

2028



Universidad Nacional Autónoma de México

Facultad de Ingeniería

"CONSTRUCCION DEL PUENTE VEHICULAR
TEZONTLE (A BASE DE ESTRUCTURA METALICA)"

T E S I S
Que para obtener el Título de
INGENIERO CIVIL
p r e s e n t a:

José César Arzate Salgado

Director de Tesis: Ing. Rafael Aburto Valdés



MEXICO, D.F.

1994

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN



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.



UNIVERSIDAD NACIONAL
AVENIDA DE
MEXICO

FACULTAD DE INGENIERIA
DIRECCION
60-1-054/94

Señor
JOSE CESAR ARZATE SALGADO
Presente.

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

"CONSTRUCCION DEL PUENTE VEHICULAR TEZONTLE (A BASE DE ESTRUCTURA METALICA)"

- INTRODUCCION
- I. ANTECEDENTES
 - A) ESTUDIOS PRELIMINARES
 - B) ESTUDIOS DE PROYECTO
- II. PROCEDIMIENTOS CONSTRUCTIVOS
 - A) FABRICACION DE LA ESTRUCTURA METALICA
 - B) MONTAJE DE LA ESTRUCTURA METALICA
- III. PROCEDIMIENTOS DEL TENSADO DE TRABES CENTRALES
- IV. CONCLUSIONES

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

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

Atentamente
"POR MI RAZA HABLARA EL ESPIRITU"
Cd. Universitaria, a 3 de mayo de 1994.
EL DIRECTOR.


ING. JOSÉ MANUEL COVARRUBIAS SOLIS

JMCS/RCR*nl

AGRADECIMIENTOS

Al Ing. Rafael Aburto Valdes
Por su apoyo durante el desarrollo de este trabajo

A la empresa Triturados Basálticos y Derivados S.A. de C.V.
Por permitirme la elaboración de este trabajo

Al Ing. Arturo Múzquiz Orendain
Por su gran apoyo y generosidad

A mi amada esposa Rosalba

Por su gran amor y toda su comprensión para realizar este importante trabajo

A mi hijo Flavio César

Con todo mi amor

A mis padres José y Vicenta

Por haberme brindado la oportunidad de cursar una carrera Universitaria

A mis hermanos

Eliut Joel

Tere de Jesús

José Carlos

Jorge

**A mis suegros Melesio y Lucía
Por su paciencia recibida**

**A mi cuñada Ruth y tía Joaquina
Por su jovialidad y armonía**

**A mis amigos, familiares y maestros que
de una buena manera me apoyaron**

INDICE GENERAL

	<i>PAGINA</i>
<i>INTRODUCCION</i>	<i>1</i>
<i>ANTECEDENTES</i>	
<i>a) ESTUDIOS PRELIMINARES</i>	<i>3</i>
<i>b) ESTUDIOS DE PROYECTO</i>	<i>5</i>
<i>PROCEDIMIENTOS CONSTRUCTIVOS</i>	
<i>a) FABRICACION DE ESTRUCTURAS METALICAS</i>	<i>52</i>
<i>b) MONTAJE DE ESTRUCTURA METALICA</i>	<i>81</i>
<i>PROCEDIMIENTO DEL TENSADO DE TRABES CENTRALES</i>	<i>92</i>
<i>CONCLUSIONES</i>	<i>117</i>

INTRODUCCION

INTRODUCCION

Las grandes realizaciones del esfuerzo humano, y en especial el arte de la construcción de Puentes, reflejan un adelanto científico, en la responsabilidad de recursos humanos y materiales, aprovechando las condiciones físicas del ambiente y la sensibilidad artística de las Ciudades que los llevan a cabo.

A la resolución de los problemas reservados en la Ingeniería de Puentes, concurren en forma principal diversas disciplinas como la Topografía, la Geología, el Análisis Estructural y la Hidráulica. Entre ellas los procedimientos de construcción, tienen un relevante papel por su influencia capital en los aspectos económicos de las soluciones. Es decisiva la selección de los tipos de estructuras. Que integre el Puente. Entre los procesos constructivos, y la ubicación de la obra existe una estrecha relación que se acentúa en proporción a su importancia.

El proyecto y la construcción de Puentes en México ha tenido un rápido desarrollo, especialmente en los últimos años, en las que se han introducido nuevas técnicas y nuevos materiales en la industria de la construcción.

De los típicos Puentes de traveses de concreto reforzado, sobre pilas y estribos de mamposterías cimentados a cielo abierto, se ha llegado a la construcción de Puentes muy importantes, y se han alcanzado en ocasiones, brillantes logros en estructuras mixtas, al aprovechar íntegramente sus elementos, como el caso de las traveses de acero preesforzadas que, mediante conectores, trabajan en conjunto con la losa de concreto.

Nuestros Puentes, aún los que han requerido el empleo de una técnica nueva, han sido proyectados y construidos por Ingenieros Mexicanos.

El propósito fundamental de esta Tesis Profesional es mostrar lo más reciente en la construcción de Puentes de Acero y de Acero pretensado del Puente Vehicular Tezontle en la Ciudad de México. El uso generalizado que en los últimos años ha alcanzado la soldadura en la industria moderna, ha hecho su aparición también en la construcción de superestructuras para Puentes

ANTECEDENTES

I.- A N T E C E D E N T E S

a) ESTUDIOS PRELIMINARES

La zona de proyecto del Puente Tezontle se encuentra localizado en la Delegación de Iztacalco de la Ciudad de México, limitado al oriente por la calle Zacate y al poniente por la calle Estudios Churubusco.

Las avenidas que llegan a la intersección son Av. Francisco del Paso y Troncoso y Av. Canal del Tezontle.

La Av. Francisco del Paso y Troncoso es una avenida con dos sentidos de circulación en dirección norte-sur separados por un camellón central de 6.00 m y un ancho de arroyo de 17.00 m. con 5 carriles de circulación en cada sentido; además, cuenta con banquetas de 5.00 m.

La Av. Canal del Tezontle la cual es la que nos interesa ya que ahí se realizó la construcción del Puente Vehicular, tiene doble sentido de circulación de oriente a poniente y viceversa; cuenta con un ancho de arroyo de 24.00 m en promedio y banquetas de 3.00 a 3.50 m en el acceso poniente. Para el acceso oriente cuenta con un ancho de arroyo de 34.00 m y banquetas de 3.00 m

Con la creación del Puente Vehicular Tezontle se pretende dar una solución óptima a los movimientos vehiculares de la zona permitiéndolo con el Puente y con la estación del metro, satisfacer los movimientos vehiculares directos para vuelta

derecha y con gazas naturales los de vuelta izquierda, dejando bien organizada la intersección Francisco del Paso y Troncoso y Av. Canal del Tezontle, y a la vez con esto lograr algo novedoso que no se había hecho anteriormente, que es crear espacios peatonales seguros, funcionable, cómodos y eficientes sobre el Puente para así lograr el acceso a la estación del metro.

Con la finalidad de tener los elementos necesarios para determinar las condiciones de operación actuales de dicha intersección se realizó el aforo vehicular diferenciando los tipos de vehículos que por ella transitan, haciendo además inventarios en la vía pública de señalamiento, semáforos y estacionamientos, y a su vez un levantamiento de secciones.

Una vez recopilada la información anterior se calculó la hora de máxima demanda y se realizaron los análisis de capacidad para determinar el nivel de servicios de cada acceso y de la intersección general.

De acuerdo a la recopilación de datos se encontró que la hora de máxima demanda del cruce es de las 7:15 a las 8:15 a.m. con un volumen de 4950 vehículos por hora en la intersección distribuyéndose el 70% sobre Francisco del Paso y Troncoso y el 30% sobre Canal del Tezontle. Los accesos con mayor volumen son el norte - sur y sur - norte con 1680 y 1870 vehículos por hora respectivamente. Y por Canal del Tezontle 1200 vehículos por hora hacia el poniente y 180 hacia el oriente. Cabe señalar que en el cruce las maniobras de vuelta izquierda están permitidas, siendo la más crítica, la de norte - oriente y oriente - sur, la cual la realizan 346 y 340 vehículos respectivamente.

La intersección opera con cuatro fases del semáforo y un ciclo de 90 seg. Estos datos se considerarán para realizar el análisis de capacidad, en el cual observamos que los únicos accesos con nivel de servicio son el norte - sur y oriente - poniente, es decir; con problemas de sobresaturación en estos dos servicios, tenemos un nivel de servicio bueno lo que indica que el tránsito en estos accesos es estable a pesar de estar semaforizados. El nivel de servicio general de la intersección; y en los accesos mencionados existen problemas, con la capacidad ya que es rebasada por el volumen.

Considerando que la construcción de la línea 8 del Sistema de Transporte Colectivo Metro en este tramo modificará la operación de varios cruces, entre ellos, el de Canal del Tezontle, por lo que se propuso la construcción del Puente Vehicular sobre Tezontle, y así darle la continuidad necesaria al cruce permitiendo las vueltas a la derecha por los carriles laterales.

b) ESTUDIOS DE PROYECTO

Las obras viales son los que se realizan con el fin de que por una zona o área determinada los vehículos y los peatones pueden desplazarse con rapidez y seguridad en la dirección que les permita llegar a su punto de destino. Con la experiencia y a través del tiempo se ha llegado a la conclusión de que es necesario especializar las vías, destinando cada una de ellas a una función específica y condicionándola a cumplir lo mejor posible aquella función, esta especialización se justifica fundamentalmente por seguridad y funcionamiento.

Además para las etapas de Planeación, Proyecto, Construcción, Conservación, y Operación; se requiere contar con una jerarquización del sistema vial urbano existente, para así determinar la política, programas de trabajo e inversión que requiera cada uno de los componentes del sistema.

En la tabla No. 1; se indica la clasificación del sistema vial urbano con los sistemas de que consta. En las figuras I.1 y I.2 que se ilustra graficamente lo anterior.

CLASIFICACION DEL SISTEMA VIAL URBANO

SISTEMA	TIPO	
Primario	Autopistas	A nivel Elevadas Viaductos Inferiores
	Arterias principales y avenidas	
Secundarias	Calles colectoras Calles locales Calles peatonales Ciclistas	
	Vías	De tranvía De ferrocarril metropolitano (metro) De ferrocarril suburbano De ferrocarril regional
Areas de transferencia	Estacionamientos	
	Terminales	Urbanas Suburbanas Foráneas
	Estaciones	

TABLA No. 1

ESQUEMA DE UN SISTEMA VIAL URBANO

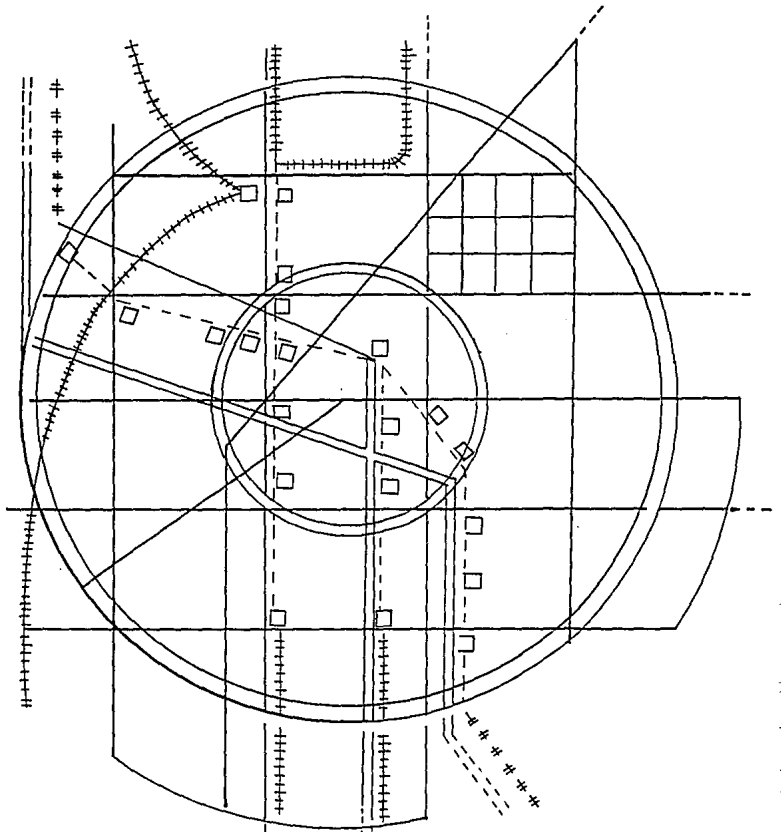


FIGURA No I.I

SIMBOLOGIA	SUBSISTEMAS VIALES
— — — — —	PRIMARIO
- - - - -	SECUNDARIO
□	AREA DE TRANSFERENCIA
	VIAS DE TRANVIA
- - - - -	VIAS DEL FERROCARRIL METROPOLITANO (METRO)
# # # # #	VIAS DEL FERROCARRIL SUBURBANO
	VIAS DEL FERROCARRIL REGIONAL

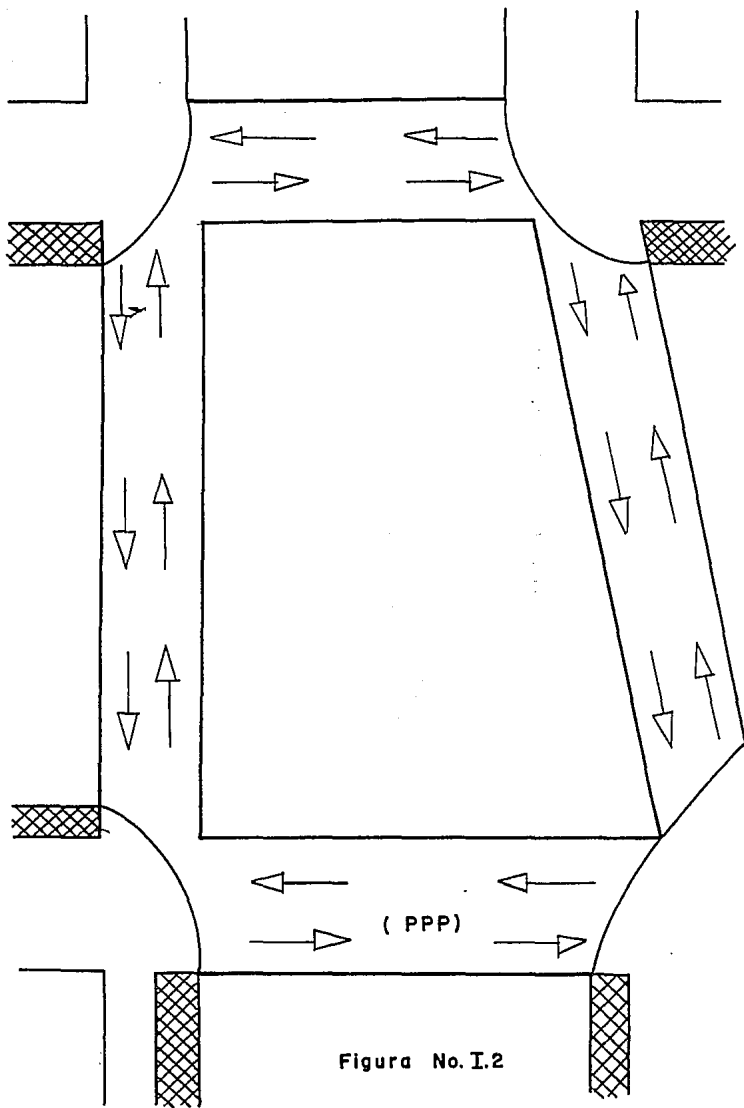


Figura No. I.2

 AREA VERDE O DE ESTACIONAMIENTO

(PPP) PASO PARA PEATONES

En las obras viales existen dos sistemas; Primario y Secundario. El sistema primario define la estructura general de la Ciudad y el sistema Secundario define la estructura particular de cada zona.

El sistema primario debe de constituir una estructura celular, que aloje en su interior y conecte entre si, al conjunto de núcleos que forman la Ciudad. Las vías que componen estas redes están destinadas a desplazamientos de más longitud y de mayor volumen de tránsito de la manera más expedita, que sea posible, uniendo los distintos sectores de la Ciudad y asegurando la conexión entre la Ciudad y la red nacional de carreteras y tiene como fin secundario el acceso a las propiedades colindantes.

El sistema secundario tiene como función principal, el distribuir el tránsito de las propiedades colindantes al sistema primario o viceversa. Los desplazamientos son cortos y los volúmenes del tránsito vehicular son de menor importancia.

El sistema de vías de ferrocarril metropolitana (metro), se hace necesario en ciudades con más de un millón de habitantes. Se requiere de un derecho de vía propio y su ubicación dentro de la Ciudad está en función de proporcionar este servicio a las líneas de mayor demanda en los viajes de las personas.

El sistema de vías de ferrocarril suburbano, dentro de la zona metropolitana de la Ciudad de México, se encuentra dentro de los planes viales y deberá de considerarse, por la interrelación que exista con los otros sistemas viales.

El sistema de vías de ferrocarril regional, que queda alojado dentro del sistema vial urbano, por aspectos de seguridad, principalmente. Sobre todo en las intersecciones de los otros sistemas viales, para proporcionar los dispositivos de control que se requieren o su instalación.

Las áreas de transferencia, como su nombre lo indica, son áreas específicas donde el usuario realiza un cambio de medio de transporte. En general, estas áreas de transferencia deberán estar alojadas fuera de la vía pública, para no perjudicar la fluidez del tránsito sobre las vías.

Las áreas de transferencia se clasifican de acuerdo al tipo de transporte a que deben de servir :

- a.- De metro a autobús, trolebús, taxi, automóvil, o peatón
- b.- De autobús a trolebús, automóvil, o peatón
- c.- De trolebús a automóvil, o peatón
- d.- De automóvil a peatón

En todo proyecto urbano, se deberán incluir áreas de transferencia para :

- a.- Facilitar el traslado de personas
- b.- Evitar la detención prolongada de los vehículos en la vía pública.
- c.- No permitir la aglomeración de pasajeros en condiciones inadecuadas y facilitar el control y la información al viajero en cuanto a recorrido y horario
- d.- Facilitar a los usuarios estacionar sus vehículos cumpliendo con :

- 1.- Espacios suficientes
- 2.- Distribución adecuada de cajones, disminuyendo al máximo las distancias y el tiempo de recorrido a pie del automóvil al transporte público o viceversa
- 3.- Una seguridad adecuada, con vigilancia a toda hora

La ubicación deberá estar acorde con el planteamiento general de la estructura vial ; se recomienda localizarlas de la siguiente manera :

- a.- Cerca del cruce de vialidades importantes por donde existan rutas de transporte colectivo.
- b.- En las estaciones del metro.
- c.- En las terminales de transporte urbano: metro, autobuses y otros.

SEÑALIZACION DE VIALIDADES

Representa el conjunto de dispositivos de información impresas (señales y marcas), ilustraciones luminicas (semáforos) o canalización físicas necesarios para instalar o implementar en una red vial o parte de esta, con el objeto de minimizar los problemas de congestionamiento, accidentes de tránsito, molestias al público, así como orientar debidamente a este.

SEÑAL : Es el letrero, signo, cifra, marca y/o figura que se proyectara para dibujarse sobre tableros diseñados para tal fin; dichas señales se colocarán estratégicamente en las vialidades, andaderos y donde se requiera hacer notar una característica o proporcionar una información particular a peatones o conductores que la utilizan.

MARCA : Es un letrero, signo o figura dibujados sobre el pavimento guarnición o obstáculo con el objeto de controlar el tránsito de vehículos y/o peatones.

SEMAFORO : Es un dispositivo electrónico que intercambia señales de colores luminosos con el objeto de controlar el tránsito de vehículos y/o peatones en cruce de vialidades.

LAS SEÑALES SE CLASIFICAN SEGUN :

a).- SU FUNCION.- De canalización y para orientar a los usuarios.

1.- Las de canalización pueden ser, marcas impresas, cuerpos móviles o fijos y mojones.

1.1.- Las marcas pueden ser :

En pavimento

En guarniciones

En obstáculos

1.2.- Los cuerpos móviles o fijos podrán ser :

Conos

Banderolas

Lámparas de destello

Mecheros

Tambores

Barreras

Camellones

1.3.- Los mojones son bloques fijos.

2.- Los de orientación a usuarios, se dividen en impresas y eléctricas :

2.1.- Las impresas pueden ser :

Preventivas

Restrictivas

Informativas

De protección de obras

2.2.- Las eléctricas son semáforos que pueden ser :

Para vehículos

Para peatones

b).- Según su visibilidad pueden ser :

1.- Opacas

2.- Fluorescentes

3.- Luminosas

4.- Incandescentes

c).- según su permanencia pueden ser :

1.- Definitivas (fijos)

2.- Provisionales o transitorios (móviles)

A continuación nos referiremos a las señales que son las mas usuales en las obras.

PARA SEÑALES DE CANALIZACION VEHICULAR Y DE PEATONES

1.- Señales marcadas en el pavimento. Para que una vialidad funcione eficientemente debe delimitarse adecuadamente, marcando el límite de rodamiento, los carriles de circulación de un sólo sentido, de doble circulación y de contraflujo, indicar los carriles, exclusivos para vehículos de transporte colectivo, de carga o bicicletas (ciclistas), (ver figura no. I.3).

Las marcas de canalización de peatones en el cruce con vialidades al nivel, deben ser orientadas de tal manera que arranquen del extremo de la banqueta o andadero del extremo opuesto de la vialidad, el ancho mínimo de esta marca será de 2 m, (ver figuras nos. I.3 y I.4).

Las marcas pintadas en el pavimento, podrán ser sustituidas por elementos prefabricados como pueden ser tachuelas, botones u otros.

2.- Marcas sobre guarniciones y obstáculos. Estas marcas deben hacerse cuando la guarnición u obstáculo esté a una distancia menor de 2 m, del límite del carril de circulación o cuando se quiera marcar la zona de estacionamiento prohibido.

3.- Señales portátiles. Estas señales se usarán cuando la canalización sea provisional o accidental y podrán realizarse con boyas, conos, barreras, banderolas o lámparas de destello o incandescentes. La separación entre cada señal será de acuerdo al tipo de vialidad pero no mayor a 25 m.

