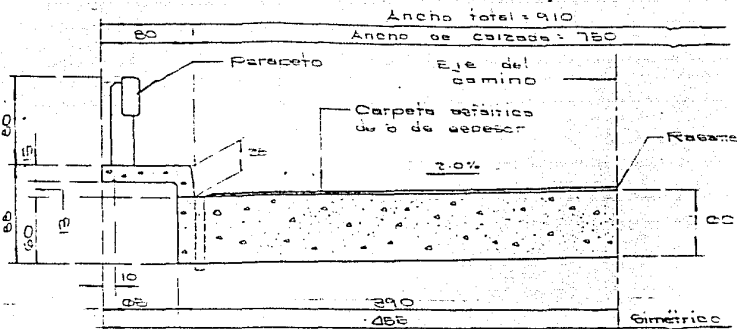
Secretaría de Comunicaciones y Transportes
Guía de exposiciones para la especialidad de Vías Terrestres
México, 1990.

PLANOS

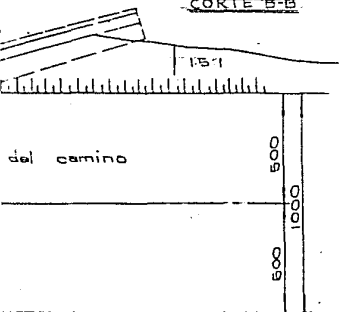
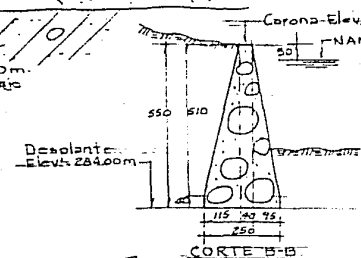


CORTE ELEVACION POR EL EJE DEL CAMINO



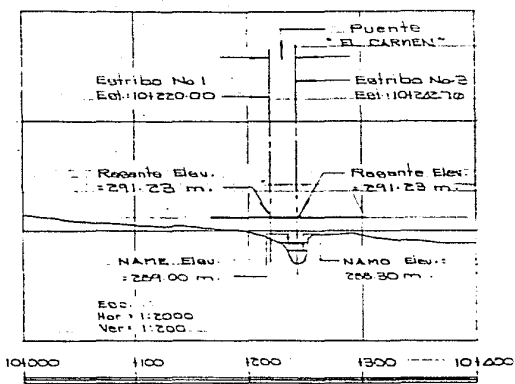


Araya arcillosa con poca arena, de calidad medianamente compacta.



contención para proteger el ... de 2.00 m de longitud de ... de 3.7 al 2.9 m de concreto ...

MEDIA SECCION TRANSVERSAL



CROQUIS DE RASANTE

DATOS HIDRAULICOS

Gasto de la corriente	60 m ³ /s
Capacidad del puente	60 m ³ /s
Velocidad de llegada	2.6 m/s
Velocidad bajo el puente	2.7 m/s
Espacio libre vertical	1.5 m
Sobreelevación	0.1 m

MATERIALES

PARAPETO
 Concreto de 10:250 Kg/cm²
 Acero de refuerzo de LE 7, 4000 Kg/cm²

SUPERESTRUCTURA
 Concreto de 10:250 Kg/cm²
 Acero de refuerzo de LE 7, 4000 Kg/cm²
 Concreto estático
 Drenaje de plástico de 10P

JUNTAS DE DILATACION
 Acero estructural A-36
 Ghaflex 1A ó similar de 4 de espesor
 Cartón asfaltado de 4 de espesor

AROS Y OS
 Fijos y Móviles de 20x25x25

SUBESTRUCTURA
 Concreto de 10:250 Kg/cm²
 Concreto ciclópico en Pila y Estribos
 Acero de refuerzo de LE 7, 4000 Kg/cm²
 Excavaciones

M-4-I Elev: 286.616 m

M-3-I Elev: 289.150 m

7.22.69 m
 20.56 m

521

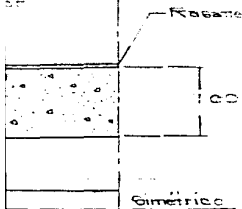
M-1-I Elev: 281.870 m

M-2-I Elev: 281.331 m

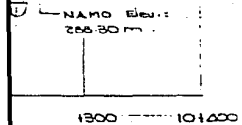
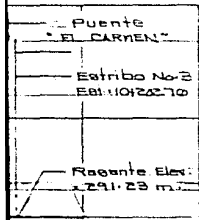
17.72 m
 24.23 m

MONUMENTOS CONCRETO

1.910
2500 x 750
361
70
103
37



LSUERVAL



RASANTE

ULICOS	
60	m/s.
60	m/s.
26	m/s.
27	m/s.
1.5	m.
0.1	m.

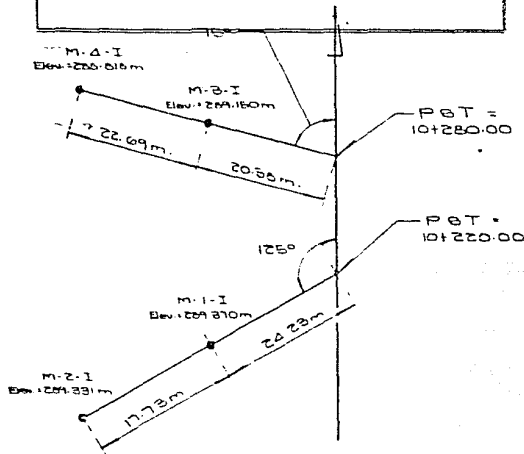
MATERIALES	
PARAPETO	
Concreto de f'c: 250 Kg/cm ²	31 m ³
Acero de refuerzo de LE 7, 4000 Kg/cm ²	592 Kg
SUPERESTRUCTURA	
Concreto de f'c: 250 Kg/cm ²	117.0 m ³
Acero de refuerzo de LE 7, 4000 Kg/cm ²	12356 Kg.
Concreto estático	52 m ³
Ornena de plástico de 10F	16 Pzas
JUNTAS DE DILATACION	
Acero estructural A-36	522 Kg.
Shaflex 1-A ó similar de 4 de espesor	138 dm ²
Cartón asfaltado de 2 de espesor	20.7 m ²
APOYOS	
Fijos y móviles de 20x25x25	24 Pcs.
SUBESTRUCTURA	
Concreto de f'c: 250 Kg/cm ²	21.3 m ³
Concreto ciclópeo en Pila y Estribos	674 m ³
Acero de refuerzo de LE 7, 4000 Kg/cm ²	1576 Kg.
Excavaciones	1369 m ³

NOTAS
GENERALIDADES
Dimensiones.- En centímetros, excepto las indicadas en otra unidad.