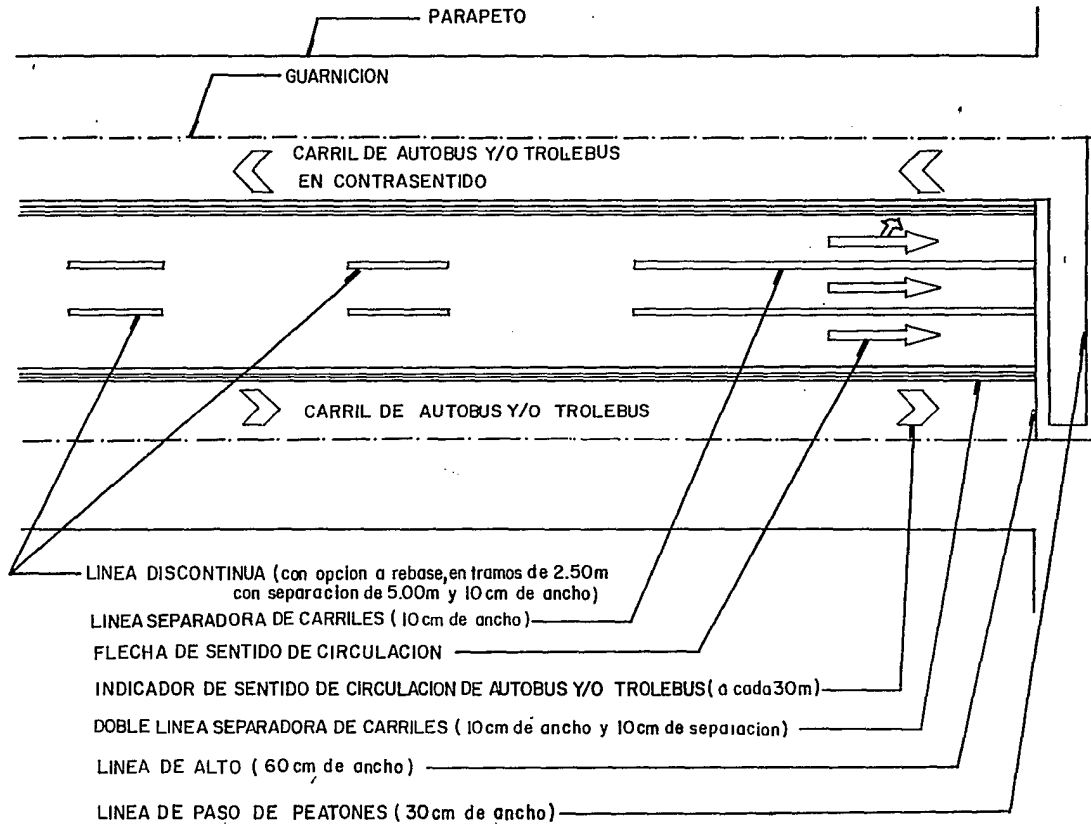


FIGURA No. I.3

ESQUEMA DE LOS SISTEMAS VIALES URBANOS
PRIMARIO Y SECUNDARIO

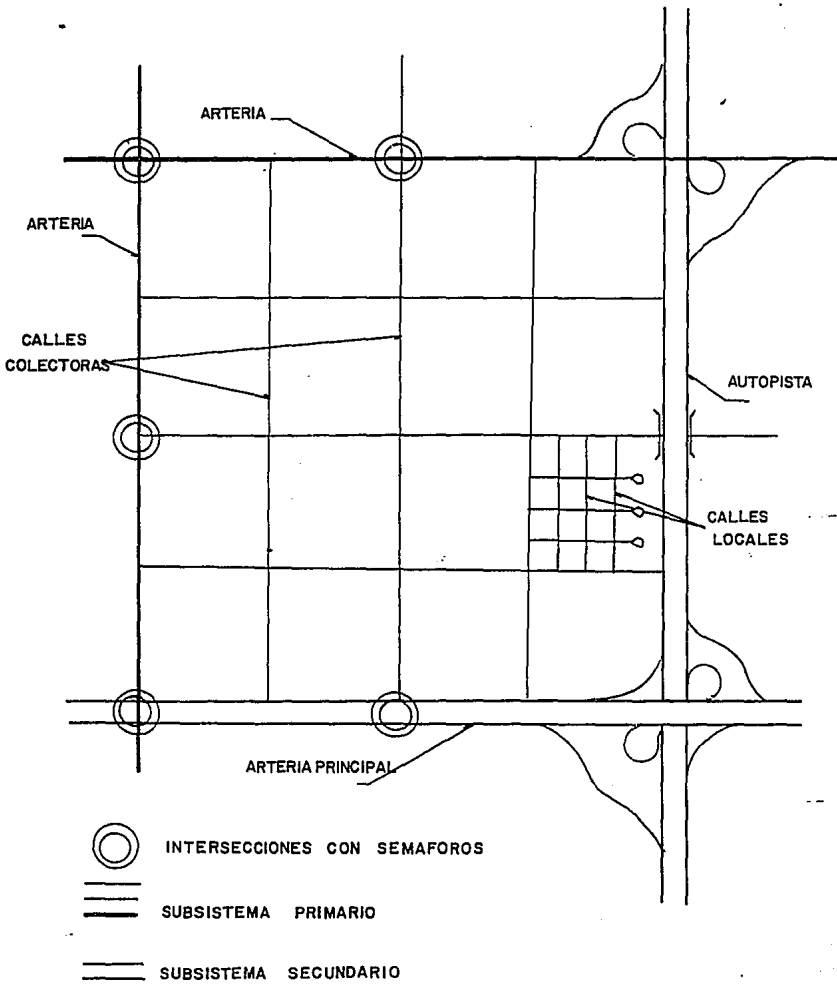


FIGURA No. I.4

SEÑALES PREVENTIVAS

1.- La colocación se proyectará en función de la vialidad, el mensaje y el usuario, a tal distancia que permita si se trata de conductor, captar el mensaje y actuar, recomendase que la distancia mínima sea 100 m y la máxima de 150 m, anticipada, esta distancia al área o punto en cuestión y de 50 m para el caso de peatones.

2.- La colocación se proyectará para que sea vertical y orientada a 90° con respecto al sentido del tránsito, a una altura mínima de 2 m de la parte inferior de la placa a la superficie de rodamiento y a una distancia de 0.30 m entre las verticales de los costados de la superficie de rodamiento y el de la señal, (ver figura no. I.5).

3.- Las señales preventivas provisionales se podrán colocar en postes fijos o caballetes, burros o cualquier otro elemento movable. Las montadas sobre caballete móviles (usadas en conservación) podrán tener una altura de 1 m, de la parte inferior de la placa a la superficie de rodamiento (ver figura no. I.5).

SEÑALES RESTRICATIVAS

1.- Se proyectarán para colocarse en el mismo punto donde exista la restricción o prohibición.

2.- La instalación será para posición vertical y orientación a los 90° con respecto al sentido de tránsito, las señales fijas o montadas en poste propio o existente, deberán tener una altura mínima de 2 m, entre la placa y la superficie de

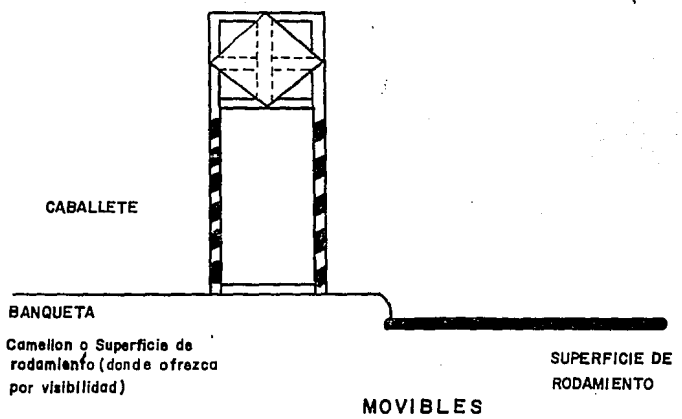
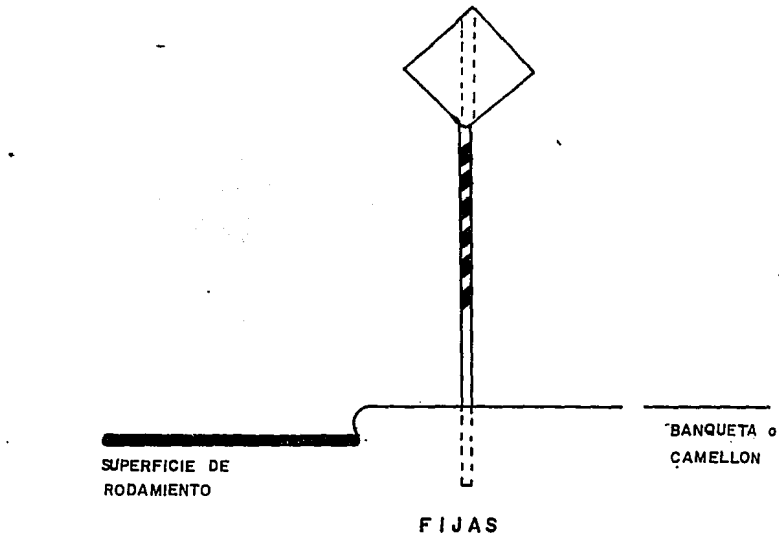


FIGURA No. I.5

SEÑALES PREVENTIVAS

rodamiento y una distancia de 0.30 m entre las verticales de los costados de la superficie de rodamiento y de la señal en su costado próximo al carril. Los móviles, montados sobre caballetes o barreras (trabajos de conservación) podrá tener una altura de 1 m, entre la parte inferior de la placa y la superficie de rodamiento, (ver figura no. I.6).

SEÑALES INFORMATIVAS

1.- Se proyectarán para colocarse en posición vertical y orientadas a 90° con respecto al sentido del tránsito que se trate de informar.

2.- Las informativas bajas, se montarán en postes propios o existentes a una altura de 2 m, entre la parte inferior de la placa y la superficie de rodamiento y una distancia de 0.30 m, entre la vertical del costado y el límite de arroyo, a excepción de las señales para **calles cerradas y desviación** que podrán montarse en caballetes. En un mismo poste se podrán colocar hasta tres señales (ver figura no. I.7).

3.- Las informativas altas colocadas sobre el arroyo se montarán a una altura mínima de 5.00 m, entre la parte inferior de la placa y la superficie de rodamiento, los postes propios para sostener estas señales, deberán quedar a 1 m, de la guarnición y el límite del arroyo, superficie del arroyo o superficie de rodamiento.

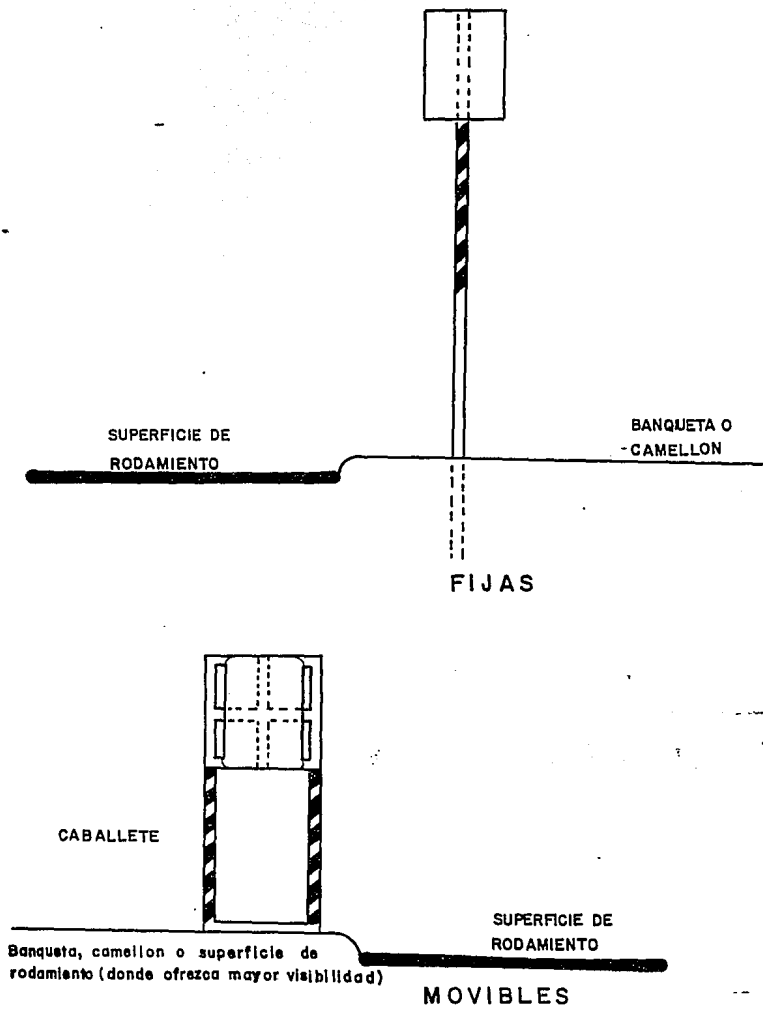


FIGURA No. I.6

SEÑAL RESTRICTIVAS

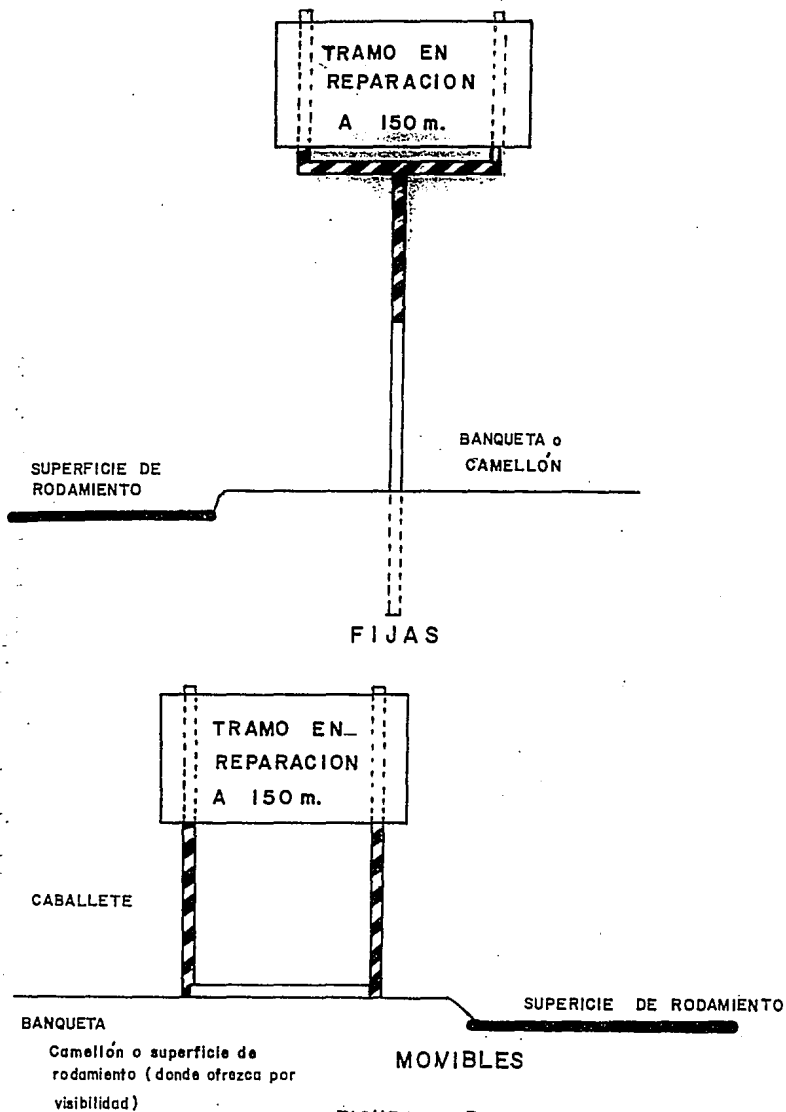


FIGURA No. I. 7

SEÑALES INFORMATIVAS

SEÑALES PARA PROTECCION DE OBRAS

1.- Estas señales de hecho son informativas, preventivas, restrictivas o de canalización pero no deben de proyectarse por separado ya que dichas señales en conjunto cumplen más de una función individual.

LOS OBJETIVOS GENERALES DEL PROYECTO SON LOS QUE A CONTINUACION SE DESCRIBEN

- Lograr la mayor y mejor continuidad de los flujos vehiculares.
- Satisfacer la demanda vehicular.
- Ofrecer a los peatones como al tránsito vehicular, las mejores condiciones de seguridad vial.
- Dar la mejor solución geométrica para una eficiente y funcional operación.
- Proporcionar una operación óptima del transporte público con la creación de las bahías de acceso y descenso de pasaje y la ubicación estratégica de paradas del transporte público.

LAS RESTRICCIONES Y REQUERIMIENTOS QUE SE NECESITAN EN EL PROYECTO SON :

- Diseñar la mejor visibilidad en curvas horizontales y verticales.
- Considerar los radios de curvatura recomendados por las normas de proyecto de obras viales del Departamento del Distrito Federal, con el fin de tener la seguridad vehicular.

CARACTERÍSTICAS OPERACIONALES DEL PUENTE QUE SON LAS SIGUIENTES:

---- El proyecto geométrico deberá ser capaz de alojar la demanda de tránsito al futuro, con ello la funcionalidad, seguridad y consistencia en operación.

---- Las rampas se proyectarán para velocidades de operación de 60 Km/h, que garantizan una distancia de visibilidad de parada de 90 m, en las curvas verticales.

---- Los radios de curvatura en los ejes principales son de 190 m, para velocidades de proyecto de 70 km/h, y en las calles laterales se proyectó con radios de curvaturas mínimas, recomendados por las normas de proyecto de obras viales del Departamento del Distrito Federal.

PROYECTO GEOMETRICO EJECUTIVO

En esta parte se comprende la elaboración de los planos ejecutivos que contienen las soluciones de todos los elementos de tipo geométrico, que intervienen en dicho proyecto.

Para facilitar la representación de los detalles se elaborarán los siguientes planos:

---- **PLANTA GENERAL DE TRAZO Y CONSTRUCTIVA**

---- **PERFIL EJECUTIVO (A - A')**

---- **PLANTA DE SECCIONES NIVELADAS**

---- **GEOMETRIA SUPLEMENTARIA**

---- **PLANTA DE DISPOSITIVOS PARA EL CONTROL DEL TRANSITO**

PLANTA GENERAL DE TRAZO Y CONSTRUCTIVA

En este plano quedarán definidos los puntos relevantes y su localización permanente en campo de los arroyos, como de las banquetas y zonas de seguridad. Los puntos a los que se están refiriendo estos ejes se les denomina puntos obligados del trazo; y se utilizan dos puntos obligados para definir una tangente. Estas tangentes quedan enlazadas mediante curvas horizontales, dando como resultado lo que se denomina eje de trazo.

LOS PUNTOS OBLIGADOS QUEDARON LOCALIZADOS DE LA SIGUIENTE MANERA :

El punto obligado (1), y el punto obligado (2).- Están localizados en el parámetro sur de la Avenida Canal del Tezontle, entre las calles Estudios Churubusco y Estudios Clasa.

El punto obligado (3), y el punto obligado (4).- Localizados en el parámetro sur de la Avenida Canal del Tezontle entre las calles Estudio Clasa y Estudios Sthal.

El punto obligado (5).- Localizado en el parámetro norte de la Avenida Canal del Tezontle, esquina con callejón del Tezontle.

El punto obligado (6).- Localizado en el parámetro sur sobre la Avenida Canal del Tezontle, entre las esquinas de Corales y al oriente con la esquina del estacionamiento público.

EL EJE DE TRAZO ESTA INTEGRADO DE LA SIGUIENTE MANERA :

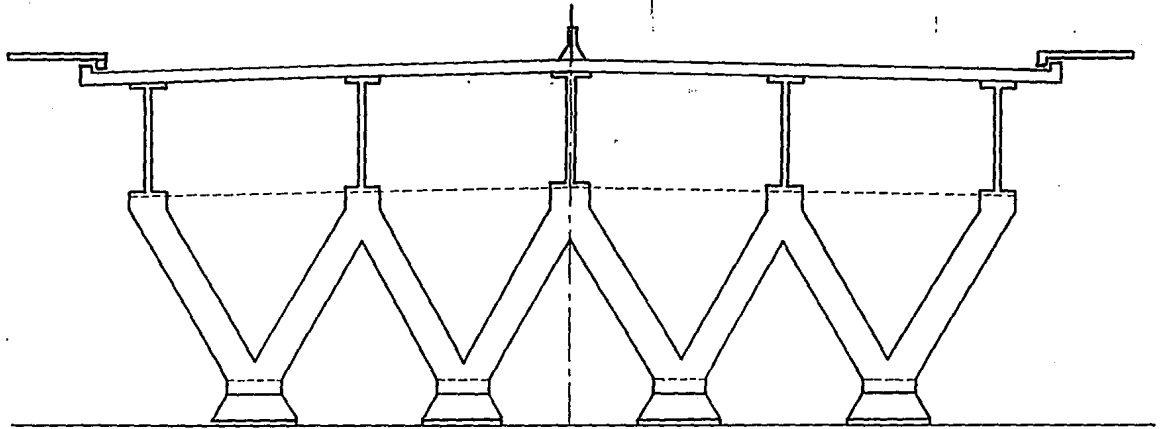
Eje (A - A`).- Este eje define tanto el alineamiento horizontal como vertical sobre Avenida Canal del Tezontle desde la calle Estudios Churubusco hasta la calle Zacate.

La primera tangente se localiza al norte de los puntos obligados (1) y (2), a 16.298 m y 16.347 m, respectivamente. La segunda tangente queda definida al norte de los puntos obligados (3) y (4) a 16.264 m, y 16.295 m, respectivamente. La tercera tangente queda definida al sur del punto obligado (5) a 17.605 m, y al norte del punto obligado (6) a 21.105 m. La cuarta tangente se define a 20.076 m, del punto obligado (7) hacia el norte, y a 20.232 m , al norte del punto obligado (8), por lo tanto este eje contiene las curvas circulares 1,2 y 3.

En lo concerniente a la parte constructiva del proyecto se incluyen en los planos todos los datos necesarios para la construcción de arroyos, banquetas, camellones; estos datos son representados en las estaciones transversales tipo.

A continuación se describen las secciones de proyecto que fueron utilizadas:

La sección 1 - 1` fue proyectada sobre la Avenida Canal del Tezontle constando de seis carriles de circulación en la superestructura del Puente y dos arroyos de dos carriles, cada uno, para la circulación en las laterales (ver figura no. I.8).



SECCION TRANSVERSAL 1-1'

FIGURA No.I.8

En el sentido de la circulación oriente - poniente; se tiene un carril de 3.963 m, para el autobús, entre la zona de transición antes y después de la bahía de acceso y descenso de pasaje de 3.00 m, y dos carriles de 3.00 m, cada uno.

En el sentido contrario, el carril para el autobús es de 3.762 m, entre la zona de transición antes y después de la bahía de acceso y descenso de pasaje, y dos carriles de 3.00 m, cada uno.

La sección 2 - 2' proyectada sobre la Avenida Canal del Tezontle para dos arroyos de 7.00 m, con dos carriles de circulación por sentidos sobre el Puente y dos arroyos de dos carriles en las laterales de 7.636 m y 7.00 m, con sentido de circulación oriente - poniente y poniente-oriente respectivamente. (ver figura no. I.9).

PERFIL EJECUTIVO DEL PUENTE

El plano del perfil se dibuja a una escala de 1:500 horizontal y 1:5 vertical, indicando los cadenamientos y sus elevaciones respectivas.

---- Se dibuja en el plano el perfil de la rasante, es decir del eje de proyecto, se tabulan en la parte inferior del plano, los datos de los cadenamientos y sus elevaciones correspondientes a cada punto representado.

---- En el tramo tangente vertical, se dan las elevaciones a cada 10.00 m, y en el tramo de curva vertical se proporcionan a cada 5.00 m, anotando de igual manera los datos de los PCV, PIV y PTV de cada curva vertical.

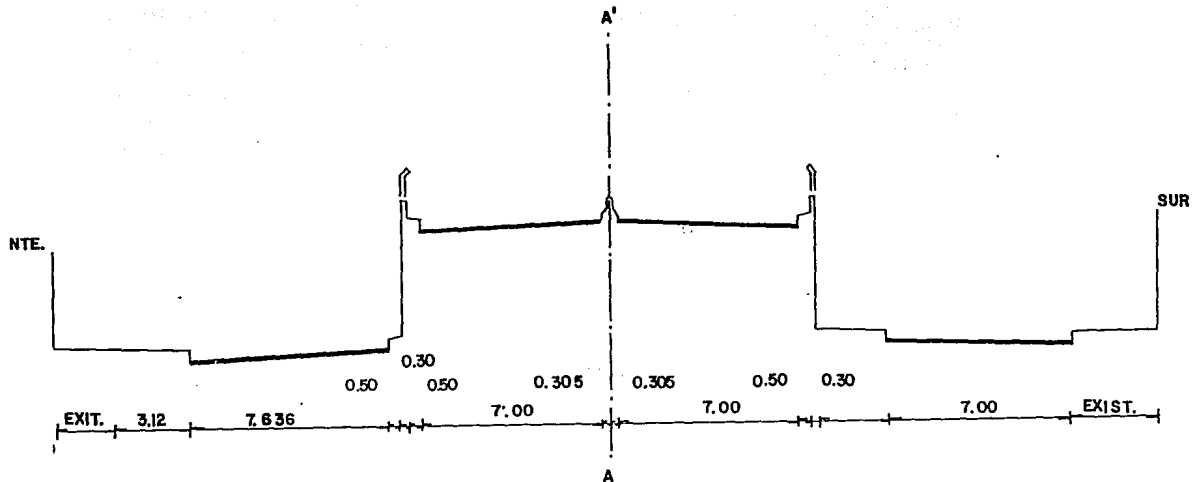


FIGURA No. I.9

SECCION TRANSVERSAL (2-2')

PST = 0+697.780 (A-A')

---- También se incluyen, los niveles de terreno natural y de los intrados de la estructura.

---- En la parte superior del plano se dibuja el trazo esquemático del alineamiento horizontal haciendo corresponder los cadenamientos del trazo esquemático con los del perfil.

---- En una parte del plano se dibujan secciones transversales representativas, para indicar los elementos involucrados en el perfil.

---- El proyecto de la solución vial del entronque, comprende en su alineamiento vertical, el perfil del eje (A - A') con una orientación de poniente a oriente , teniendo una longitud de 436.879 m de inicio de rampa a fin de rampa, cuenta con tres curvas tangentes teniendo las pendientes de 0.0% , + 6.0% , - 6.0% y -0.6%.

PLANTA DE SECCIONES NIVELADAS

Este plano contiene los niveles definitivos de proyecto, que deben tener los arroyos a nivel de carpeta y corona de guarnición.

Las secciones niveladas están dibujadas en un plano a escala 1:500; que incluyen los datos cadeneados a cada 20.00 m, en tramos tangentes horizontales o verticales, y en curvas horizontales y verticales a cada 10.00 y a 5.00 m, respectivamente. Todos los cadenamientos se refieren al eje del trazo principal, y los niveles de proyecto de las laterales del Puente quedan perfectamente ligados con los niveles existentes de las bocacalles.

GEOMETRIA SUPLEMENTARIA

Este plano ejecutivo contiene todos los datos geométricos, en el área de la losa del Puente, que son necesarios para la construcción de los elementos estructurales, identificando las distancias entre las intersecciones de líneas geoméricamente estratégicas.

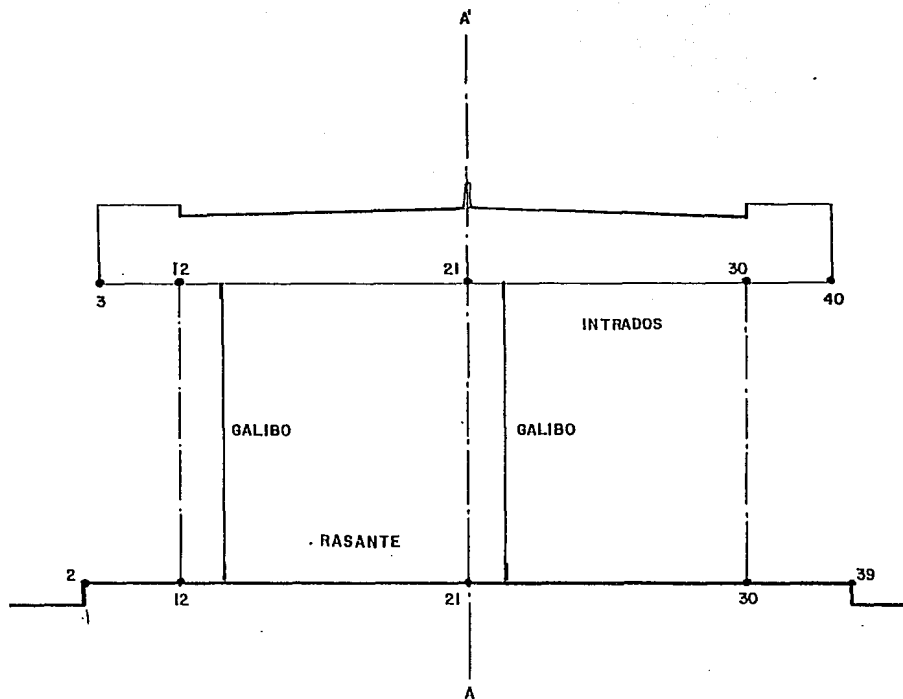
También se proporcionan las intersecciones representadas por números a los que se referencian a los ejes de vialidad y del metro, por medio de cadenamientos. Además se tabulan las elevaciones de rasante e intrados. (ver figura no. I.10) y la tabla no. 1 .

Los niveles de rasante corresponden a las cunetas del arroyo inferior, para el nivel de intrados se proporcionará en todos los casos correspondientes. Y se tabulan los gálibos verticales cuando las intersecciones se presentan proyectadas sobre las cunetas de la calle inferior. (ver figura no I.11) y la tabla no. 2.

Por último se presentan dos secciones; una longitudinal y otra transversal que se muestra a detalle, por medio de cortes verticales, que son; los arroyos, cunetas, guarniciones, banquetas, apoyos, losa, rasante de Puentes, en los ejes en los cuales están referidas éstas secciones. (ver figura nos. I.12 y I.13).

PLANTA DE DISPOSITIVOS PARA EL CONTROL DEL TRANSITO

En este plano se indican los lugares y el tipo de señalamiento que deberá de colocarse, para el buen funcionamiento del tránsito de la zona. La realización de cumple con lo establecido en el manual de señalamiento para el control del tránsito en el Distrito Federal. (ver figura no. I.14).



31

SECCIÓN TRANSVERSAL
 PST=0+468.997 (EJE A-A')

FIGURA No.I.10

TABLA DE DISTANCIAS

PUNTOS	DISTANCIA	PUNTOS	DISTANCIA
1-2	11.000	1-11	4.253
2-3	1.874	11-20	10.300
3-4	0.455	20-29	10.300
4-5	14.062	29-38	4.253
5-6	8.336	2-12	4.250
6-7	8.336	3-3'	2.950
7-8	15.458	12-21	10.305
9-10	11.000	21-30	10.305
11-12	11.000	40'-40	2.950
12-13	6.913	30-39	4.250
13-14	13.751	4-13	4.121
14-15	8.336	13-22	10.901
15-16	8.336	22-31	10.901
16-17	13.751	5-14	3.967
17-18	10.467	14-23	10.901
18-19	11.000	23-32	10.901
20-21	11.000	32-41	3.967
21-22	6.913	6-15	3.967
22-23	13.751	15-24	10.901
23-24	8.336	24-33	10.901
24-25	8.336	33-42	3.967
25-26	13.751	7-16	3.967
26-27	6.913	16-25	10.901
27-28	11.000	25-34	10.901
29-30	11.000	34-43	3.967
30-31	10.467	17-26	10.901
31-32	13.751	26-35	10.901
32-33	8.336	35-44	4.121
33-34	8.336	9-18	4.100
34-35	13.751	8-8'	2.950
35-36	3.359	18-27	10.305
36-37	11.000	27-36	10.305
38-39	11.000	45'-45	2.950
40-49	9.007	36-46	4.250
41-42	8.336	10-19	4.103
42-43	8.336	19-28	10.300
43-44	14.062	28-37	10.300
44-45	0.455	37-47	4.253
44-46	1.874	31-49	4.073
46-47	11.000	48-17	4.166
48-8	8.754	48-9	10.122
49-41	15.502	39-49	10.426

PUENTE VEHICULAR "TEZONTLE"

TESIS PROFESIONAL

C. JOSE CESAR ARZATE SALGADO

TABLA No. 1

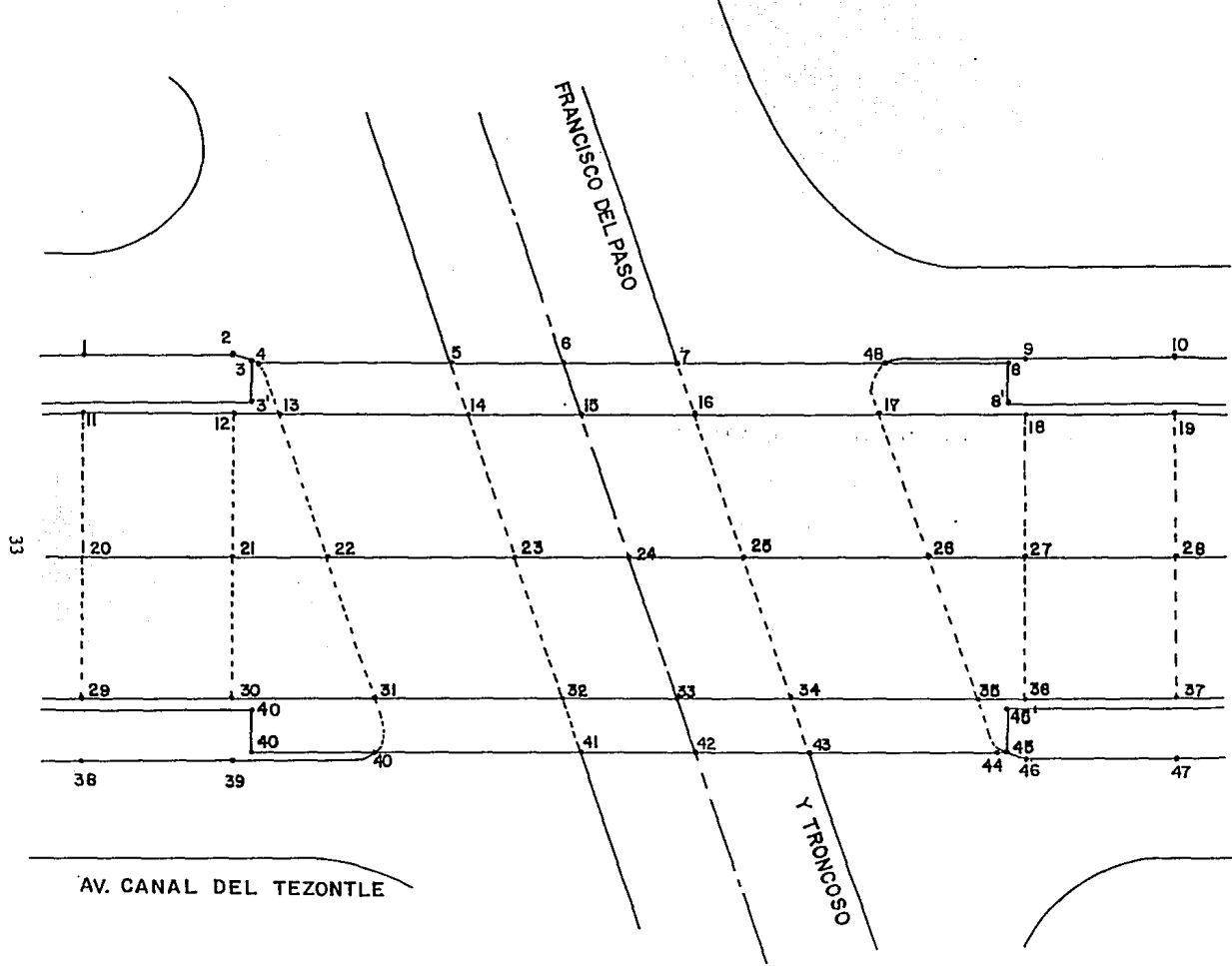
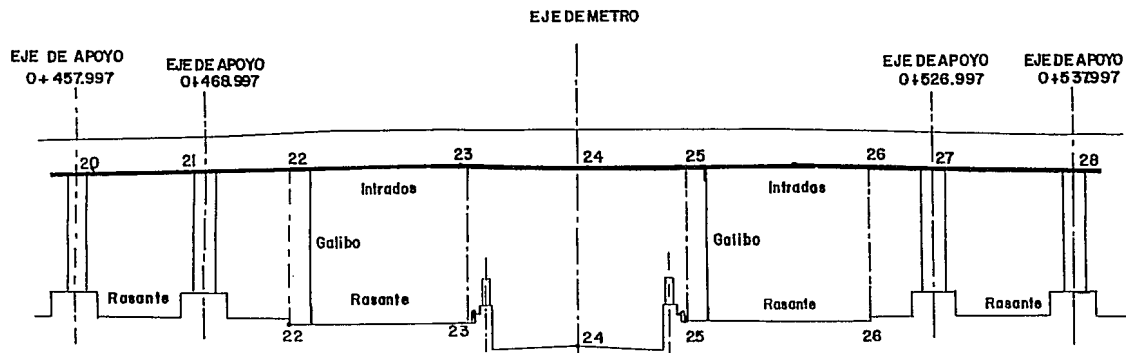


FIGURA No.I.II

TABLA DE GALIBOS

No.	CADENAMIENTO	EJE	CADENAMIENTO	EJE	ELEVACIONES		
					RASANTE	INTRADOS	GALIBO
1	0+457.997	A-A'	10+471.997	METRO			
2	0+468.997	A-A'	10+468.413	METRO			
3	0+470.297	A-A'	10+467.516	METRO			
4	0+470.752	A-A'	10+467.368	METRO	32.636	38.159	5.523
5	0+484.814	A-A'	10+462.783	METRO	32.782	38.300	5.518
6	0+493.150	A-A'	10+460.065	METRO			
7	0+501.485	A-A'	10+457.348	METRO	32.803	38.300	5.497
8	0+525.697	A-A'	10+449.454	METRO			
9	0+526.997	A-A'	10+449.361	METRO			
10	0+537.997	A-A'	10+445.772	METRO			
11	0+457.997	A-A'	10+467.976	METRO			
12	0+468.997	A-A'	10+464.395	METRO			
13	0+472.256	A-A'	10+463.300	METRO	32.659	38.159	5.500
14	0+486.107	A-A'	10+458.826	METRO	32.781	38.300	5.519
15	0+494.443	A-A'	10+456.098	METRO			
16	0+502.779	A-A'	10+453.381	METRO	32.806	38.300	5.494
17	0+516.530	A-A'	10+448.897	METRO	32.717	38.217	5.500
18	0+526.997	A-A'	10+445.485	METRO			
19	0+537.997	A-A'	10+441.893	METRO			
20	0+457.997	A-A'	10+458.240	METRO			
21	0+468.997	A-A'	10+454.653	METRO			
22	0+475.970	A-A'	10+452.399	METRO	32.683	38.454	5.771
23	0+489.662	A-A'	10+447.926	METRO	32.792	38.579	5.787
24	0+497.997	A-A'	10+445.198	METRO			
25	0+506.333	A-A'	10+442.480	METRO	32.615	38.579	5.764
26	0+520.084	A-A'	10+437.997	METRO	32.722	38.454	5.732
27	0+526.997	A-A'	10+435.743	METRO			
28	0+537.997	A-A'	10+432.157	METRO			
29	0+457.997	A-A'	10+448.503	METRO			
30	0+468.997	A-A'	10+444.911	METRO			
31	0+479.464	A-A'	10+441.499	METRO	32.695	38.195	5.500
32	0+493.216	A-A'	10+437.015	METRO	32.789	38.300	5.511
33	0+501.551	A-A'	10+434.297	METRO			
34	0+509.887	A-A'	10+431.580	METRO	32.627	38.300	5.473
35	0+523.997	A-A'	10+427.096	METRO	32.688	38.188	5.500
36	0+537.997	A-A'	10+426.001	METRO			
37	0+457.997	A-A'	10+422.420	METRO			
38	0+468.997	A-A'	10+444.483	METRO			
39	0+470.297	A-A'	10+440.893	METRO			
40	0+494.509	A-A'	10+440.942	METRO			
41	0+502.844	A-A'	10+433.048	METRO	32.781	38.300	5.519
42	0+511.180	A-A'	10+430.331	METRO			
43	0+525.242	A-A'	10+427.613	METRO	32.832	38.300	5.468
44	0+525.697	A-A'	10+423.026	METRO	32.682	38.188	5.506
45	0+525.697	A-A'	10+422.880	METRO			
46	0+526.997	A-A'	10+421.983	METRO			
47	0+537.997	A-A'	10+418.400	METRO			
48	0+516.944	A-A'	10+452.308	METRO			
49	0+479.304	A-A'	10+438.006	METRO			
PUENTE VEHICULAR "TEZONTLE" TESIS PROFESIONAL C. JOSE CESAR ARZATE SALGADO							

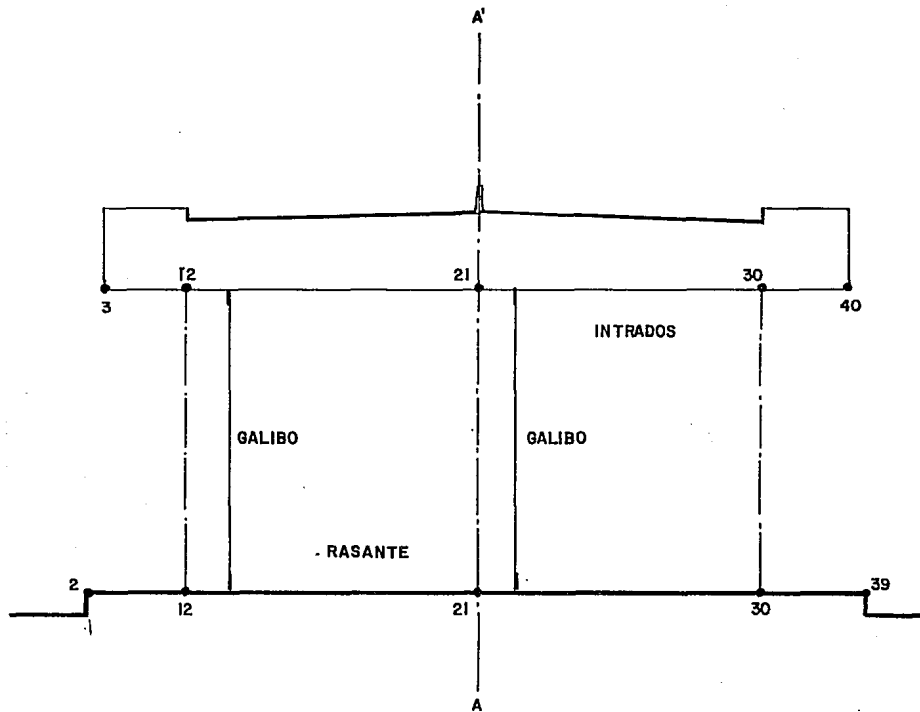


SECCION LONGITUDINAL EJE A-A'

DEL Km 0+457.997 AL Km 0+537.997

PST= 10+446.198 (EJE DE METRO)

FIGURA No. I. 12



SECCION TRANSVERSAL

PST=0+468.997 (EJE A-A')

FIGURA No. I.13

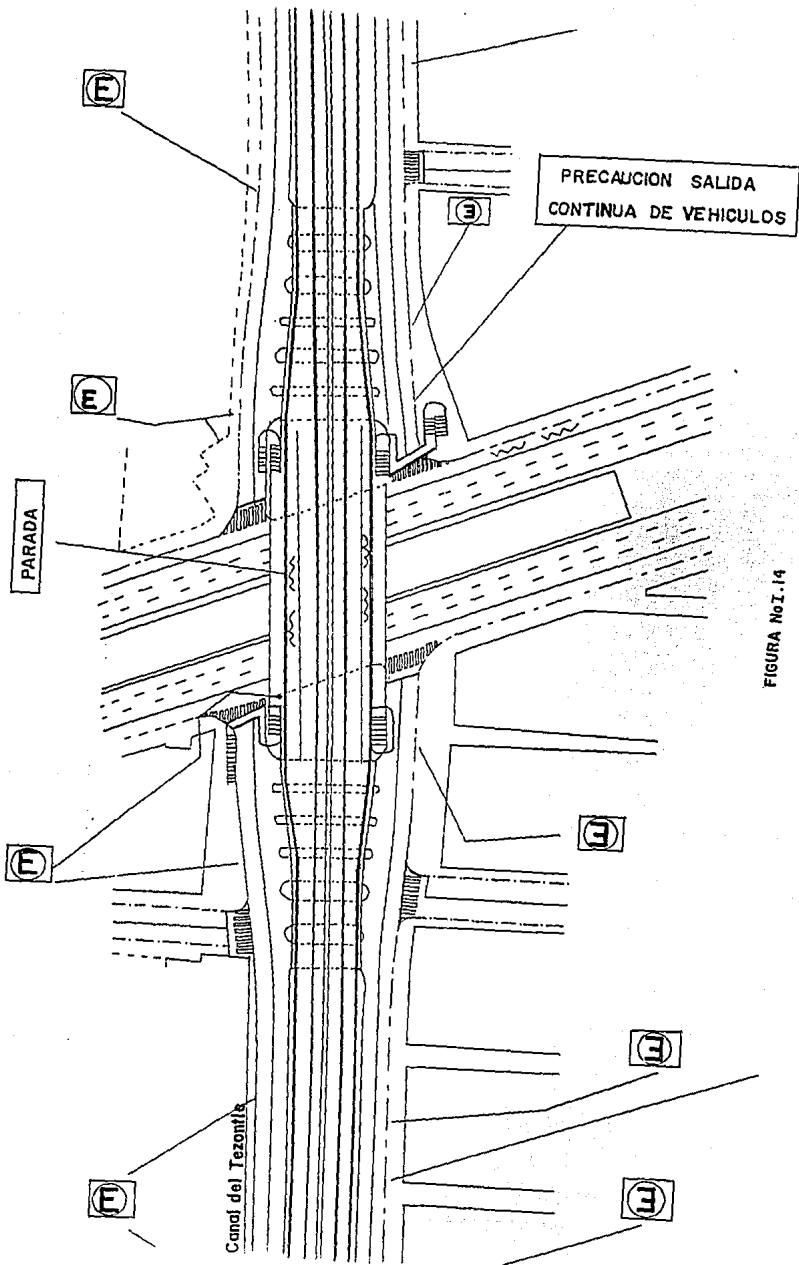


FIGURA No.1.14

PROCEDIMIENTO DE CALCULO DE PROYECTO

Las curvas circulares como elementos que integran el **alineamiento horizontal**, son los arcos de círculo que forman la proyección horizontal a las curvas empleadas para unir dos tangentes consecutivas cuando éstas están unidas entre sí por una sola curva circular, ésta se denomina curva simple.