Elevaciones.- En metros referidas al B.N. 11-1 sobre grapa en trazo de "ntzouni" a 28-50m Izq. de Est. 10+060 Elev. 290.36m.

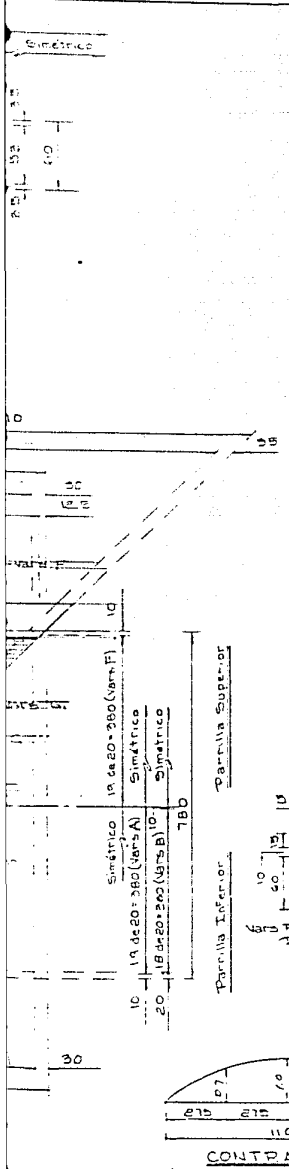
Especificaciones.- La última edición de las Normas de Construcción de la Secretaría de Comunicaciones y Transportes.

Aplicación del proyecto.- Carga móvil HS-20 en dos bandas de tránsito.



MONUMENTOS DE CONCRETO

 UNIVERSIDAD LA SALLE			
		FUENTE "EL CARMEN"	
PROYECTO		REVISO	
<small>Prof. y Asesor Técnico: []</small> <small>Asesor: []</small>		<small>Asesor: []</small> <small>Asesor: []</small>	
<small>CONTEO</small> <small>HECHO</small> <small>REVISADO</small>	<small>TRAZO</small> <small>HECHO</small> <small>REVISADO</small>	<small>NO. 10-745</small> <small>ORIGEN</small> <small>HECHO</small> <small>REVISADO</small>	<small>NO. 10-745</small> <small>ORIGEN</small> <small>HECHO</small> <small>REVISADO</small>
<small>MADEP D. F. Septiembre de 1950</small>		<small>PLANO No.</small>	

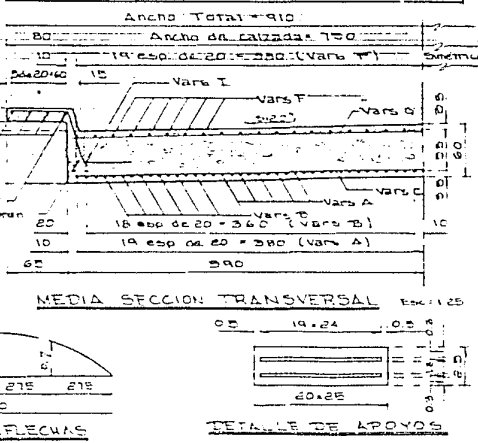


MATERIALES (Un. Conv.)
LISTA DE VARILLAS

Vars	Diam	Num	Let	CROQUIS	a	b	ESCALA
A	20	34	1100		1100	100	
A	20	5	1100		1100	100	
B	20	27	1200		888	80	1/76
B	20	2	782		550	40	5/4
B	20	2	782		780	40	7/4
C	20	20	770		770	242	
C	20	20	770		M=760 a=20 A=20	465	
D	20	10	1089		1089	109	
E	20	110	95		62	110	102
F	20	17	1160		1160	545	
G	20	20	770		770	154	
G	20	20	770		M=760 a=20 A=20	296	
H	20	2	1089		1089	44	
I	20	116	175		50	65	202
J	20	20	20		50	110	

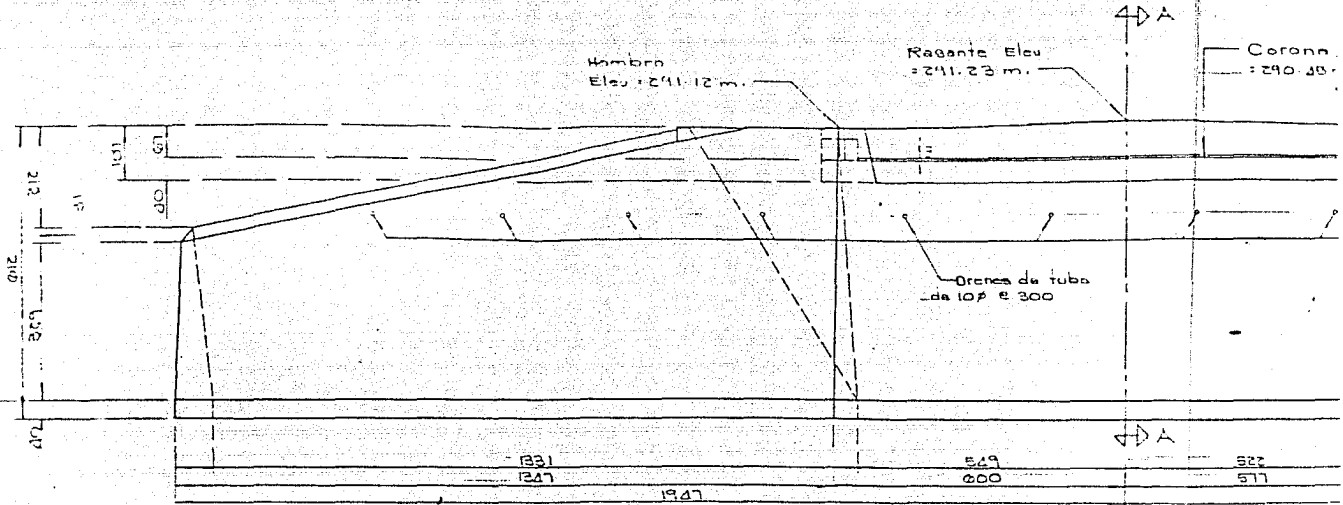
LOSA
 Concreto de Fc = 250 Kg/cm² 58.5 m³
 Acero de refuerzo de Lt = 4000 Kg/cm² 6178 Kg
 Concreto aerático en ductos 26 m³
 Drenes 80 piezas