En el sentido del cadenamiento las curvas simples pueden ser hacia la izquierda o hacia la derecha. Los elementos característicos en las curvas simples son los mostrados en las figuras subsecuentes y se calcula con los siguientes criterios de cálculo :

PARA EL ALINEAMIENTO HORIZONTAL

1.- Grado de curva .- Es el ángulo sostenido por un arco de 20.00 m, y se representa con la letra " Gc ".

$$Gc = \frac{1145.92}{Rc} \dots\dots\dots (1)$$

2.- Angulo de la curva .- Es el radio de la curva circular, y se simboliza como " Rc " de la expresión (1) se tiene :

$$Rc = \frac{1145.92}{Gc} \dots\dots\dots (2)$$

3.- Angulo central .- Es el ángulo subtendido por la curva circular y se simboliza como " Δc ". En curvas circulares simples es igual a la deflexión de las tangentes.

4.- Longitud de la curva .- Es la longitud del arco entre el Pc y el Pt y se representa como Lc.

pero teniendo en cuenta la expresión (2) se tendrá :

$$Lc = 20 \frac{\Delta c}{Gc} \dots\dots\dots(3)$$

5.- Subtangente .- Es la distancia entre el PI y el PC ó PT medido sobre la prolongación de las tangentes, se representa como ST.

$$ST = Rc \tan \frac{\Delta c}{Gc} \dots\dots\dots(4).$$

6.- Externa .- Es la distancia mínima entre el PI y la curva se representa con la letra " E ".

$$E = Rc \left(\sec \frac{\Delta c}{2} - 1 \right) \dots\dots\dots(5)$$

7.- Ordenada media .- Es la longitud de la flecha en el punto medio de la curva. y se simboliza con la letra " M ".

$$M = R_c \left(1 - \cos \frac{\Delta c}{2} \right) \dots \dots \dots (6)$$

8.- Deflexión a un punto de la curva .- Es el ángulo entre la prolongación de la tangente en Pc y la tangente en el punto considerando. Se le representa como :

$$\Theta = \frac{Gcl}{20} \dots \dots \dots (7)$$

9.- Cuerda .- Es la recta comprendida entre dos puntos de la curva y se le denomina C. Si estos puntos son Pc y Pt, a la curva resultante se les denomina cuerda larga.

$$C = 2 R_c \operatorname{sen} \frac{\Theta}{2} \dots \dots \dots (8)$$

para la cuerda larga :

$$CL = R_c \operatorname{sen} \frac{c}{2} \dots \dots \dots (8')$$

10.- Angulo de la cuerda .- Es el ángulo comprendido entre la prolongación de la tangente y de la cuerda considerada. Se representa como :

$$\phi = \frac{\Theta}{2}$$

y teniendo en cuenta la expresión (7) y se tiene :

$$\phi = \frac{Gc \times 1}{40} \dots\dots\dots(9)$$

PARA EL ALINEAMIENTO VERTICAL

1.- Longitud .- Es la distancia horizontalmente entre " PVC " y el " PTV ", que puede determinar por los siguientes cuatro criterios :

1.1.- Criterio de comodidad.- Es el que se le aplica al proyecto de curvas en columpios. Y se representa como :

$$K = \frac{L}{A} \geq \frac{V^2}{395} \dots\dots\dots(10)$$

donde :

K = El reciproco de la variación de pendientes por unidad de longitud

L = La longitud de la curva vertical, en metros.

A = Diferencia de pendientes, en por ciento

V = Velocidad, en kilómetros por hora

1.2.- Criterio de apariencia.- Se aplica al proyecto de curvas verticales con visibilidad completa o sea, a las curvas en columpio, para evitar, al usuario la impresión de un cambio súbito de pendiente.

$$K = \frac{L}{A} \geq 30 \dots\dots\dots(11)$$

1.3.- Criterio de drenaje.- Se aplica a las curvas verticales en cresta o en columpio. Cuando estan alojadas en corte.

$$K = \frac{L}{A} \leq 43 \dots\dots\dots(12)$$

1.4.- Criterio de seguridad.- Se aplicara a curvas verticales en cresta o en columpio. La longitud de la curva debe ser tal, que en toda la curva, la distancia de visibilidad sea mayor o igual que la de parada.

para curvas en cresta :

$$D > L; \quad L = 20 \frac{- C1}{A} \dots\dots\dots(13)$$

$$D < L; \quad L = \frac{AD^2}{C1} \dots\dots\dots(13')$$

para curvas en columpio :

$$D > L; \quad L = \frac{20 - C2 + 3.5 D}{A} \dots\dots\dots(14)$$

$$D < L; L = \frac{A D^2}{C_2 + 3.5 D} \dots\dots\dots(14')$$

donde:

L = Longitud de la curva vertical en metros

D = Distancia de visibilidad de paradas en metros

A = Diferencia algebraica de pendientes en porcentaje

C1 , C2 = Constantes que dependen de la altura del ojo del conductor o la altura de los faros y de la altura del o altura del vehículo.

donde :

C1 = 425 y C2 = 120 para distancias de visibilidad de parada

2.- Pendiente en un punto cualquiera de la curva.

$$P = P_1 = \frac{A x 1}{L} \dots\dots\dots(15)$$

4.- Desviación respecto a la tangente.- Es la diferencia de ordenes entre la prolongación de la tangente y la curva, llamada t.

$$t = \frac{A x 1}{200 L} \dots\dots\dots(16)$$

5.- Externa .- Es la distancia entre el PIV y la curva, medida verticalmente.

Se representa como E.

$$E = \frac{AL}{800} \dots \dots \dots (17)$$

6.- Flecha.- Es la distancia entre la curva y la cuerda, medida verticalmente.

Se representa como f.

$$f = \frac{AL}{800} \dots \dots \dots (18)$$

donde :

$$f = E$$

Por lo tanto las fórmulas más usuales en el proyecto geométrico de la vialidad urbana se resume a continuación :

CURVA CIRCULAR SIMPLE

Angulo central

$$\Delta_c = \Delta$$

Subtangente

$$ST = Rc \tan \frac{\Delta_c}{2}$$

Radio de curvatura

$$Rc = \frac{1145.92}{Gc}$$

Longitud de la curva	$L_c = \frac{\pi \Delta c R_c}{180}$
Cuerda larga	$Cl = 2R_c \text{ sen } \frac{\Delta}{2}$
Grado de curvatura	$G_c = \frac{1145.92}{R_c}$
Externa	$E = R_c \sec \frac{\Delta}{2} - R_c$
Ordenada media	$M = R_c - R_c \text{ Cos } \frac{\Delta}{2}$

(ver figura no. I.15)

PARA EL ALINEAMIENTO VERTICAL

La formula general para obtener las curvas verticales es la siguiente :

$$Y = K x$$

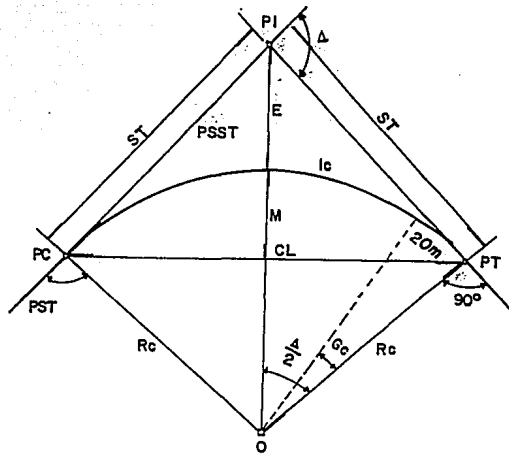
si :

$$P1 - P2 = A$$

Se obtiene :

$$k = \frac{A}{2L}$$

ELEMENTOS DE LA CURVA CIRCULAR SIMPLE



ELEMENTOS DE LA CURVA

- PI = Punto de intersección de la prolongación de la tangente
- PC = Punto en donde comienza la curva circular simple
- PT = Punto en donde termina
- PTS = Punto sobre tangente
- PSST = Punto sobre subtangente
- O = Centro de la curva circular
- Δ = Angulo de deflexión de las tangentes
- Gc = Grado de curvatura de la curva auxiliar
- Rc = Radio de la curva circular
- St = Subtangente
- E = Externa
- M = Ordenada media
- C = Cuerda
- CL = Cuerda larga
- lc = Longitud de la curva circular
- /m = Deflexión por metro

FIGURA No. I.15

donde :

P1 = Pendiente de entrada a la curva

P2 = Pendiente de salida a la curva

A = Diferencia algebraica de pendientes

K = Constante

L = Longitud de la curva vertical (M)

(ver figuras nos. I.16 y I.17)

DISTANCIA DE VISIBILIDAD DE PARADA

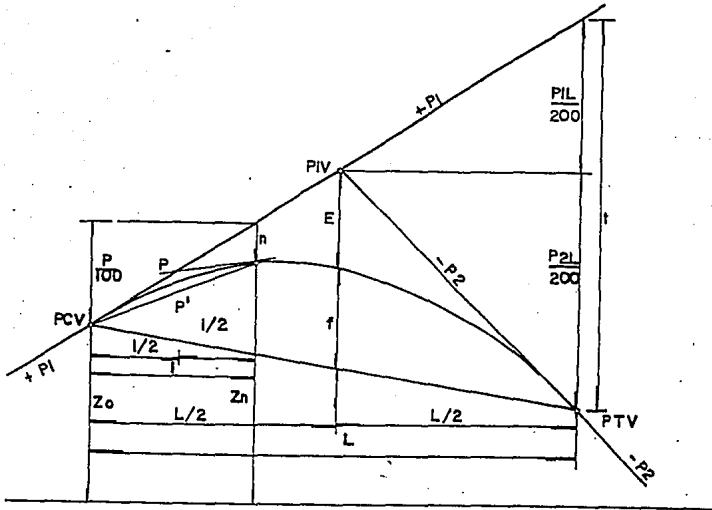
Es la mínima visibilidad que debe de proporcionarse en cualquier punto del Puente; calculándose de la siguiente manera :

$$D_p = 0.278 Vt + \frac{V^2}{254 (f + p)}$$

DISTANCIA DE VISIBILIDADES DE REBASE

Esto es cuando existe la suficiente distancia para que el conductor de un vehículo, pueda adelantar a otro que circula por el mismo carril, sin peligro de interferir con un tercer vehículo que venga en sentido contrario, y así se haga visible al iniciarse la maniobra del rebase.

CURVA VERTICAL EN CRESTA

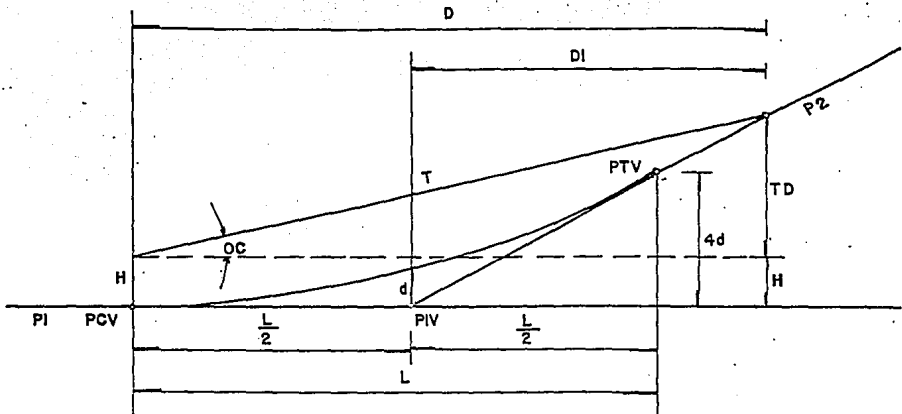


ELEMENTO DE LA CURVA

- PIV = Punto de intersección de las tangentes
- PCV = Punto de donde comienza la curva vertical
- PTV = Punto de donde termina la curva vertical
- n = Punto cualquier sobre la curva
- P_1 = Pendiente de la tangente de entrada en por ciento
- P_2 = Pendiente de la tangente de salida en por ciento
- P = Pendiente en un punto cualquiera de la curva en por ciento.
- P' = Pendiente de una cuerda a un punto cualquier en por ciento.
- L = Longitud de la curva vertical
- E = Externa
- f = Flecha
- l = longitud de curva a un punto cualquiera
- t = Desviación respecto a la tangente de un punto cualquier.
- Z_o = Elevación del PCV
- Z_n = Elevación de un punto cualquiera

FIGURA No. I.16

CURVA VERTICAL EN COLUMPIO



$$y = k x^2$$

ELEMENTOS DE LA CURVA

- PIV = Punto de intersección de las tangentes
- PCV = Punto en donde comienza la curva vertical
- PTV = Punto en donde termina la curva vertical
- P1 = Pendiente de la tangente de entrada en por ciento
- P2 = Pendiente de la tangente de salida en por ciento
- L = Longitud de la curva vertical
- H = Altura del ojo ó altura de los faros
- D = Distancia de visibilidad de parada ó de rebase
- T = Pendiente correspondiente al ángulo OC
- d = Desnivel de PI de entrada a curva vertical

FIGURA No. I.17

Para la velocidades menores de 110 Km/h. Las distancias de visibilidad de rebase se reducirán proporcionalmente, y esto es :

$$DR = \frac{500}{110} ; \quad V = 4.545 V$$

Para el proyecto la expresión para calcular la distancia de visibilidad de rebase mínima es :

$$DR = 4.5 V$$

donde :

DR = Distancia mínima de visibilidad de rebase en metros.

V = Velocidad de proyecto en Km/h.

PROCEDIMIENTOS CONSTRUCTIVOS

II.- PROCEDIMIENTOS CONSTRUCTIVOS

A) FABRICACION DE ESTRUCTURAS METALICAS

Como ya se habia señalado anteriormente el empleo de la soldadura en la fabricación de Puentes y que se puede observar desde el empalme, en las barras de acero refuerzo, en los Puentes de concreto, hasta en dispositivos de dilatación, en los sistemas de piso, o en la fabricación de grandes traveses de alma llena o en traveses de celosía.

Expondremos en términos generales los factores que intervienen en las estructuras de acero soldadas al arco eléctrico, y lo haremos a grandes rasgos, porque tanto la soldadura de metales, el cálculo, el diseño y la producción, son verdaderas especialidades, que en esta obra seria imposible tratarlos con mayor detalle.

El acero, antes de ser procesado, sufre una serie de manipulaciones que de un modo o de otro lo deforman. Se tomaran varias muestras para enviarlas al laboratorio de ensaye de materiales, con el objeto de obtener la información de que si el acero, se encuentra libre de defectos, se procedera a ejecutar la primera operación que es la de :

CORTE : El corte de las piezas se hará según las marcas de los planos, habiendo una gran variedad de equipo para efectuarlo, debiéndose aplicar el más ventajoso económicamente, siendo las herramientas necesarias para ejecutar el corte que se requiera y que a continuación se describe :

La sierra de fricción de alta velocidad.- Se usará para el corte de perfiles laminados como son los angulares, canales y vigetas. Las placas hasta una pulgada de espesor pueden cortarse con **Guillotina**. **La sierra rotatoria.**- Cortará adecuadamente pequeñas piezas y barras. Así como la **cizalla** para angulares es muy ventajosa para cortar en grandes cantidades. El corte con la **flama de oxiacetileno**, es probablemente el más usado y que se puede utilizar desde espesores ligeros hasta de 24" de espesor, efectuandose el corte en cualquier forma deseada con un máximo de variación de 5 mm, (mostradas en fotos nos. 1.A,2.A,3.A,4.A y 5.A).

Por lo tanto son solo tres los métodos más usados en el corte con oxiacetileno: el de **operación manual**, el **semiautomático** y el **automático**; en el de operación manual, el operario conduce manualmente el cortador; en el semiautomático, el cortador esta fijo en una máquina con motor eléctrico; en el sistema de corte automático, el cortador esta en un pantógrafo, y la guía se conduce automáticamente sobre un gálibo, produciendo este aparato cortes idénticos al gálibo, con la ventaja de que se pueden acoplar varios cortadores para así poder incrementar la producción de material, (mostradas en fotos nos. 6.A,7.A, y 8.A).