JUNTA DE DILATACION
 Acero estructural A-36 174 Kg
 Varillas A-36 material similar 174 Kg
 Bata de espesor 46 dm²
 Cartón asfaltado de 1 de espesor 67 m²
 APOYOS Ra de 20, 25, 25
 Neopreno arena gruesa 60 15 dm³
 Acero estructural A-36 20 Kg

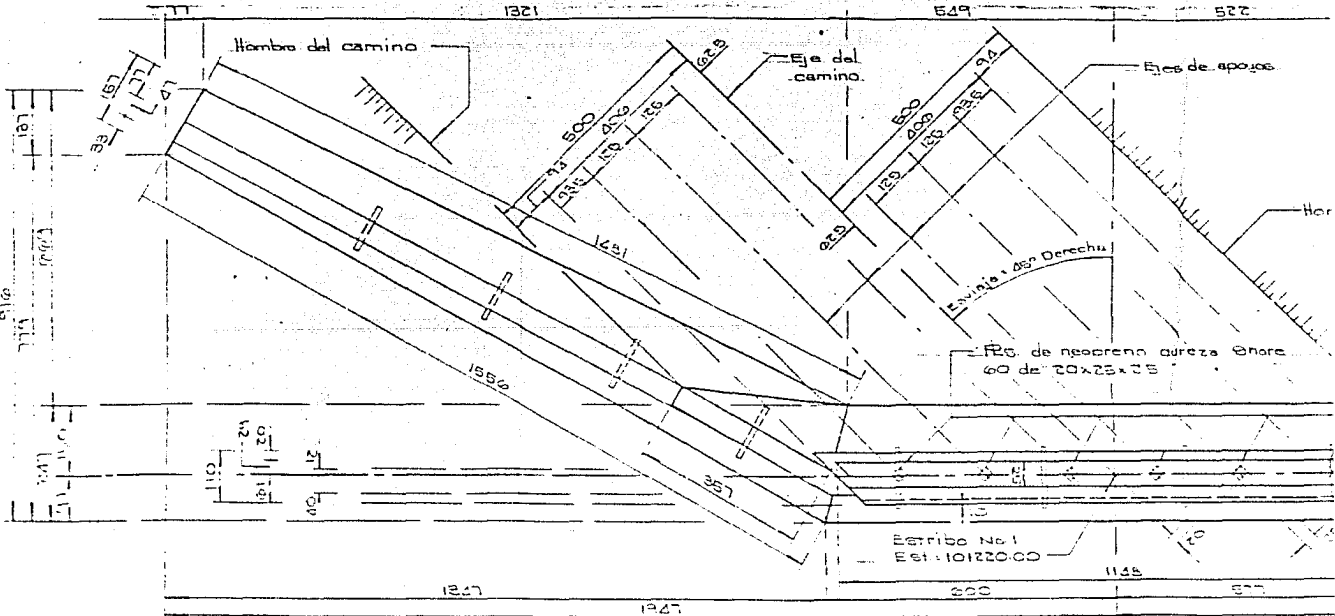


NOTA:
 Dimensiones: En centímetros, excepto en las que se indica otra unidad.
 Estructuración: La última posición de las normas de Estructuración de la SCT, de here -
 referencia en particular a las siguientes cláusulas:
 III - C-1 Concreto normal
 III - C-2 Acero para concreto normal
 III - C-3 Estructuras de concreto reforzado
 Aplicación del Proyecto: Carga muerta (M) en una viga de 12m.
 MATERIALES: Deben ser sometidos por los laboratorios autorizados y cumplir los requisitos
 de especificación.
 Leyenda:
 Aprobado: 06/11/2011 - B.2 Tito I. S. 111 & 1
 Acero para concreto: 06/11/2011 - B.2
 Acero para refuerzo: 06/11/2011 - B.2
 Concreto: Se usará concreto de Fc = 250 kg/cm², cuya densidad no será menor de 0.24, -
 con un espesor de 5 a 10 y armado grueso con tamaño máximo de 3.8 cm. Se usará el -
 siguiente:
 Acero de refuerzo: Previamente las varillas de AC serán de una sola pieza, sin solda -
 dura ni empalmes por fricción. Se usará un tamaño máximo de la longitud de las varillas,
 para evitar que entren dentro de las juntas antes de sustentar el concreto.
 MEDIDAS PARA LA CONSTRUCCION:
 La construcción de la obra se hará, la colocación del refuerzo, la vibración y el colado,
 del concreto se sujetarán a lo establecido en los capítulos correspondientes de las normas
 SCT.
 El motivo de modificaciones o errores de justificarlos oportunamente y presentar autorización -
 del motivo de la modificación, para lo cual se presentará la solicitud correspondiente con
 suficiente justificación, a fin de que sea autorizada por la Dirección de Obras Públicas las
 planchas técnicas del Proyecto a las direcciones de las direcciones de obra.
 El trabajo se hará en una sola operación hasta la punta de construcción de la obra.
 El colado de las zapatas se hará después de haberse terminado el colado de la losa. El -
 concreto se colará después de haber terminado la construcción. El concreto se colará
 una vez que el concreto se haya colocado una resistencia de 10 kg/cm², pero no antes
 de que el concreto cure a 7 días.
 El punto donde se pone el refuerzo en la periferia de los pillos losa, sea con 30 cm -
 por de 20 kg/cm², siempre y cuando la resistencia no sea menor que la permitida.
 Satisfactoria. En cualquier caso, las pruebas de ensayo para cumplir los requisitos de
 resistencia de proyecto, serán las que se indican a las 28 días de cura.

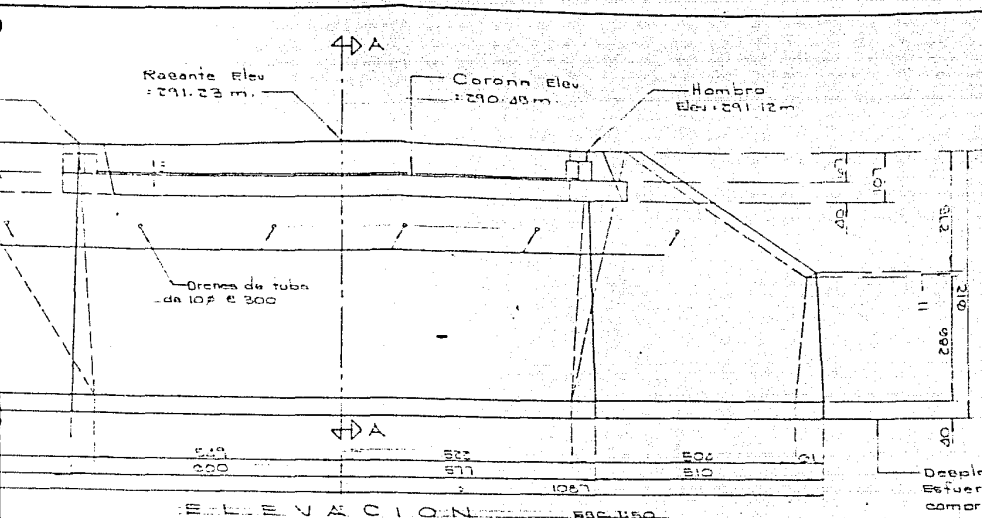
UNIVERSIDAD LA SALLE	
RUENTE	
"EL CARMEN"	
PROYECTO	REVISO
FECHA	FECHA
ELABORADO	ELABORADO
DISEÑADO	DISEÑADO
REVISADO	REVISADO
Molina S. S. Septiembre de 1990	



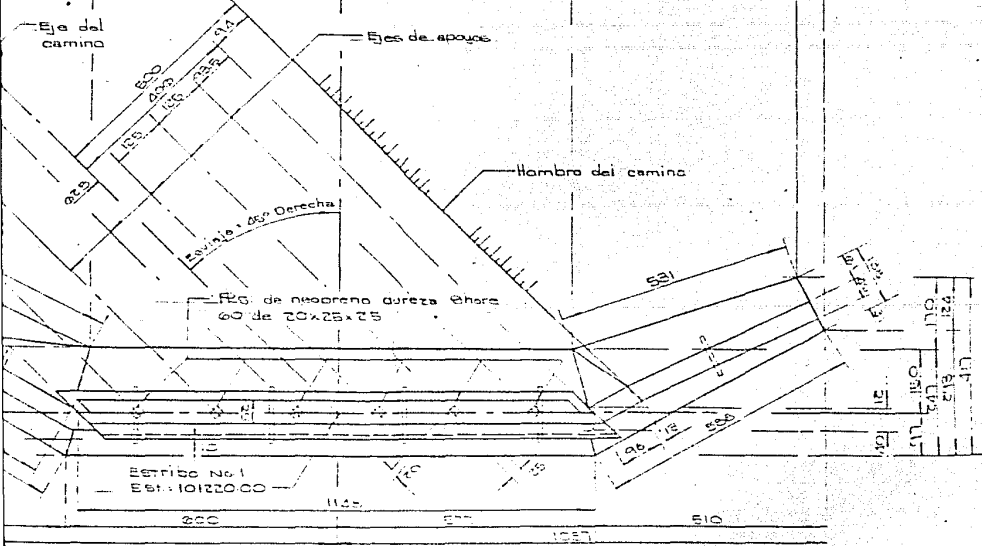
ELEVACION



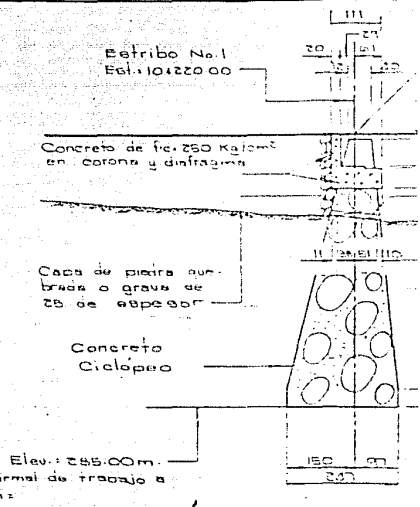
PLANTA Esc 1:50



ELEVACION Esc. 1:50

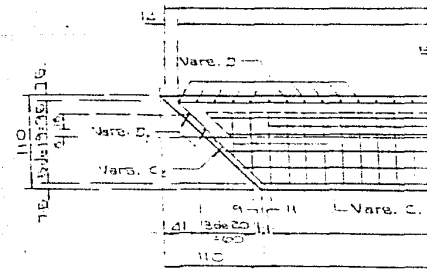
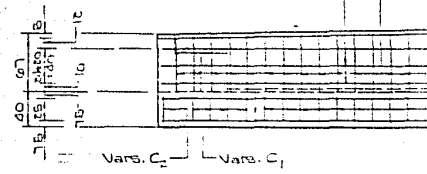


PLANTA Esc. 1:50

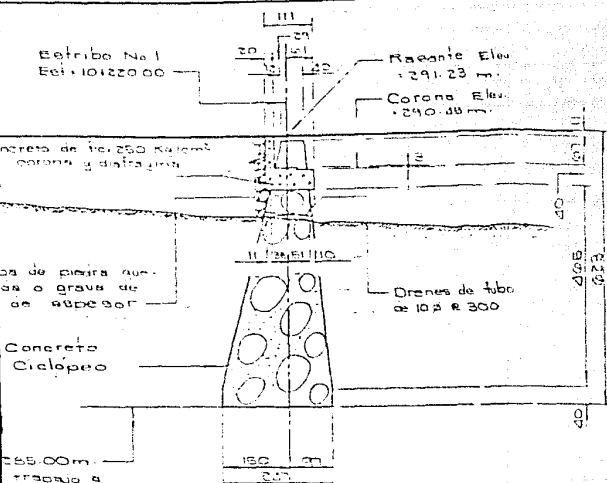


Desplante Elev: 285.00 m. Esfuerzo normal de trabajo a compresion:

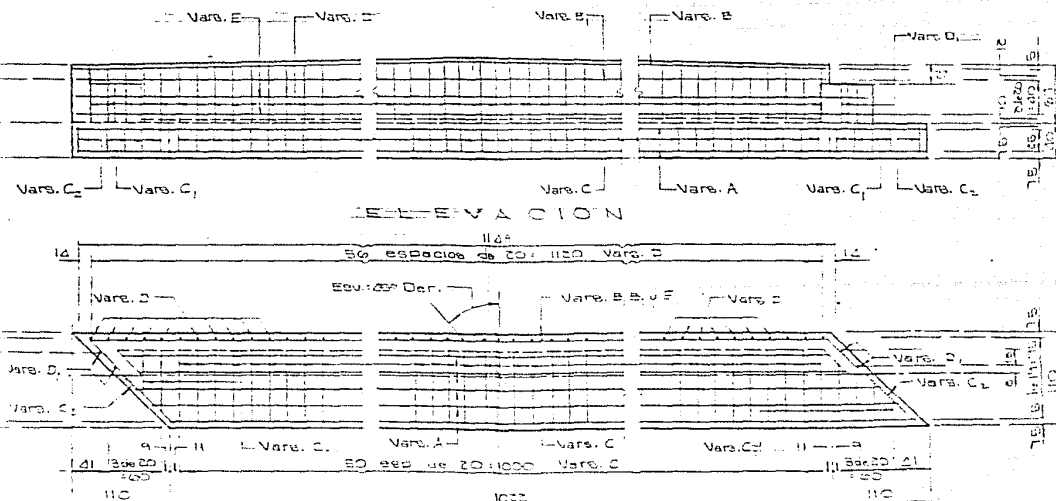
CORTE Esc. 1:50



PLANTA: RE



CORTE A-A
Esl. 1150



PLANTA: REFUERZO DE CORONA Y DIAFRAGMA

MATERIAL			
LISTA DE VIDA			
Var.	Dim.	Unid.	Cantidad
A	102 x 1120		
B	102 x 1120		a
B	102 x 1120		
C	102 x 1120		
C	102 x 1120		b
C	102 x 1120		
D	102 x 1120		
D	102 x 1120		a
D	102 x 1120		
E	102 x 1120		
E	102 x 1120		a
E	102 x 1120		

Concreto de No. 250 Kíalcm.
 Acero de refuerzo de No. 20:1120 Kíalcm.
 Concreto Ciclopeo
 Excavaciones
 JUNTA DE DILATACION
 (Una Junta)
 Acero estructural A-36
 Galvanizado similar de 4 de espesor
 Cables bituminados de 4 de espesor

MATERIALES						
LISTA DE VAPILLAS						
Vars.	Ques.	Num.	Alto.	Grupos	n	b
A	100	12	1125		1125	216
B	100	1	1125		1125	11
B	100	1	1125		1125	11
C	100	51	1200		98	129
C	100	2	1200		98	15
C	100	2	1200		129	7
D	100	57	123		98	70
D	100	4	103		73	4
E	100	2	1225		1125	21

Concreto de f'c: 250 Kg/cm² 7.0 m³
 Acero de refuerzo de 1.5 y 2000 Kg/cm²
 Concreto ciclopeo 651 Kg
 Excavaciones 680 m³
JUNTA DE DILATACION
 (Una junta)
 Acero estructural A-20 174 Kg
 Scafletos A o similar de 4 de espesor 46 dm²
 Cartón bituminado de 4 de espesor 5 m²

876

GENERALIDADES

Dimensiones

Las dimensiones, excepto las que se indiquen en otro sentido.

Especificaciones

La misma edición de los Normas de Construcción de la S.C.T., en particular a las que corresponden a los siguientes capítulos:

- III - 2 Estructuras para construcción.
- III - 3 Soleras.
- III - 4 Mampuestas.
- III - 5 Concreto hidráulico.
- III - 6 Acero para concreto armado.

RESTRICCIONES

Deben ser aplicables por la D.C.T. y cumplir los siguientes requisitos:

- Concreto: S.C.T. VIII - 8.2
- Agregado: S.C.T. VIII - 8.1
- Acero para concreto: S.C.T. VIII - 8.1
- Acero de refuerzo: S.C.T. VIII - 11.2 Tipo A, B o C con grado de prueba de 2500, 2750, 3000, 3250, 3500, 3750, 4000, 4250, 4500, 4750, 5000, 5250, 5500, 5750, 6000, 6250, 6500, 6750, 7000, 7250, 7500, 7750, 8000, 8250, 8500, 8750, 9000, 9250, 9500, 9750, 10000.

Construcción

Se aplicará el artículo 11.2 del Reglamento de la Construcción de las carreteras y caminos para concreto (R.C.C.) con modificaciones de 1 a 10 y 11 y agregación general con todas las demás de la estructura al artículo.

Acero de refuerzo

Se tendrá especial cuidado en la limpieza de las varillas para evitar que tengan algún óxido antes de emplear el concreto.

Mampuestas

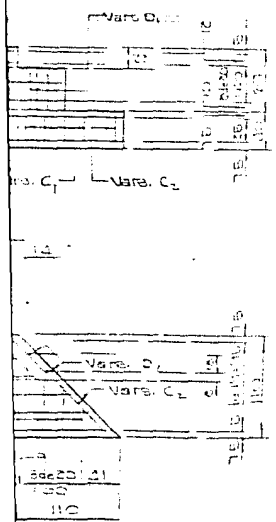
El diseño y los detalles del sistema de construcción de mampuestas de las clases que aparecen en el artículo 11.2, se aplican a las indicadas en el capítulo III de las Normas S.C.T.