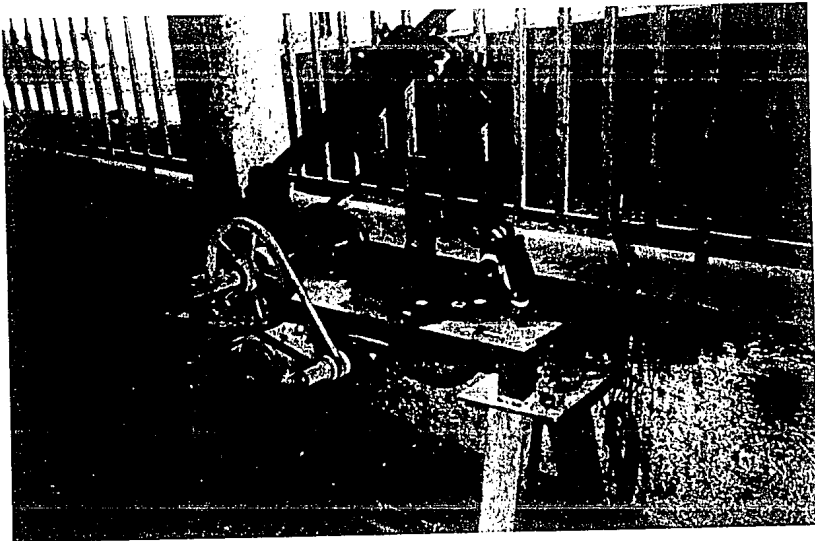


foto no. 1.A
Corte con la sierra de fricción

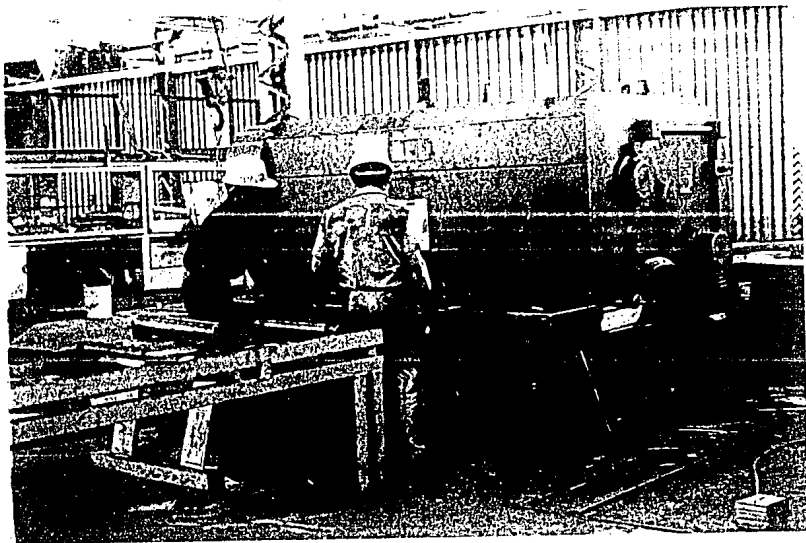


foto no. 2.A
Corte con la guillotina

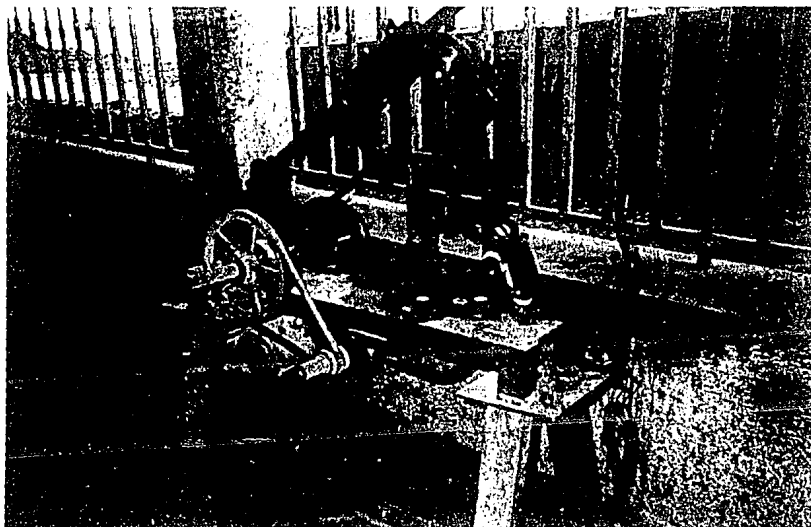


foto no. 1.A
Corte con la sierra de fricción

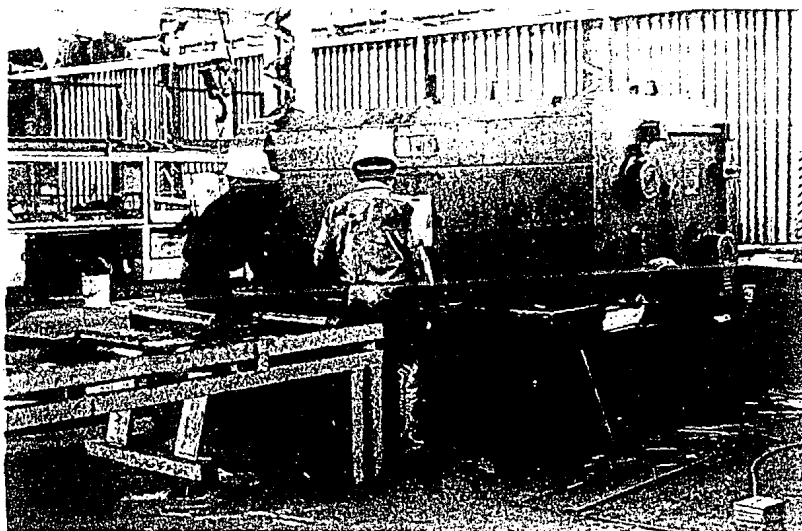


foto no. 2.A
Corte con la guillotina



foto no. 3.A
corte con sierra rotatoria

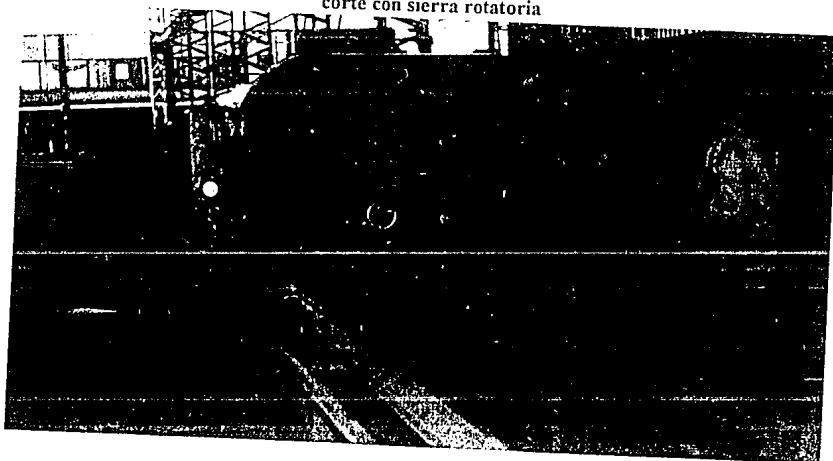


foto no. 4.A
Corte con cizalla

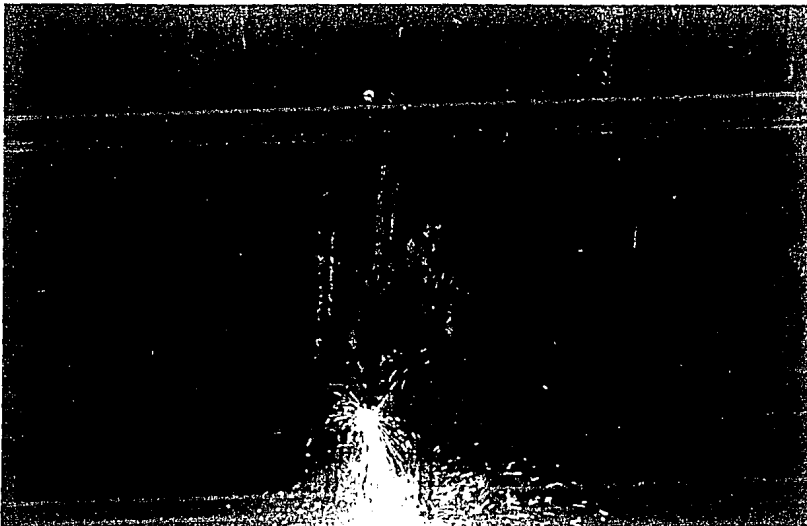


foto no. 5.A
Corte con Flama de oxiacetileno

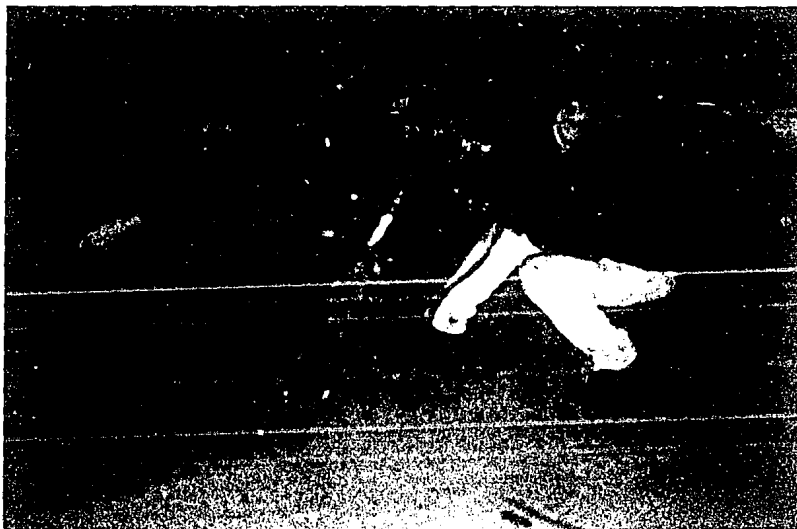


foto no. 6.A
Corte operación manual



foto no. 7.A
Corte Semiautomático

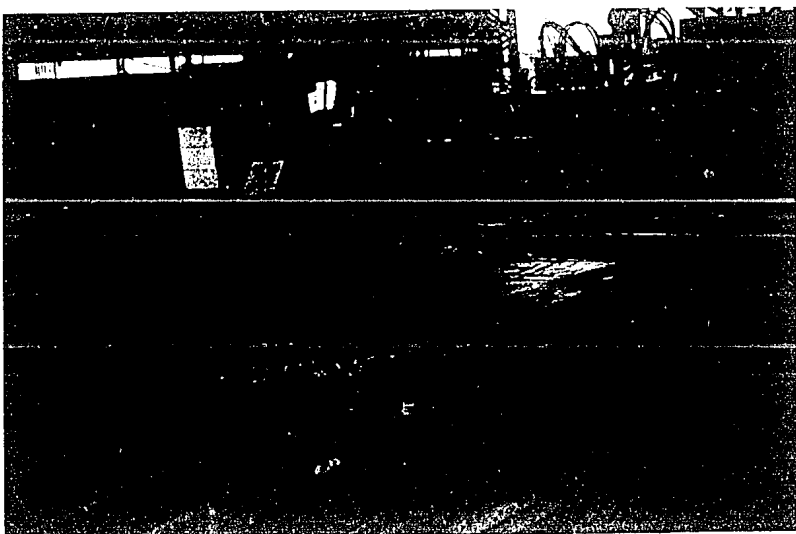


foto no. 8.A
Corte Automático

Al hacer cortes de material en planchas se hacen simultáneos para así poder equilibrar el calor y evitar, hasta donde sea posible la distorsión, de las placas. Ya una vez obtenidas las piezas necesarias, deberán enderezarse, ya que el proceso de enderezado deberá aplicarse a todas las piezas obtenidas, antes del ensamble, para poder formar uno o varios elementos estructurales, ya que después de soldarlos, deberán de enderezarse con el objeto de corregir la distorsión. En muchas ocasiones las distorsiones producidas por la soldadura al enfriarse son objetables únicamente en cuanto a su apariencia se refieren, como en algunos casos de placas de alma en una viga armada para Puentes, ya que estas deformaciones no son lo suficientemente para afectar seriamente su resistencia; sin embargo, al presentarse ondulaciones, deben considerarse cuidadosamente, por el efecto de la distorsión que pueda tener la estructura. Antes de aplicar medidas correctivas en los casos de distorsión debe de hacerse un análisis cuidadoso para determinar la causa, porque ésta podría ser la consecuencia de un mal ensamblado al forzar un miembro entre dos partes por defecto de tamaño, dando como resultado el miembro ensamblado quede arqueado, como en el caso de los atezadores en una viga armada, lo que se hace es ajustarse a la medida necesaria, (ver figura no. II.1).

La deformación en arco, u ondulaciones, debida a la expansión y contracción de la soldadura, pueden corregirse por medio de fuerzas externas aplicadas a la pieza, o con la aplicación de calor, o bien con una combinación de ambos procedimientos.

El martillado para este tipo de correcciones podrá hacerse únicamente cuando se tiene un cuidado muy especial de no reducir considerablemente la resistencia del elemento a la fatiga.

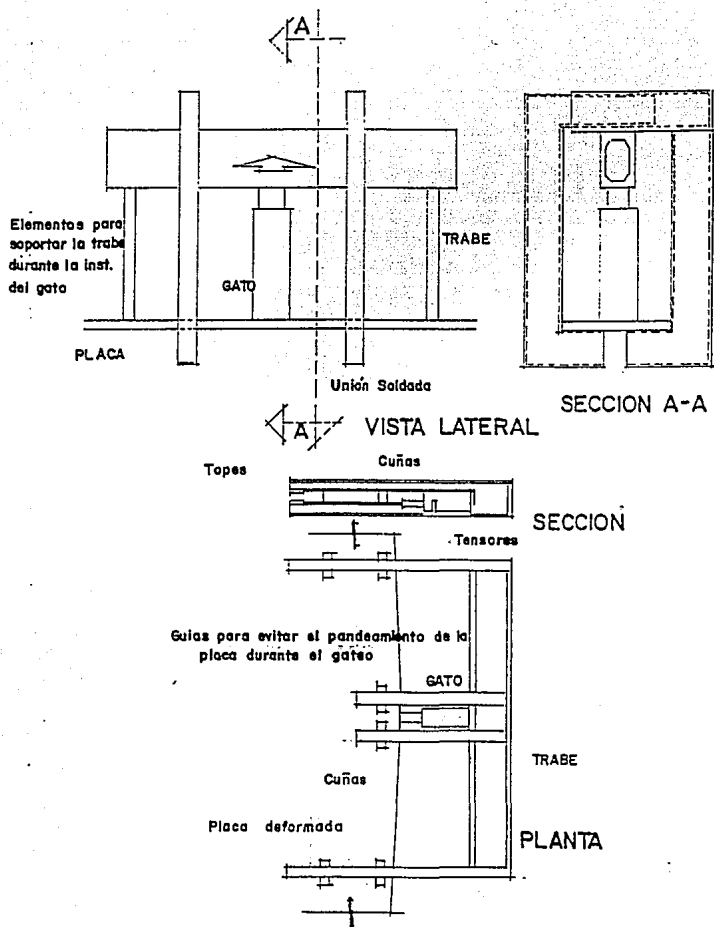


figura no. II.1
 Dispositivo para el enderezado de las placas

El ensamblado de las piezas para formar elementos estructurales, se realiza punteando las partes de la pieza, y los puntos de soldadura que deberán hacerse en forma conveniente con el objeto de tener preparaciones de juntas lo más limpias posible. En caso contrario deben de cincelarse para limpiar las juntas.

Si se tienen una repetición de estos ensambles es conveniente hacerlos sujetándolos por medio de dispositivos especiales, para así poder tener piezas iguales.

SOLDADURA : La soldadura al **arco eléctrico**; es la transformación de energía eléctrica en calor, aplicando el mismo para fundir los metales que van hacer soldadas, desde luego hay muchos métodos de realizar la soldadura : nos concretaremos a los más usuales en Puentes, como son la **manual**, y la de el **arco sumergido** y, en éste último, el procedimiento automático.

Cada uno de los métodos mencionados tiene sus ventajas y sus desventajas y será el criterio, el factor que decida su aplicación. La soldadura tiene como variables la habilidad del soldador, su confiabilidad, así como las condiciones específicas en que debe de realizar su trabajo y deberá, por estas razones, en primer término calificarse su habilidad para ser aprovechado con propiedad, y después mantenerlo bajo vigilancia, y así poder sacar gammagraficas con el fin de obtener el control que garantice una buena ejecución de la soldadura.

Son tan importantes los factores que afectan la soldadura manual, que es preferible la aplicación de soldadura automática puesto que, una vez fijados los procedimientos para ésta última, los resultados serán siempre los mismos, con el

consiguiente ahorro de tiempo y la obtención de calidad uniforme; sin embargo la soldadura automática no podrá llegar a sustituir en un cien por ciento la soldadura manual.

Cuando las máquinas de soldar están frías la producción de corriente es más alta que la normal producida, y se necesitarán posteriores ajustes durante el periodo de calentamiento, porque la corriente disminuye al aumentar la temperatura.

Hay que tomar ciertas precauciones contra la temperatura, la humedad y el viento, para realizar el trabajo en condiciones normales. No se permitirá a los soldadores trabajar en temperaturas ambiente demasiado fría, porque el resultado será una mano de obra de mala calidad, tampoco se le permitirá hacer su trabajo en donde haya viento fuerte, porque la estabilidad del arco se afecta severamente; en caso que se permitiera, se colocan mamparas de protección para romper el viento.

Hay que extremar las precauciones contra la humedad, sobre todo si el proyecto especifica electrodos de bajo contenido de hidrógeno, porque si estuvieron expuestos a la humedad atmosférica, al grado de haber absorbido humedad en su recubrimiento, no tendrán ninguna ventaja sobre los electrodos ordinarios porque pierden sus cualidades. Si la temperatura es demasiado baja, habrá que precalentar el acero de acuerdo con lo previsto en las especificaciones.

La preparación de la junta es un aspecto muy importante del proceso de soldadura; ya que de ello dependerá, en parte, el evitar grietas, deformaciones excesivas e inclusiones de escoria.

Una junta preparada correctamente significa el 80% de una buena ejecución. Una vez preparada la junta y antes de soldarla, deberán verificarse las dimensiones de la cara de raíz, ángulo del bisel, limpieza, marcas de ensamble, alineamiento de las partes a unir, y la uniformidad y tamaño de las aberturas de raíz. Lo anterior es aconsejable porque algunas veces, durante el ensamblado, son necesarios ajustes y rebiselados.

La selección del tipo de junta dependerá de las condiciones de carga, del costo de preparación y el de soldadura, es decir; la junta que se seleccione deberá satisfacer los requerimientos de carga que puedan ser tensiones, compresiones, flexiones, fatiga o impacto, con el costo más económico posible. La junta a tope en **V** que se muestra en la figura no.II.2, se adapta a todas las condiciones de carga, y se usa para espesores de 3/8" y mayores de está.

La junta a tope en doble **V** es adaptable a todas las condiciones de carga, y esta ideada para placas más gruesas que las empalmadas en **V**, tendiendo la ventaja sobre la anterior de que produce menos distorsión; el costo de preparación es mayor que la junta a tope a **V**, pero el consumo de electrodos se reduce a la mitad.

La junta a tope en **U**, se usa para trabajos de mejor calidad, y se adapta a todas las condiciones de carga; se pueden aplicar en placas de 3/8" y 1/2" de espesor, aunque también se usa para espesores mayores.

La junta en doble **U** se utiliza para soldar a tope placas de 3/4" y más gruesa; se adapta a todas las condiciones de carga, y consume menos metal de aporte que la junta **U**, pero su preparación es más costosa. (ver figura no. II.2)

La junta en T cuadrada se usa para todas las condiciones comunes de carga, principalmente para los casos en que se somete la junta a un esfuerzo de corte longitudinal.

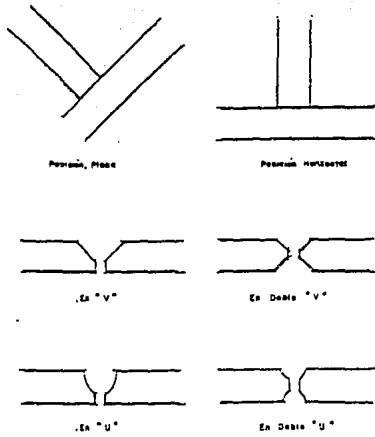
Para las cargas más severas que la anterior se usa la junta en T, de un chaflán, debido a su mejor distribución de esfuerzos.

La junta en T, de doble chaflán se adapta a cargas pesadas en esfuerzos transversales y logitudinales y, sobre todo, cuando se sueldan por ambos lados dos placas gruesas.

La junta T, de chaflán en J es buena para cargas severas y, se usa generalmente en placas de espesores de 1" en adelante.

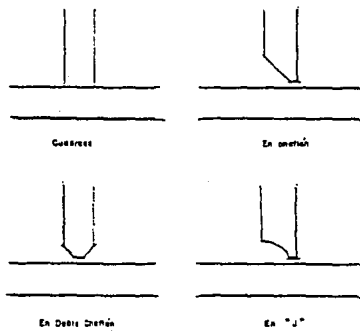
La junta en T, de doble chaflán en J, es apropiada para cargas excesivamente severas de todas clases, aplicándose en placas de 1 y 1/2" y más gruesas. Aunque al costo de preparación de esta junta es más alto que otros tipos de juntas en T, se consumen menos electrodos y, por consiguiente, se reduce el costo de la misma. (ver figura no.II.3).

En cuanto al tipo de electrodos, entre otras clasificaciones, existen cuatro grandes grupos : 1o. Los de relleno rápido, como los E-7018, E-7024 y E- 7027 que sólo podrán se usados en posición plana y horizontal, con excepción del primero de los mencionados; 2o. Los de solidificación rápida, de tipos E-7010 y E-7011, para el uso de todas las pocisiones; 3o. Los de fluidez con avance rápido,



TIPO DE JUNTAS A TOPE

Figura No. II.2



JUNTAS EN T

Figura No. II.3

figuras nos. II. 2 y 3

diseñados para soldar a alta velocidad sobre láminas y planchas no muy gruesas, tipos E- 7012 y E- 7013; y por último, 4o. Los de clasificación E- 7015 y E- 7016 para aceros difíciles de soldar, buenos para soldar acero que contenga azufre (fácilmente trabajable), acero con alto contenido de carbono y acero de aleación mediana . En estos cuatro grandes grupos pueden incluirse electrodos de dos o más clasificaciones diferentes, diseñados para fines especiales.

Soldadura automática de arco sumergido.- En este proceso el arco eléctrico se produce bajo un material granular llamado flux, que lo envuelve completamente para protegerlo del aire y sus componentes; se les llama de arco sumergido o escondido porque el arco eléctrico no es visible, reduciéndose por lo tanto el humo y el chisporroteo. Con este procedimiento se puede soldar prácticamente cualquier espesor a partir de lámina del número 18. El metal de aportación lo forma un rollo de alambre que se alimenta automáticamente, y como es capaz de resistir altas corrientes, se pueden obtener velocidades de soldadura hasta de aproximadamente de 5 m/min en lámina ligera.

En virtud de las altas corrientes de soldadura que se usan en este procedimiento, se desarrolla una gran cantidad de calor en la zona bajo flux el cual, en estado fluido, rodea el cordón de depósito flotando en su superficie, solidificándose después una escoria que es la que protege a la soldadura de los agentes atmosféricos. Como, en un momento dado, tanto el metal como el flux están en estado fluido, es necesario que la pieza soldada esté en posición plana u horizontal, preferiblemente la primera, (mostrada en la foto no. 9.A).

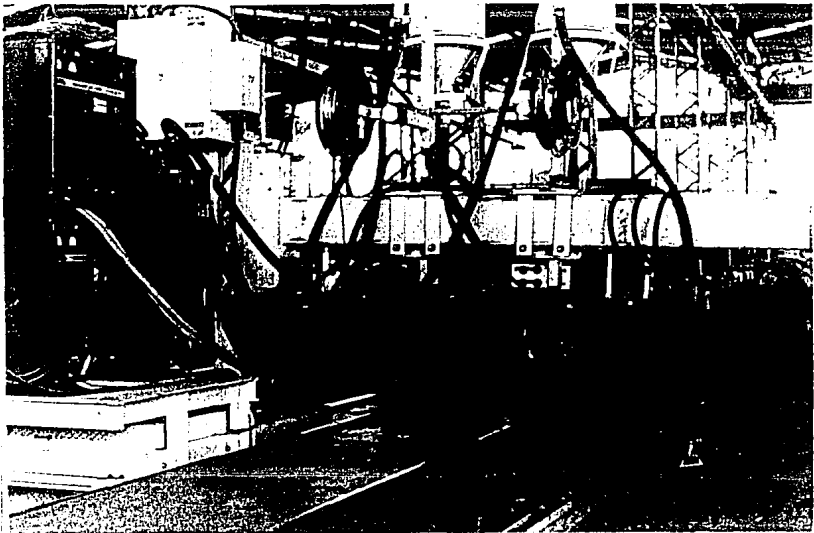


foto no. 9.A
Soldadura automática de arco sumergido

Son tres los principales factores variables en la soldadura eléctrica de arco sumergido: corriente, voltaje y velocidad de avance; también tiene influencia el diámetro del alambre. Una vez que se determinan y controlan los factores señalados hasta producir soldaduras satisfactorias, se tendrá la misma calidad a velocidades muy rápidas.