RECOMENDACIONES DE CONSTRUCCIÓN

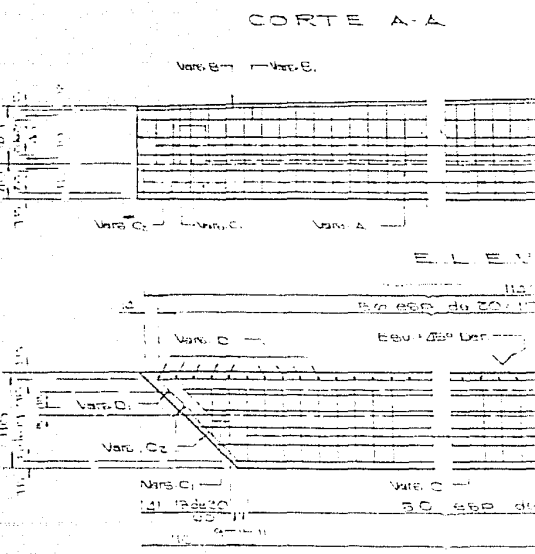
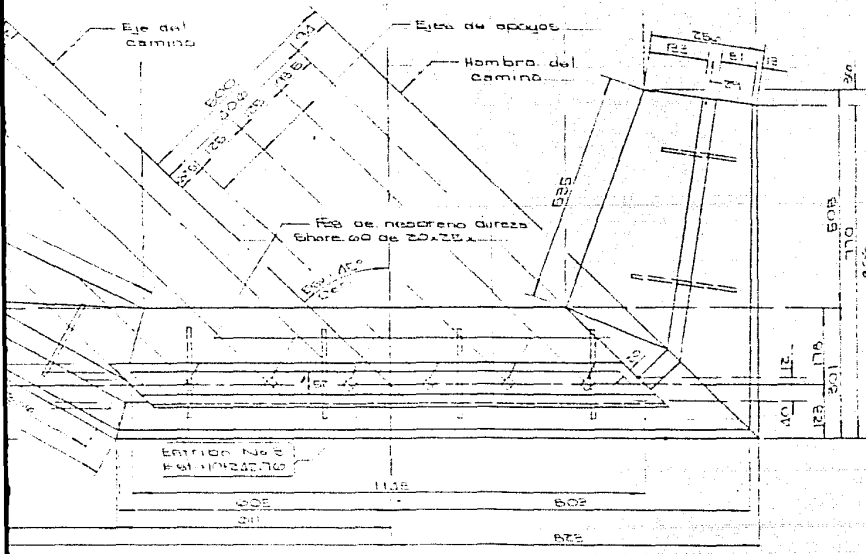
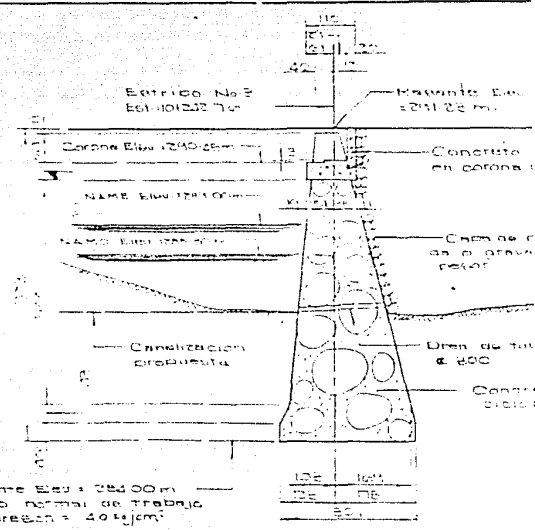
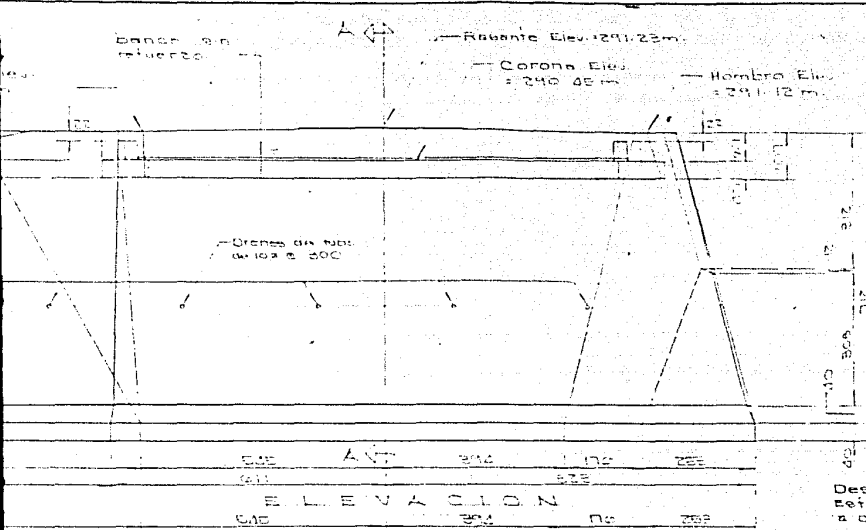
Las especificaciones sobre los materiales pueden ser modificadas en un sentido con una autorización expresa de la Dirección de Ingeniería.

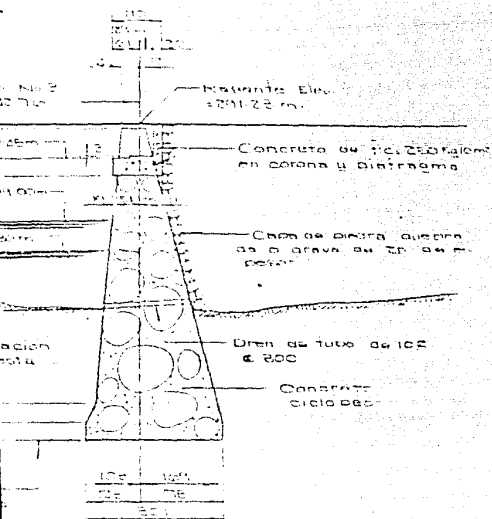
El diseño de los elementos y del detalle de los mismos se harán por el ingeniero de la obra, considerando las especificaciones de las Normas S.C.T.

Entre la ejecución de una parte del sistema y la instalación de las varillas de construcción deberá transcurrir por lo menos 3 días.

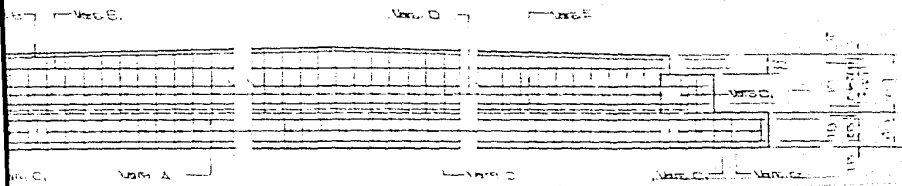


		UNIVERSIDAD LA SALLE	
		PUENTE "EL CARMEN"	
PROYECTO		REVISÓ	
FECHA: ELABORÓ: DISEÑO:		FECHA: ELABORÓ: DISEÑO:	
DIRECTOR DE OBRAS:		DIRECTOR DE OBRAS:	
INGENIERO EN CARRETERAS:		INGENIERO EN CARRETERAS:	

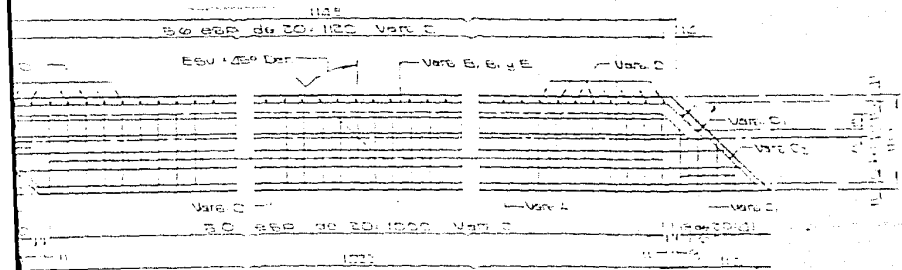




CORTE A-A



ELEVACION



PLANTA: REFUERZO DE CORONA Y DIAFRAGMA

CANTON DE MATERIALES			
CANTON	DESCRIPCION	CANTON	UNIDAD
A	100.00 1.122	100.00	100
B	100.00 1.122	100.00	100
C	100.00 1.122	100.00	100
D	100.00 1.122	100.00	100
E	100.00 1.122	100.00	100
F	100.00 1.122	100.00	100
G	100.00 1.122	100.00	100
H	100.00 1.122	100.00	100
I	100.00 1.122	100.00	100
J	100.00 1.122	100.00	100
K	100.00 1.122	100.00	100
L	100.00 1.122	100.00	100
M	100.00 1.122	100.00	100
N	100.00 1.122	100.00	100
O	100.00 1.122	100.00	100
P	100.00 1.122	100.00	100
Q	100.00 1.122	100.00	100
R	100.00 1.122	100.00	100
S	100.00 1.122	100.00	100
T	100.00 1.122	100.00	100
U	100.00 1.122	100.00	100
V	100.00 1.122	100.00	100
W	100.00 1.122	100.00	100
X	100.00 1.122	100.00	100
Y	100.00 1.122	100.00	100
Z	100.00 1.122	100.00	100
AA	100.00 1.122	100.00	100
AB	100.00 1.122	100.00	100
AC	100.00 1.122	100.00	100
AD	100.00 1.122	100.00	100
AE	100.00 1.122	100.00	100
AF	100.00 1.122	100.00	100
AG	100.00 1.122	100.00	100
AH	100.00 1.122	100.00	100
AI	100.00 1.122	100.00	100
AJ	100.00 1.122	100.00	100
AK	100.00 1.122	100.00	100
AL	100.00 1.122	100.00	100
AM	100.00 1.122	100.00	100
AN	100.00 1.122	100.00	100
AO	100.00 1.122	100.00	100
AP	100.00 1.122	100.00	100
AQ	100.00 1.122	100.00	100
AR	100.00 1.122	100.00	100
AS	100.00 1.122	100.00	100
AT	100.00 1.122	100.00	100
AU	100.00 1.122	100.00	100
AV	100.00 1.122	100.00	100
AW	100.00 1.122	100.00	100
AX	100.00 1.122	100.00	100
AY	100.00 1.122	100.00	100
AZ	100.00 1.122	100.00	100
BA	100.00 1.122	100.00	100
BB	100.00 1.122	100.00	100
BC	100.00 1.122	100.00	100
BD	100.00 1.122	100.00	100
BE	100.00 1.122	100.00	100
BF	100.00 1.122	100.00	100
BG	100.00 1.122	100.00	100
BH	100.00 1.122	100.00	100
BI	100.00 1.122	100.00	100
BJ	100.00 1.122	100.00	100
BK	100.00 1.122	100.00	100
BL	100.00 1.122	100.00	100
BM	100.00 1.122	100.00	100
BN	100.00 1.122	100.00	100
BO	100.00 1.122	100.00	100
BP	100.00 1.122	100.00	100
BQ	100.00 1.122	100.00	100
BR	100.00 1.122	100.00	100
BS	100.00 1.122	100.00	100
BT	100.00 1.122	100.00	100
BU	100.00 1.122	100.00	100
BV	100.00 1.122	100.00	100
BW	100.00 1.122	100.00	100
BX	100.00 1.122	100.00	100
BY	100.00 1.122	100.00	100
BZ	100.00 1.122	100.00	100
CA	100.00 1.122	100.00	100
CB	100.00 1.122	100.00	100
CC	100.00 1.122	100.00	100
CD	100.00 1.122	100.00	100
CE	100.00 1.122	100.00	100
CF	100.00 1.122	100.00	100
CG	100.00 1.122	100.00	100
CH	100.00 1.122	100.00	100
CI	100.00 1.122	100.00	100
CJ	100.00 1.122	100.00	100
CK	100.00 1.122	100.00	100
CL	100.00 1.122	100.00	100
CM	100.00 1.122	100.00	100
CN	100.00 1.122	100.00	100
CO	100.00 1.122	100.00	100
CP	100.00 1.122	100.00	100
CQ	100.00 1.122	100.00	100
CR	100.00 1.122	100.00	100
CS	100.00 1.122	100.00	100
CT	100.00 1.122	100.00	100
CU	100.00 1.122	100.00	100
CV	100.00 1.122	100.00	100
CU	100.00 1.122	100.00	100
CV	100.00 1.122	100.00	100
CW	100.00 1.122	100.00	100
CX	100.00 1.122	100.00	100
CY	100.00 1.122	100.00	100
CZ	100.00 1.122	100.00	100
DA	100.00 1.122	100.00	100
DB	100.00 1.122	100.00	100
DC	100.00 1.122	100.00	100
DD	100.00 1.122	100.00	100
DE	100.00 1.122	100.00	100
DF	100.00 1.122	100.00	100
DG	100.00 1.122	100.00	100
DH	100.00 1.122	100.00	100
DI	100.00 1.122	100.00	100
DJ	100.00 1.122	100.00	100
DK	100.00 1.122	100.00	100
DL	100.00 1.122	100.00	100
DM	100.00 1.122	100.00	100
DN	100.00 1.122	100.00	100
DO	100.00 1.122	100.00	100
DP	100.00 1.122	100.00	100
DQ	100.00 1.122	100.00	100
DR	100.00 1.122	100.00	100
DS	100.00 1.122	100.00	100
DT	100.00 1.122	100.00	100
DU	100.00 1.122	100.00	100
DV	100.00 1.122	100.00	100
DW	100.00 1.122	100.00	100
DX	100.00 1.122	100.00	100
DY	100.00 1.122	100.00	100
DZ	100.00 1.122	100.00	100
EA	100.00 1.122	100.00	100
EB	100.00 1.122	100.00	100
EC	100.00 1.122	100.00	100
ED	100.00 1.122	100.00	100
EE	100.00 1.122	100.00	100
EF	100.00 1.122	100.00	100
EG	100.00 1.122	100.00	100
EH	100.00 1.122	100.00	100
EI	100.00 1.122	100.00	100
EJ	100.00 1.122	100.00	100
EK	100.00 1.122	100.00	100
EL	100.00 1.122	100.00	100
EM	100.00 1.122	100.00	100
EN	100.00 1.122	100.00	100
EO	100.00 1.122	100.00	100
EP	100.00 1.122	100.00	100
EQ	100.00 1.122	100.00	100
ER	100.00 1.122	100.00	100
ES	100.00 1.122	100.00	100
ET	100.00 1.122	100.00	100
EU	100.00 1.122	100.00	100
EV	100.00 1.122	100.00	100
EW	100.00 1.122	100.00	100
EX	100.00 1.122	100.00	100
EY	100.00 1.122	100.00	100
EZ	100.00 1.122	100.00	100
FA	100.00 1.122	100.00	100
FB	100.00 1.122	100.00	100
FC	100.00 1.122	100.00	100
FD	100.00 1.122	100.00	100
FE	100.00 1.122	100.00	100
FF	100.00 1.122	100.00	100
FG	100.00 1.122	100.00	100
FH	100.00 1.122	100.00	100
FI	100.00 1.122	100.00	100
FJ	100.00 1.122	100.00	100
FK	100.00 1.122	100.00	100
FL	100.00 1.122	100.00	100
FM	100.00 1.122	100.00	100
FN	100.00 1.122	100.00	100
FO	100.00 1.122	100.00	100
FP	100.00 1.122	100.00	100
FQ	100.00 1.122	100.00	100
FR	100.00 1.122	100.00	100
FS	100.00 1.122	100.00	100
FT	100.00 1.122	100.00	100
FU	100.00 1.122	100.00	100
FV	100.00 1.122	100.00	100
FW	100.00 1.122	100.00	100
FX	100.00 1.122	100.00	100
FY	100.00 1.122	100.00	100
FZ	100.00 1.122	100.00	100
GA	100.00 1.122	100.00	100
GB	100.00 1.122	100.00	100
GC	100.00 1.122	100.00	100
GD	100.00 1.122	100.00	100
GE	100.00 1.122	100.00	100
GF	100.00 1.122	100.00	100
GG	100.00 1.122	100.00	100
GH	100.00 1.122	100.00	100
GI	100.00 1.122	100.00	100
GJ	100.00 1.122	100.00	100
GK	100.00 1.122	100.00	100
GL	100.00 1.122	100.00	100
GM	100.00 1.122	100.00	100
GN	100.00 1.122	100.00	100
GO	100.00 1.122	100.00	100
GP	100.00 1.122	100.00	100
GQ	100.00 1.122	100.00	100
GR	100.00 1.122	100.00	100
GS	100.00 1.122	100.00	100
GT	100.00 1.122	100.00	100
GU	100.00 1.122	100.00	100
GV	100.00 1.122	100.00	100
GW	100.00 1.122	100.00	100
GX	100.00 1.122	100.00	100
GY	100.00 1.122	100.00	100
GZ	100.00 1.122	100.00	100
HA	100.00 1.122	100.00	100
HB	100.00 1.122	100.00	100
HC	100.00 1.122	100.00	100
HD	100.00 1.122		