La aplicación de la soldadura automática, exige mayores precauciones de preparación de juntas, debiendo éstas ser exactas y uniformes, además de estar perfectamente limpias de aceite, grasa, suciedad, polvo, escoria, pintura; de lo contrario se afectará la apariencia y calidad de la soldadura.

La aparición de porosidades o huecos debajo de la superficie de la junta soldada, se debe a estas causas y a la humedad. Las aberturas de raíz mayores de 1/32" deben de llenarse manualmente; por lo general se hace con electrodos E - 7010 para juntas a tope rectangulares, o con electrodos E - 7020 para juntas a tope biseladas, sin olvidarse que el metal base es el que define el tipo de electrodo.

Si es demasiado profundo el lecho del flux, los gases de la combustión tienen dificultad para escapar, por lo que será necesario un adecuado monte de flux en forma regular, para establecer buenas condiciones de soldadura y dejarla libre de porosidad.

Si el electrodo se conecta al polo positivo, se produce un cordón con mayor penetración, mejor acabado y con menos tendencia a la porosidad. Hay que hacer notar que si se conecta el electrodo al polo negativo se obtendrá aproximadamente un promedio de fusión de 33% mayor, por lo que la polaridad también influye en este tipo de soldadura.

La falta de penetración de la soldadura en una junta puede tener serio inconvenientes, ya se trate de una conexión o simplemente de una junta a tope, por la reducción del área útil, en el último de los casos. El medio más importante apropiado para inspeccionar el interior de una junta, es la impresión de una película filmica, por medio de los rayos gamma que produce un material radioactivo, ora estroncio 137, ora cobalto 90, dependiendo del espesor del material.

La impresión de la placa filmica se realiza fijándola en la parte posterior de la junta, y colocandola en el interior la cápsula radioactiva en un soporte especial,

fijo a su vez en un imán de tipo permanente para colocarlo con facilidad. Cuando la placa gammagráfica revele la existencia de una grieta en la junta soldada, inclusión de escoria, falta de penetración, falta de fusión o cualquier otro defecto, habrá que remover la soldadura defectuosa, realizando ésta operación con soplete de oxiacetileno o bien con un aparato llamado arco de aire, que no es otra cosa que un porta electrodos conectado a una fuente de aire, para que el electrodo de carbón al hacer contacto con la soldadura defectuosa a remover, reciba un pincel de aire a fin de retirar la escoria proveniente del metal levantado. Con este mismo aparato se hace el ranurado de penetración de juntas, cuando no se prefieren las preparaciones en bisel.

FABRICACION DE LA ESTRUCTURA METALICA EN LAS COLUMNAS

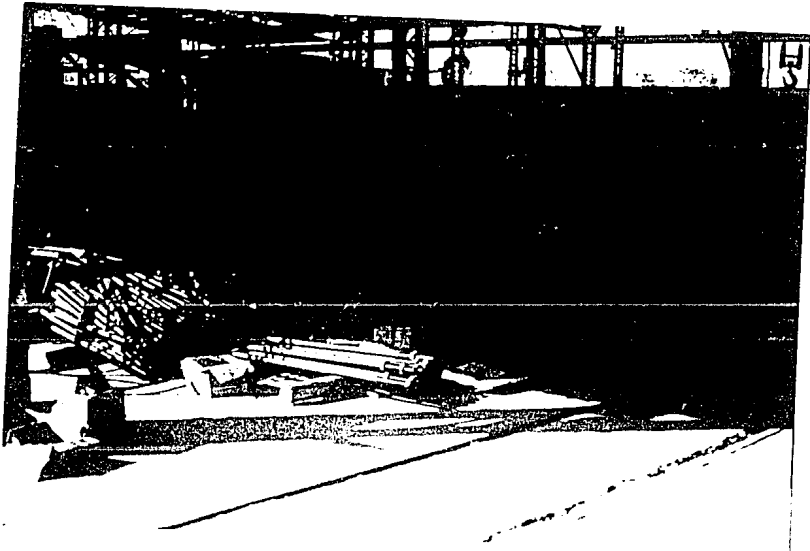
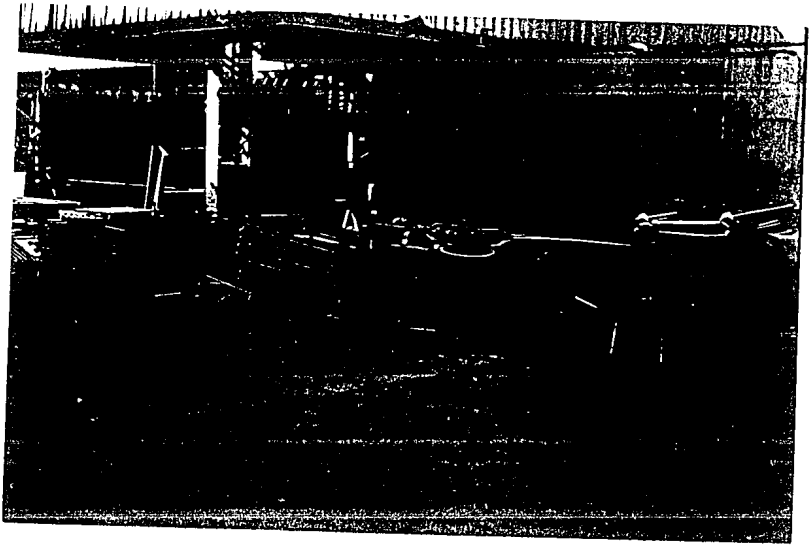


foto no. 10.A
Anclas de fricción para los apoyos de las placas base

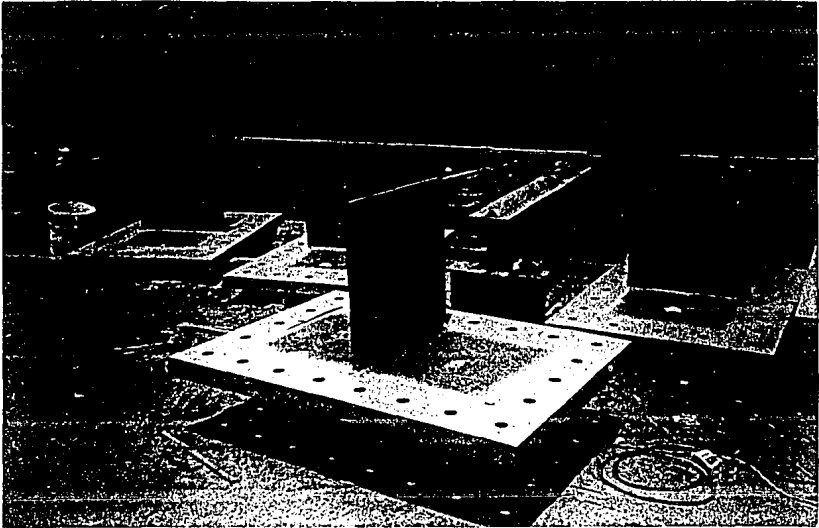
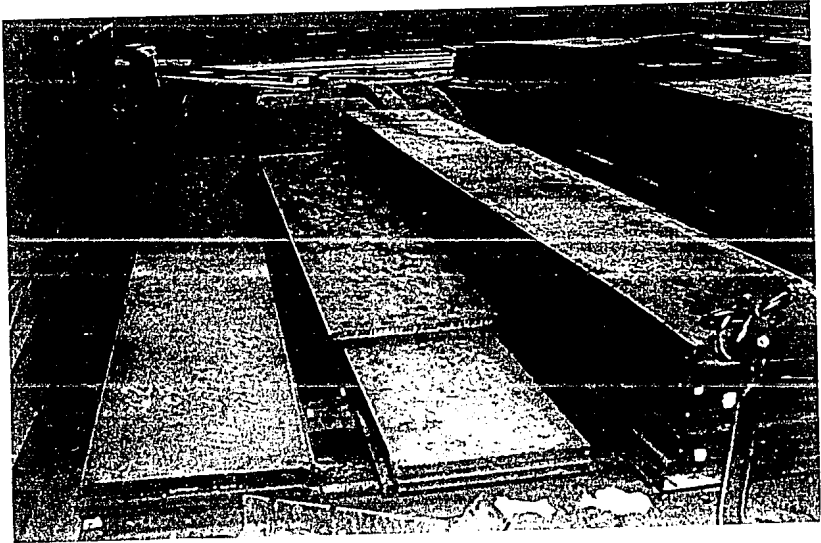
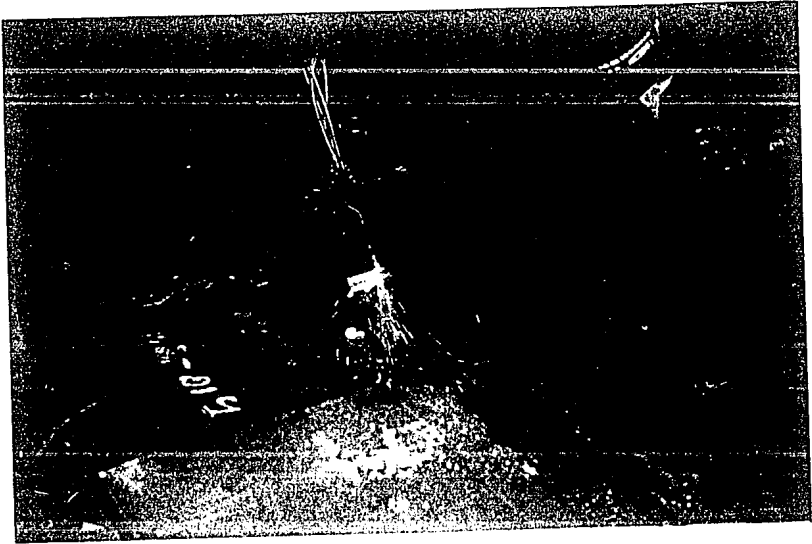


foto no. 11.A
Placa base para el montaje de las columnas



foto no. 12.A
Placa base para la union de las columnas



fotos nos. 13.A y 14.A
Habilitado de las placas para el armado de las columnas

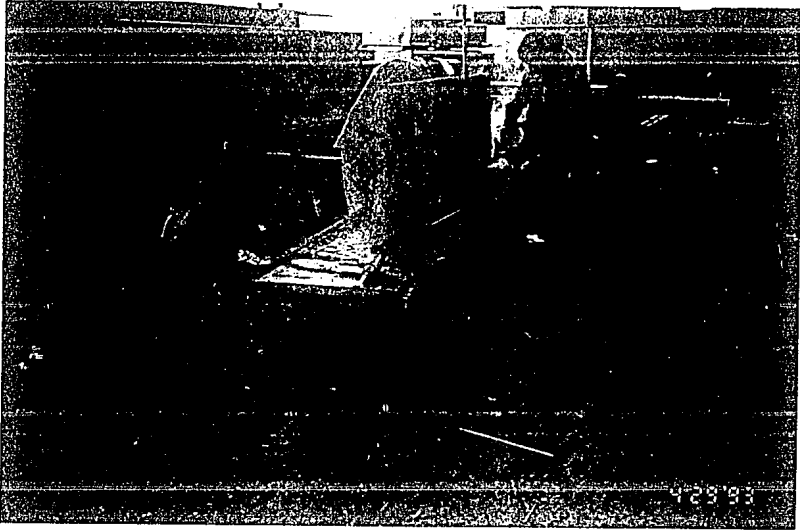


foto no. 15.A
Limpieza y soldadura de una de las partes de la columna

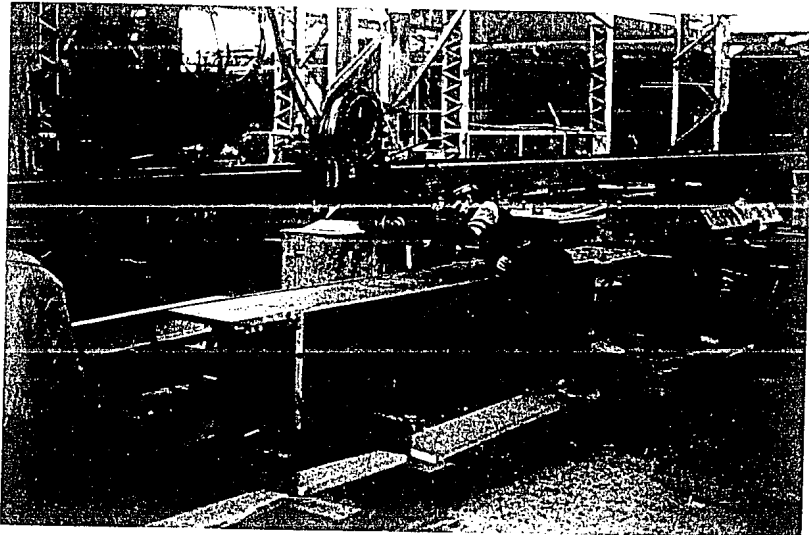
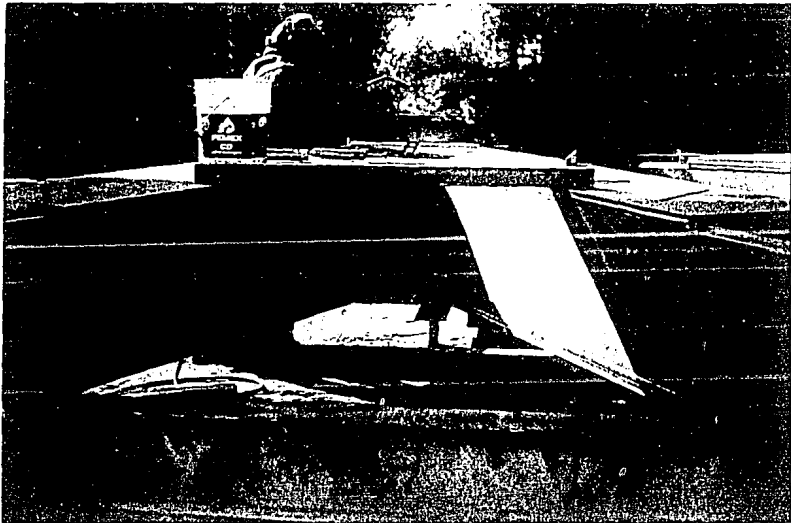
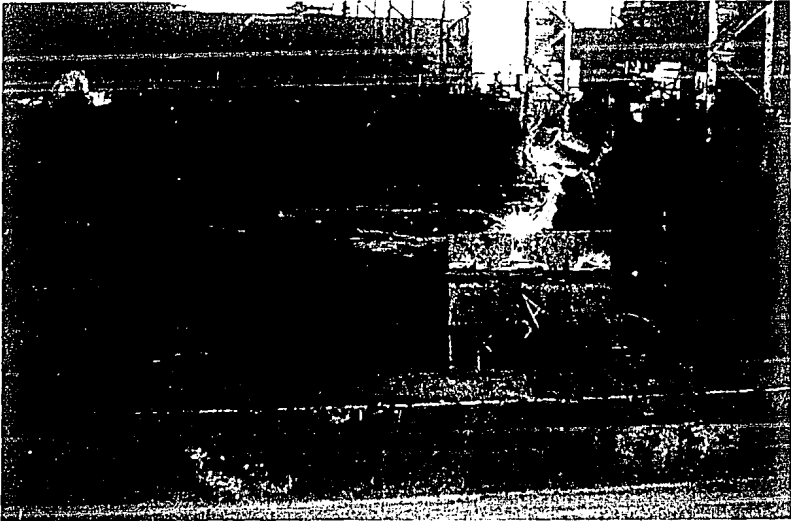


foto no. 16.A
Soldadura automática de arco sumergido en columnas



fotos nos. 17.A y 18.A
Soldadura de las placas que unen a la columna

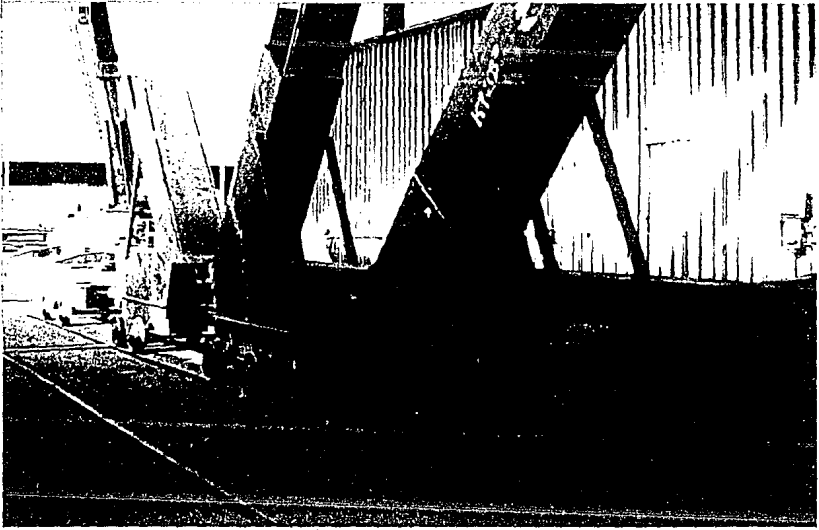


foto no. 19.A
Limpieza y preparación de la columna para la aplicación de pintura

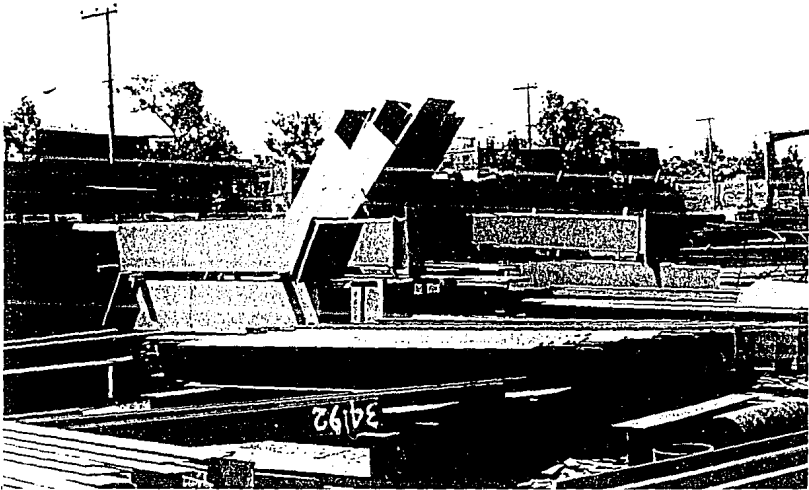
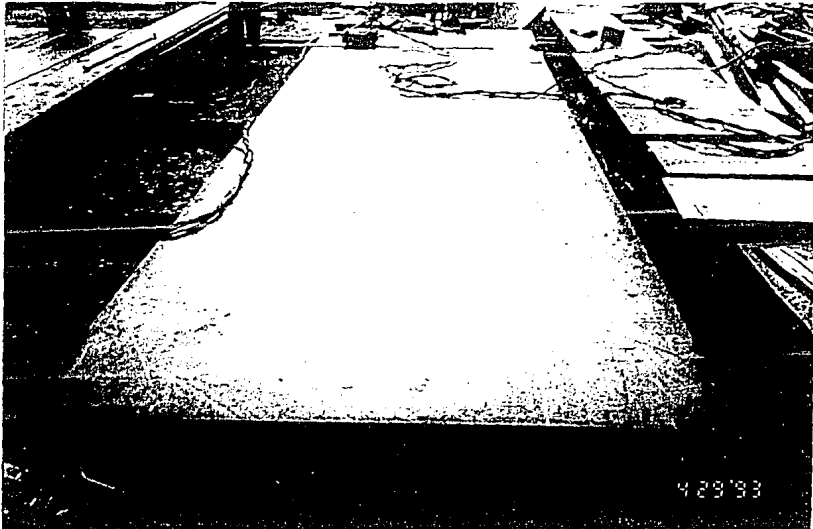
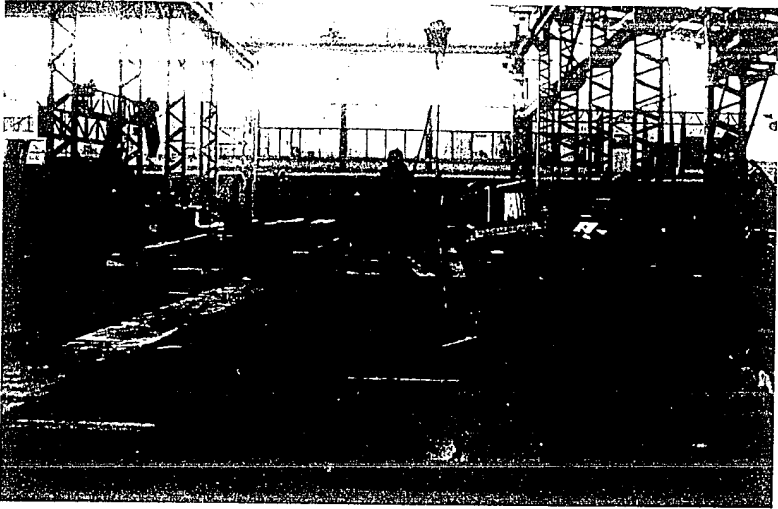


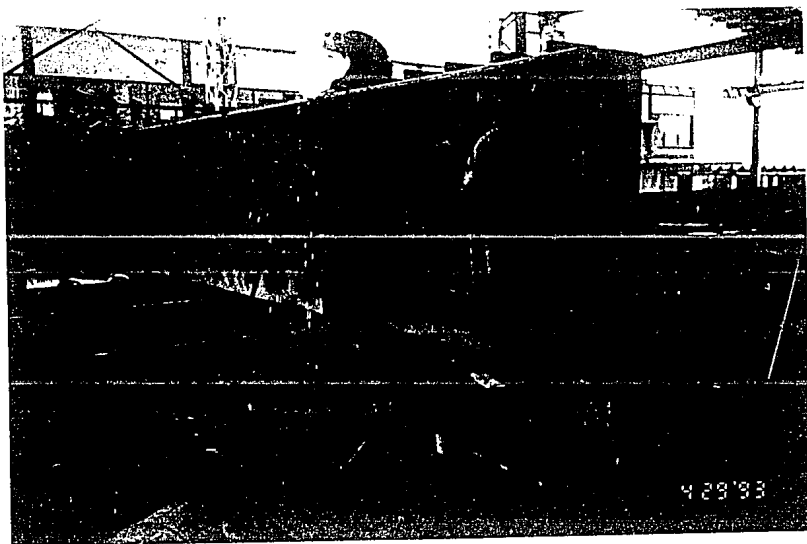
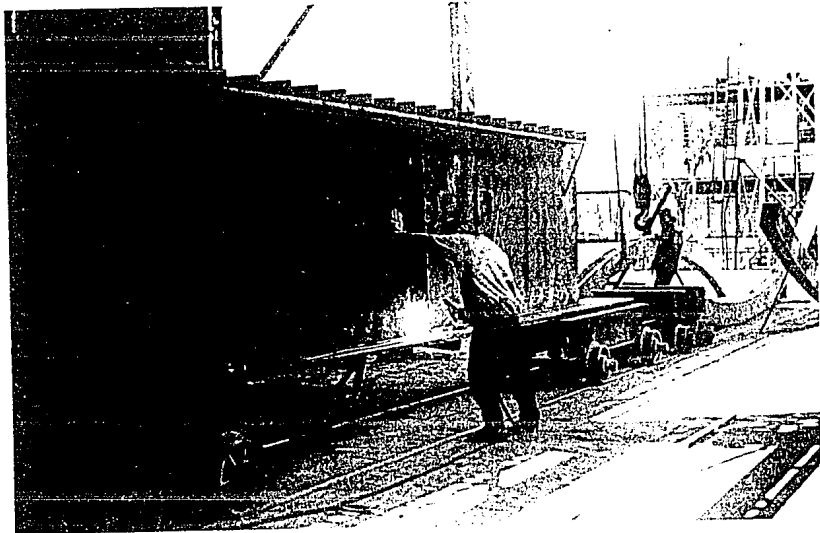
foto no. 20.A
Vista general de las columnas con el acabado final y listas para el suministro a la obra



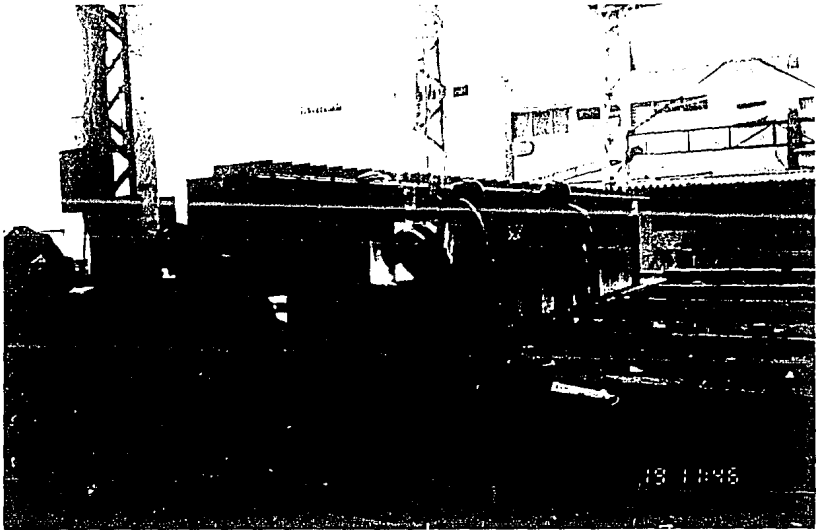
fotos nos. 21.A y 22.A
Corte y habilitado de las palcas para formar la trabe



fotos nos. 23.A y 24.A
Habilitado de placas para la fabricación de las traves



fotos nos. 25.A y 26.A
Soldadura manual en las traves



fotos nos. 27.A y 28.A
Vista de las traves terminadas en el proceso de soldadura

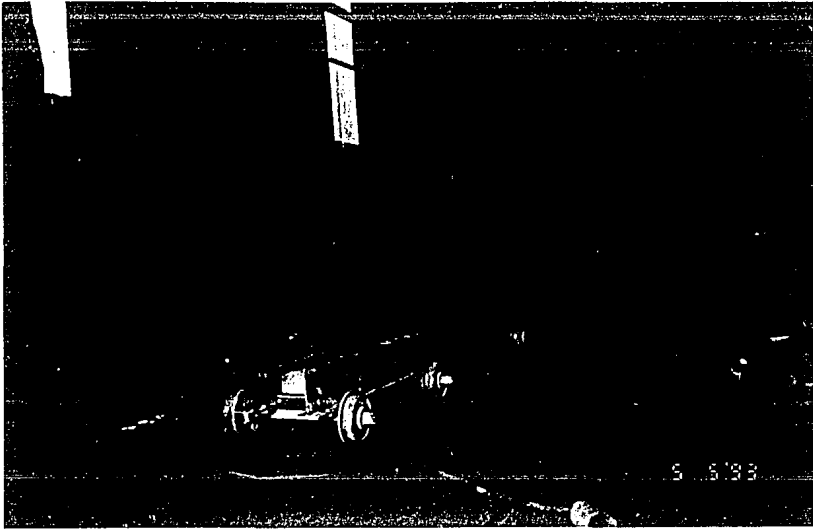


foto no. 29.A
Trabe en el proceso de sam-blasteo

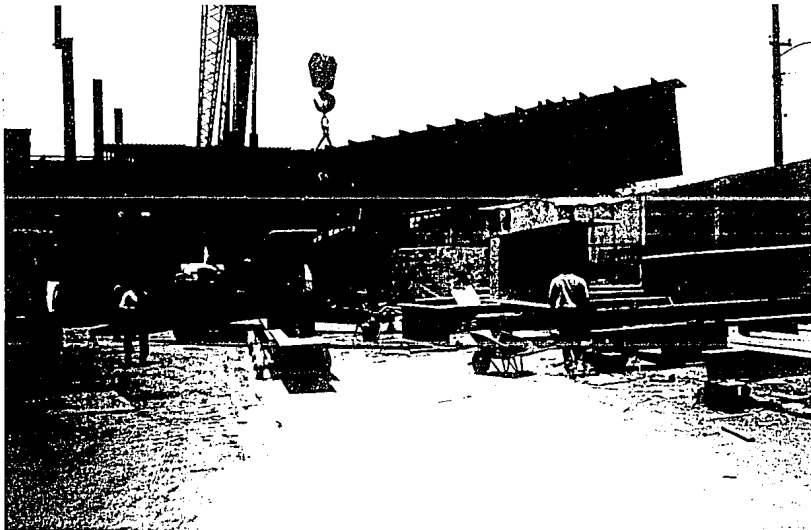
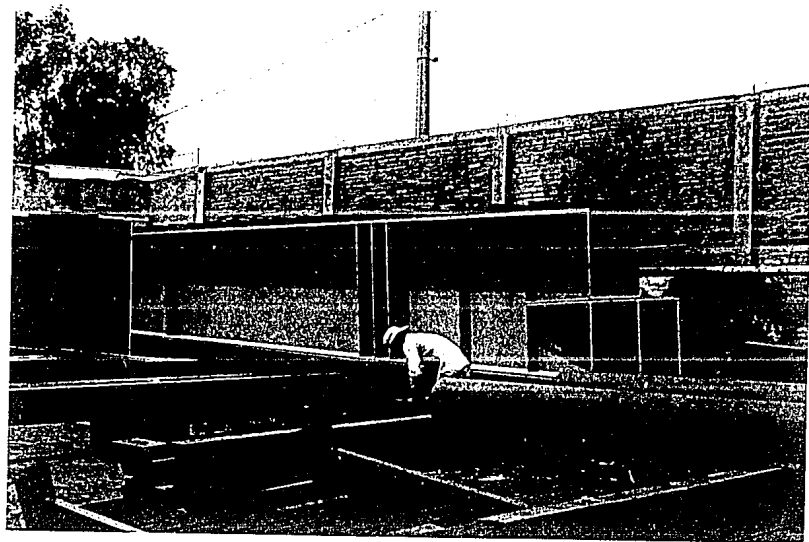
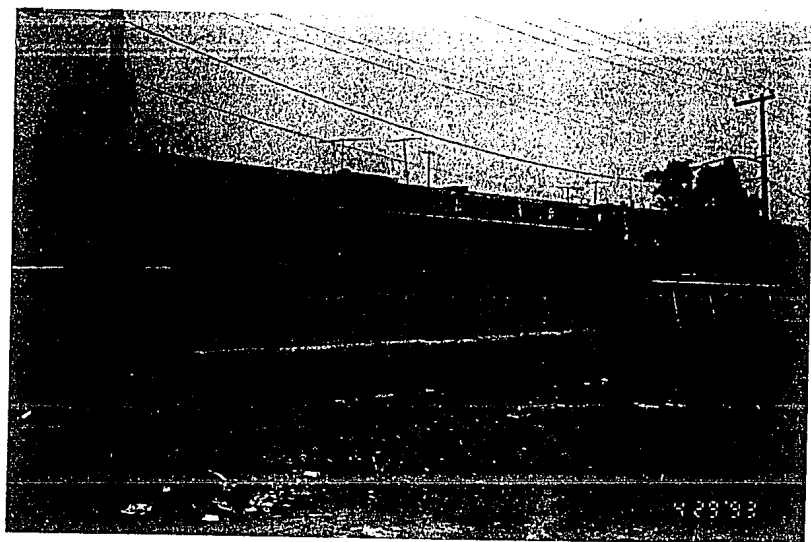
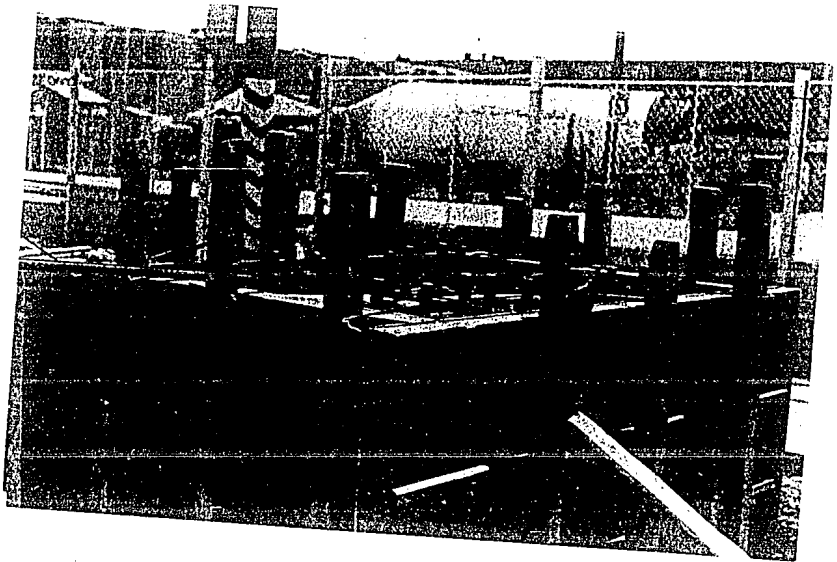


foto no. 30.A
Trabe lista para el acabado final

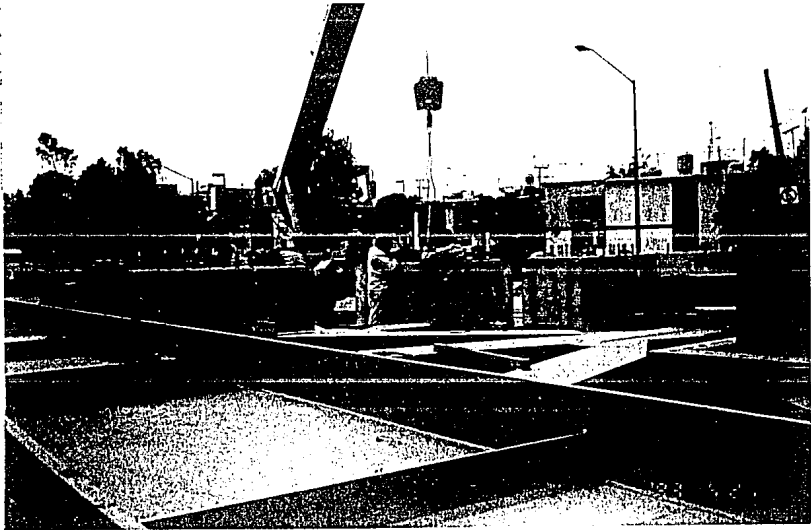
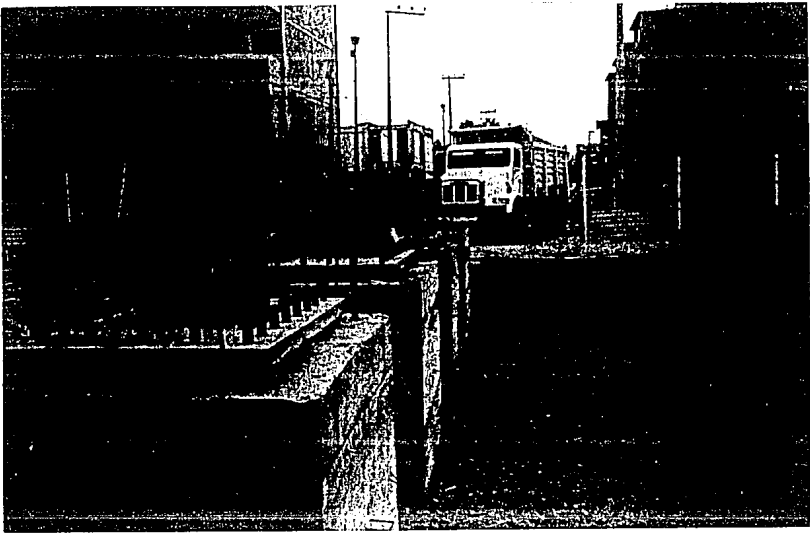


fotos nos. 31.A y 32.A
Trabes con el acabado final y listas para el suministro en la obra

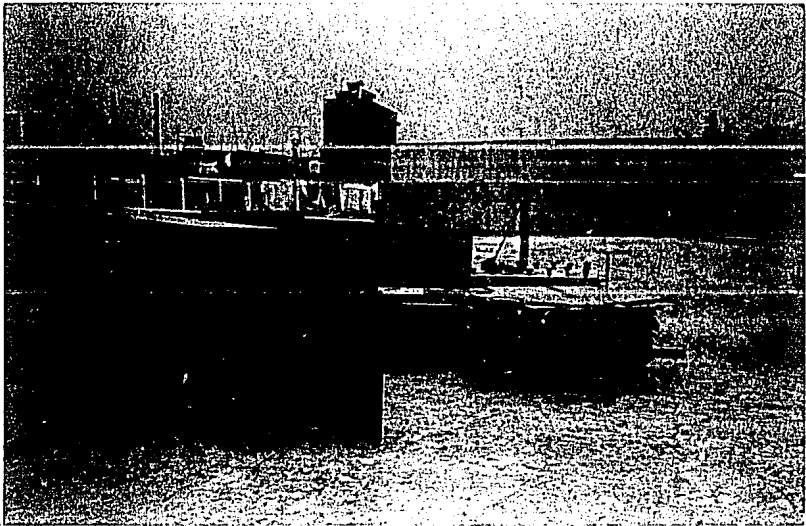
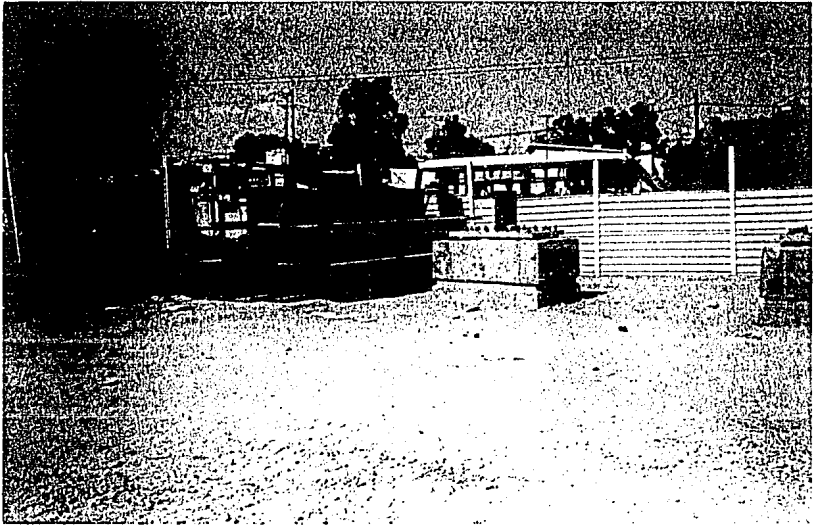
11 MONTAJE DE LA ESTRUCTURA METALICA



fotos nos. 1 B y 2 B
Colocación y fijación de las anclas d. Dirección



fotos nos. 3.B y 4.B
Colocación de las placas base



fotos nos. 5.B y 6.B
Suministro de los columnas para su colocación sobre los dados de concreto

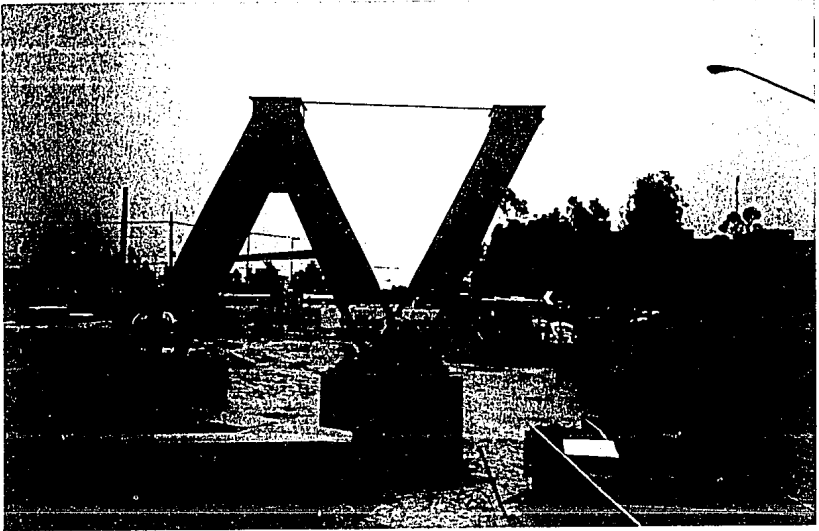


foto no. 7. B
Columnas colocados en las placas base



foto no. 8.B
Vista de las columnas que seran montadas en los ejes 7 y 6

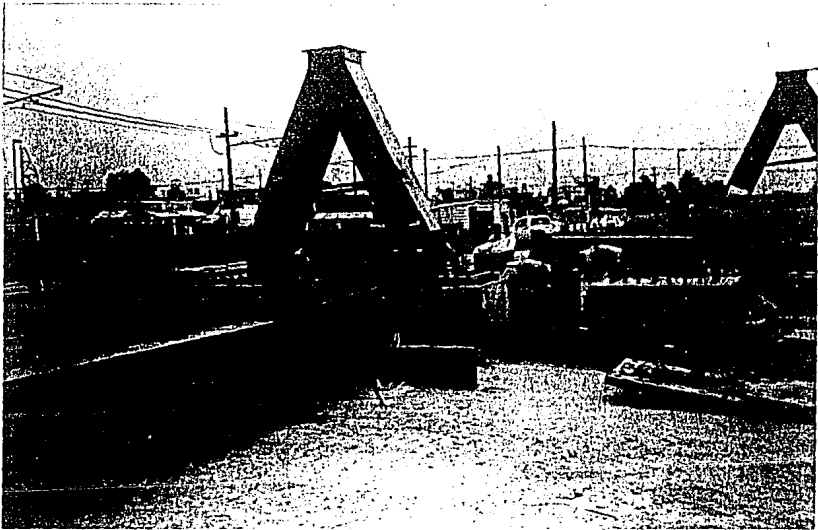


foto no. 9.B
Columnas colocadas en los ejes 6 y 7 y parte de las traveses para su colocación

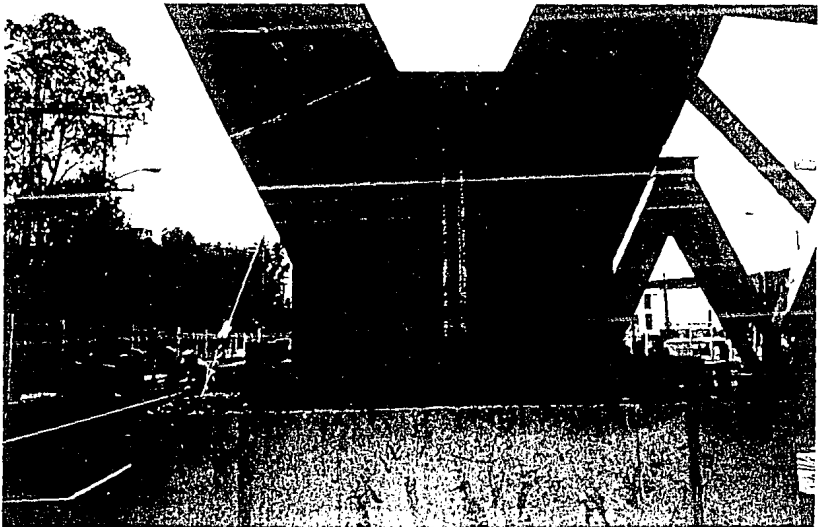


foto no. 10.B
Colocación de las tapas que unen la base de las columnas



foto no. 11.B
Vista de las traves para el montaje de los primeros ejes

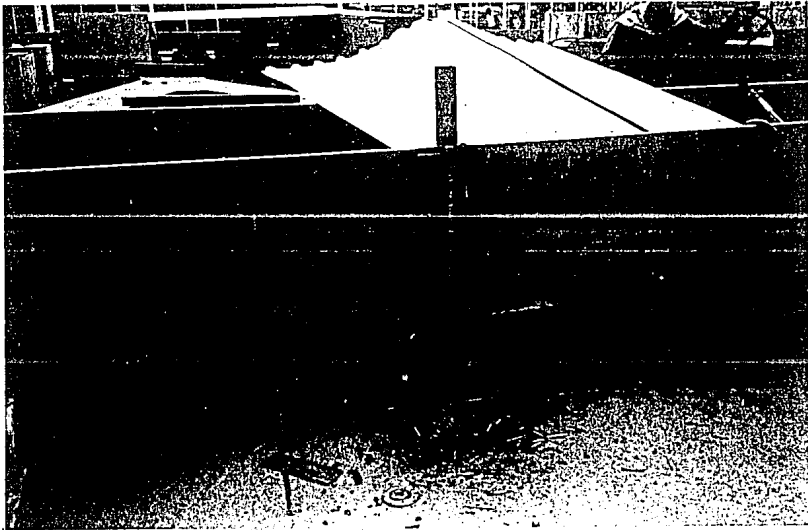


foto no. 12.B
Unión de los tramos de traves para ser montadas

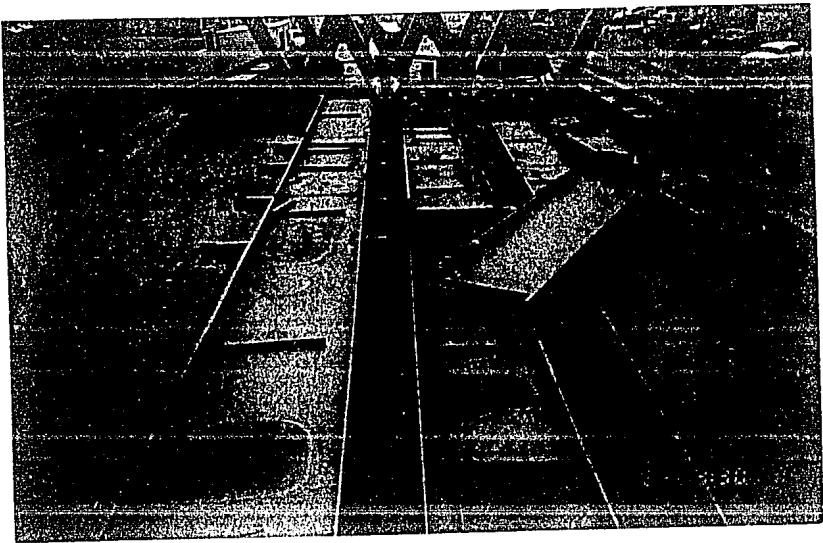


foto no. 13 y 14. B
Conjunto de traves preparadas para ser montadas en los ejes 9 y 10

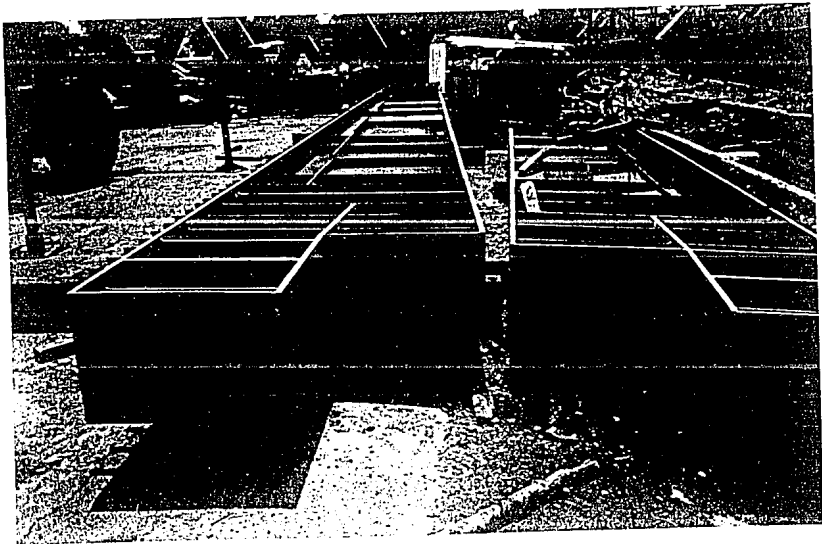


foto no. 14 y 15. B
Conjunto de traves preparadas para montaje en ejes 3 y 4 y 7 y 8



foto no. 16 y 17.B
Conjunto de traves preparadas para el montaje en ejes 6 y 7

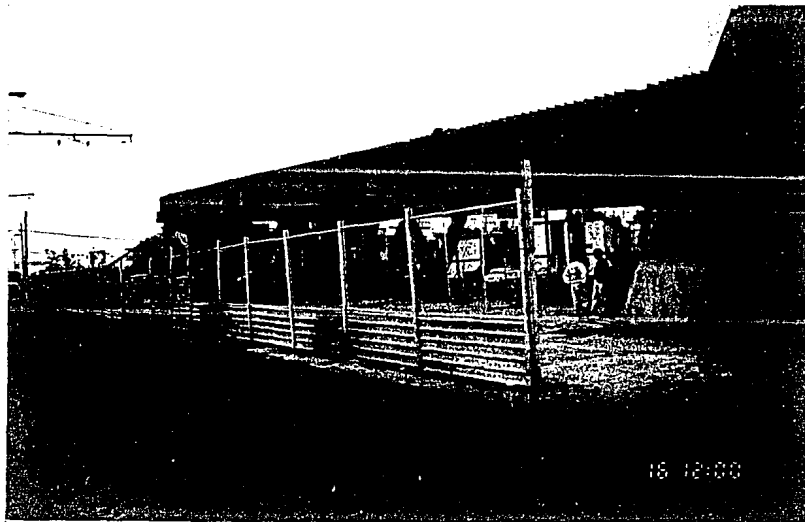


foto no. 18 y 19.B
Vista general del puente en los ejes 10, 9 y 8 perteneciente a la zona poniente

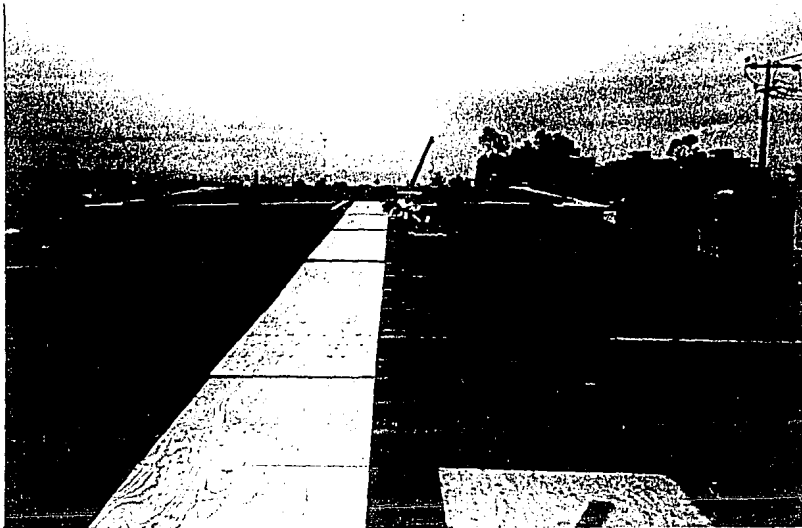


foto no. 20.B

Colocación de cimbra para el colado de la losa de concreto en los ejes 8 y 9

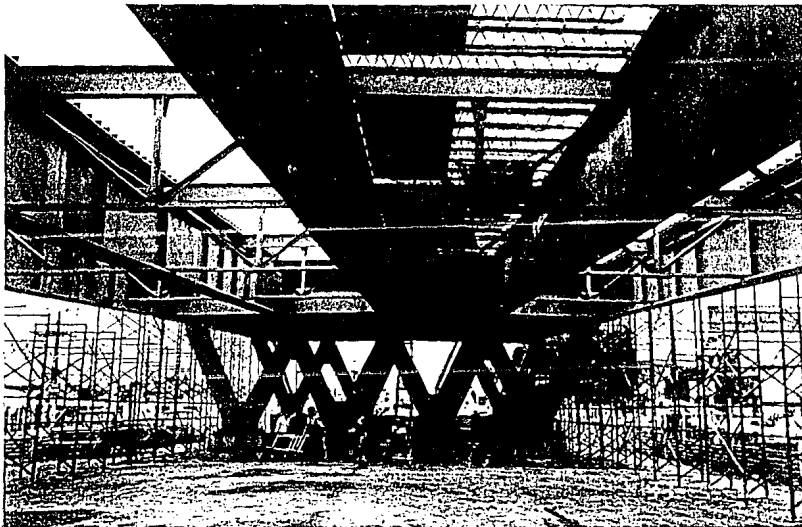


foto no. 21.B

Vista inferior del puente colocando la cimbra del colado de la losa



foto no. 22.B
Torres o cimbra falsa que se utilizarón en el montaje de las traves centrales

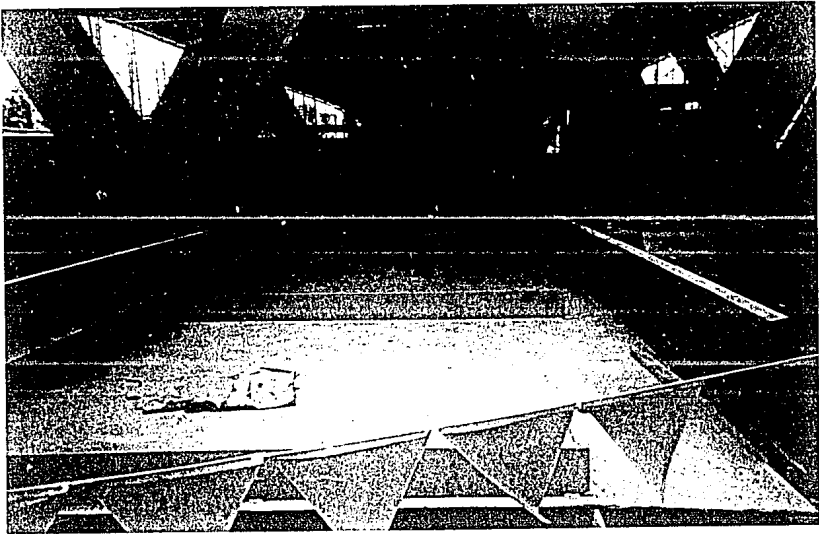


foto no. 23 .B
Conjunto de partes de las traves listas para el montaje



foto no. 24. B
Colocación de cimbra para el armado de acero en la parte central

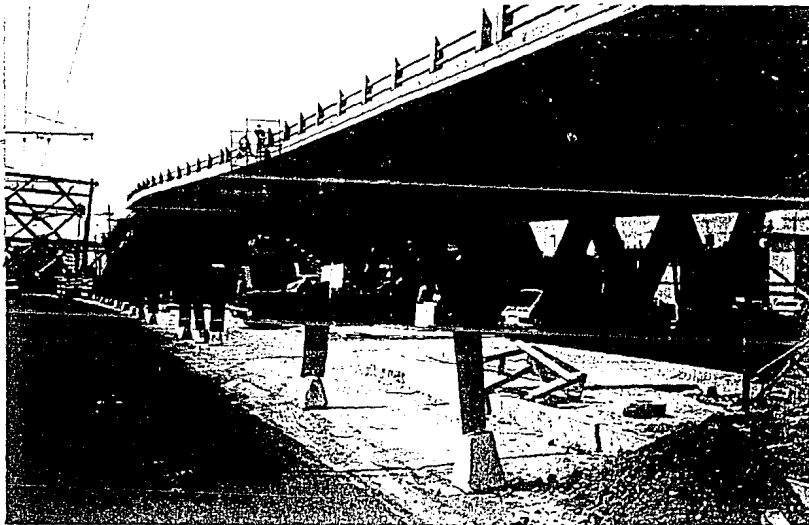


foto no. 25.B
Aplicación de pintura en la parte inferior del puente

**PROCEDIMIENTO DEL
TENSADO DE TRABES
CENTRALES**

III.- PROCEDIMIENTOS DEL TENSADO DE TRABES CENTRALES

"Pretensar una construcción, es someterla antes de aplicar las cargas, a fuerzas adicionales que determinan unas tensiones tales que al componerse con las que provienen de las cargas dan en todos los puntos resultantes inferiores a las tensiones límites que la materia puede soportar indefinidamente sin alteración"

En 1934 Freyssinet pudo demostrar espectacularmente el interés del pretensado principalmente al conseguir la consolidación de las fundaciones de la estación marítima del Havre, mediante un proyecto que utilizaba múltiples aplicaciones de esta idea. Pero el desarrollo del pretensado no comienza verdaderamente hasta el final de la segunda guerra mundial, hacia 1945, con el nacimiento de la Société Technique pour l'Utilisation de la Précontrainte (STUP), que se permitió agrupar un equipo de ingenieros de primer orden de esta forma, se pudo concebir y poner a punto métodos de cálculo apropiados para las estructuras pretensadas y técnicas de realización adaptadas a los diferentes campos de Obras Públicas y Edificación, cuyo conjunto ha constituido una verdadera *"revolución en el arte de construir"*

En el campo del pretensado se tiene como vocación principal:

- Proponer un conjunto de técnicas que respondan a todos los problemas que plante el pretensado en general;

- Concebir y poner a punto, para todos los tipos de estructuras, los procesos de ejecución más idóneos;
- Estudiar y realizar los dispositivos especiales que a tal efecto sean necesarios;

Por otra parte los anclajes están concebidos para permitir utilizar todos los tipos de aceros de alto límite elástico (hilos, barras y torones) producidos en el mundo, existiendo modelos adaptados a las necesidades de los diferentes países. Durante los primeros años de aplicación del pretensado, los aceros utilizables se presentaban exclusivamente bajo la forma de alambres, con un diámetro comprendido generalmente entre 5 y 12 mm. pero, gracias a los procedimientos Freyssinet permiten ya obtener, con el empleo generalizado de cables multialambres, una amplia gama de fuerzas de pretensado, superando en esfuerzo unitario las cien toneladas.

Con la aplicación de las barras y los torones de alto límite elástico, los procedimientos Freyssinet se adoptaron rápidamente a las nuevas posibilidades que ofrecían, principalmente por la utilización de cables multitorones, representando la ampliación lógica de los cables multihilos, permitiéndole alcanzar hasta 300 ton. en la gama de fuerzas unitarias de pretensado. Pero el interés de los procedimientos Freyssinet, proviene también, en gran parte, de sus propias ventajas, que son principalmente las siguientes:

- Permiten utilizar aceros de alto límite elástico de cualquier naturaleza y sección, hilos, barras y, sobre todo, hoy, día, torones que ocupan la mayor parte de la producción mundial de acero de pretensado.
- Para cada tipo de acero presentan una gran variedad de unidades, el objeto de responder a todas las necesidades en todos los países y permiten también conservar el mismo tipo de acero para las distintas armaduras de pretensado de una obra, la

utilización de los aceros, bajo las diversas formas en que son suministrados (bovinas, carretes...), es de una gran flexibilidad.

- Para bloquear una armadura, tras su puesta en tensión, no es necesario, someterla previamente, en la zona de anclaje, a un tratamiento susceptible principalmente de disminuir la resistencia.

- En la fabricación de armaduras no es necesario una medición muy rigurosa de la longitud de corte lo que representa una importante economía.

- Durante el tensado no está limitada la posibilidad de alargamiento por la construcción del anclaje.

- Al estar fijados los anclajes a las piezas a pretensar no varían su longitud como consecuencia del alargamiento de los torones evitando así un recrudescimiento suplementario del concreto de recubrimiento en el extremo de la estructura.

- Las armaduras pueden colocarse en las vainas antes del concreto o enfilarse después de colar, con lo que se permite establecer cables continuos en una obra, o enlazar elementos prefabricados y, en particular, realizar con facilidad el pretensado de los Puentes construidos.

Armaduras de pretensado.- Las armaduras de pretensado más usuales están constituidas por hilos o torones de acero de alto límite elástico "trefilado" o "laminado".

HILOS.- Los hilos utilizados generalmente tienen diámetros comprendidos entre 5 y 12 mm.

TORONES.- Los torones, en principio, están constituidos por siete hilos de pequeño diámetro (del orden de 5 mm.), de los cuales seis están dispuestos en hélice alrededor de un hilo central ligeramente más grueso. Los torones más corrientes tienen 13 mm. (0.5 pulgadas) y 15 mm, (0.6 pulgadas) aproximadamente de diámetro; se denominan respectivamente T-13 y T-15.

Generalmente las armaduras Freyssinet se alojan en vainas metálicas de fleje de espesor comprendido entre 0.3 y 0.6 mm, consiguiendo un perfil ondulado con rodillos prensos. No obstante en algunos casos particulares, las armaduras pueden colocarse :

- Bien en tubos de acero laminado soldado de 1.5 a 2 mm. de espesor (o más eventualmente), principalmente por cables exteriores, cables verticales o conductos de gran curvatura;
- O bien en tubos de plástico, particularmente cuando existe un riesgo singular de corrosión, pueden ser de policloruro de vinilo (PVC) o polietileno, con pared lisa o ondulada, y cuyo espesor para grandes diámetros es del orden de 5 a 6 mm.

PROCEDIMIENTO DEL TENSADO EN EL PUENTE TEZONTLE

1.- HABILITADO DE LOS CABLES:

El acero de presfuerzo llega a la obra en bobinas de un peso aproximado de 2.8 a 3 toneladas. Las bobinas se deben almacenar teniendo cuidado en un lugar seco, si se dejan a la intemperie se deben de cubrir con lonas. Se debe de tener mucho cuidado de no dañar los flejes para poder manipular las bobinas sin problemas.

Para el habilitado se requieren los siguientes materiales y equipos:

- a) Una devanadora
- b) Una esmeriladora
- c) Una cinta de 30 m
- d) Aceite soluble
- e) Alambre recocido

El primer paso a seguir es montar una bobina en la devanadora, lo cual se puede lograr con la ayuda de una grúa o un cargador frontal, se deben de formar una capa de polines sobre el cual se colocarán los cables que se van habilitando.

Se marca la longitud del primer torón, se corta y se utiliza una medida como patrón para habilitar los siguientes torones.

Una vez cortados los torones a la medida, se enrollan, dejándose amarrados con alambre recocado. Si se van a insertar de inmediato no es necesario enrollarse, de lo contrario deben de bañarse con aceite soluble y colocarse en un sitio seco y seguro para su próxima colocación.

Es importante que la medida de proyecto de los cables se rectifique sobre la obra, considerando el trazo de los mismos y la longitud de puntas necesaria para el tensado.

II.- INSERTADO DE LOS CABLES

1.- Para el insertado manual de los cables usualmente se utiliza una punta en forma de bala o bien se encinta la punta de todos los tornos que conforman un cable, formando una sola punta. Para el caso particular del **Puente Tezontle**, es mas sencillo soldar con broce todas las puntas de los torones de un cable, dejando una pequeña gasa que puede ser el mismo acero.

2.- Sobre la gasa que se dejo se sujetara una guía, la cual se dejara previamente dentro de la reserva

3.- La guía se jalará con ayuda de una malacate hasta poder instalar el cable completo, en el caso particular del **Puente Tezontle** se inserto un alambre a todo lo

largo de la trabe, en donde, por un extremo del alambre es colocado el cable a insertar y por el otro lado de la trabe es jalado por una camioneta hasta el paso total del cable.

III.- COLOCACION DE ANCLAJES :

Los anclajes 19T15 (para 19 torones de 15 mm. de diámetro) están compuestos por lo siguiente:

- a).- Placa de apoyo
- b).- Block para alojar cuñas
- c).- Cuñas para presfuerzo normal
- d).- Trompeta
- e).- Respiradero

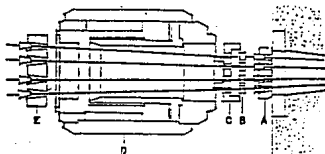
**ver figuras nos. III. 1 y 2
esquema del procedimiento del tensado**

La placa de apoyo es de acero A-36, de 35x35 cm. y un espesor mínimo de 50.8 mm., con un orificio de 18.2 cm. para el paso del cable; su función es proporcionar una superficie de apoyo al gato y transmitir el esfuerzo que recibe el anclaje hacia la viga que se esta tensando.

El block, ademas de alojar las cuñas, recibe el esfuerzo de todos los torones y se lo trasmite a la placa de apoyo. El block tiene 22 cm. de diámetro y 65 mm.

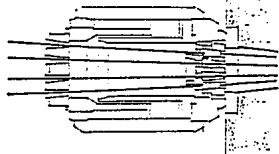
1.- COLOCACION.

Orden de colocación del gato y sus accesorios.
a) bloque de anclaje con cuñas de un emplazo
b) manguitos de caucho.
c) placa de bloqueo.
d) gato.
e) bloque de anclaje trasero con cuñas especiales.



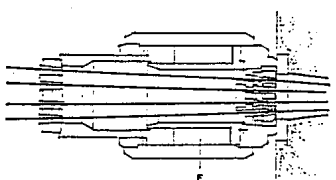
2.- PREPARACION PARA TENSAR.

Fijación de los torones sobre el bloque trasero del gato mediante cuñas.



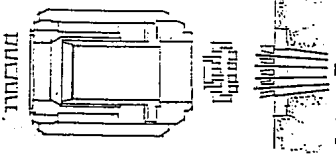
3.- TENSADO.

Presión de la cámara de tensión (F) del gato hasta el núm. de bares correspondientes al nivel deseado en el cable. Los manguitos de caucho aseguran el bloqueo uniforme de las cuñas y limitan su posterior penetración.



4.- VACIADO Y DESMONTAJE DEL GATO.

Vaciado del aceite de la cámara de tensión. Desmontaje del gato y sus accesorios.



figuras nos. III. 1 y 2
Esquema de los procedimientos de la colocación del gato para su tensado

de espesor aproximadamente, posee 19 perforaciones para el piso de los torones y para colocar las cuñas.

Las cuñas, tienen por objeto sujetar a cada torón una vez que está tensado, existe un control de calidad riguroso durante su fabricación.

La trompeta, es de lámina de acero, su función es guiar a los torones, del anclaje hacia la vaina o ducto en el que se alojara el