MATERIALES					
LISTA DE MATERIALES					
Item	Descripción	Cantidad	Unidad	Valor	Observaciones
A	100	10	m ²	1000	
B	100	1	m ²	100	
C	100	1	m ²	100	
D	100	1	m ²	100	
E	100	1	m ²	100	
F	100	1	m ²	100	
G	100	1	m ²	100	
H	100	1	m ²	100	
I	100	1	m ²	100	
J	100	1	m ²	100	
K	100	1	m ²	100	
L	100	1	m ²	100	
M	100	1	m ²	100	
N	100	1	m ²	100	
O	100	1	m ²	100	
P	100	1	m ²	100	
Q	100	1	m ²	100	
R	100	1	m ²	100	
S	100	1	m ²	100	
T	100	1	m ²	100	
U	100	1	m ²	100	
V	100	1	m ²	100	
W	100	1	m ²	100	
X	100	1	m ²	100	
Y	100	1	m ²	100	
Z	100	1	m ²	100	

Concreto de refuerzo	100	m ³	1000
Acero de refuerzo	100	kg	1000
LEA 2000 kg/m ³	100	m ³	1000
Excavaciones	100	m ³	1000
UNTA DE CALZADA	100	m ²	1000
Una junta	100	m ²	1000
Acero estructural A 60	100	kg	1000
Grapas A 60	100	kg	1000
Cable de acero	100	kg	1000
Cartón	100	m ²	1000

GENERALIDADES:

El presente proyecto de construcción de la S.C.T. en el sector de la zona de Varadero, se ejecutará de acuerdo a los siguientes requisitos:

REQUISITOS:

La construcción, excepto los que se indican en otro lugar.

ESPECIFICACIONES:

La calidad de los materiales de construcción de la S.C.T. se ejecutará de acuerdo a los siguientes requisitos:

III - 2: Especificación para concreto
 III - 3: Acero
 III - 4: Cemento
 III - 5: Grapas
 III - 6: Cable de acero

MATERIAL:

Concreto de refuerzo por la S.C.T. se ejecutará de acuerdo a los siguientes requisitos:

Grapas: S.C.T. VIII - 8.7
 Acero: S.C.T. VIII - 8.5
 Acero para concreto: S.C.T. VIII - 8.7
 Acero de refuerzo: S.C.T. VIII - 11.7 Tipo A, B o C con un mínimo de 40% de elongación y un mínimo de 1.5% de alargamiento en frío y un mínimo de 1.5% de alargamiento en caliente.

CONSTRUCCIÓN:

Se ejecutará concreto de 100 kg/m³ de cemento, en la construcción de la estructura y de 1500 kg/m³ de cemento en el resto de la obra, con un contenido de 10% de agua y un contenido de 10% de cemento en el resto de la obra.

ACERO DE REFUERZO:

Se ejecutará acero de refuerzo de la estructura de la estructura de la obra con un contenido de 10% de agua y un contenido de 10% de cemento en el resto de la obra.

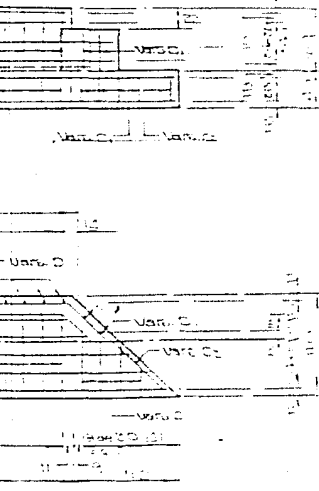
CONCRETO:


El concreto y el acero de refuerzo se ejecutará de acuerdo a los requisitos de la S.C.T. con un contenido de 10% de agua y un contenido de 10% de cemento en el resto de la obra.

ESPECIFICACIONES DE CONSTRUCCIÓN:

Las especificaciones de la estructura de la obra se ejecutará de acuerdo a los requisitos de la S.C.T. con un contenido de 10% de agua y un contenido de 10% de cemento en el resto de la obra.

Entre la construcción de la obra de la estructura y la construcción de la estructura de la obra se ejecutará de acuerdo a los requisitos de la S.C.T. con un contenido de 10% de agua y un contenido de 10% de cemento en el resto de la obra.



 UNIVERSIDAD LA SALLE	
PUENTE "EL CARMEN"	
PROYECTO:	FECHA:
ELABORADO:	REVISADO:
APROBADO:	FECHA:
ELABORADO:	REVISADO:
APROBADO:	FECHA: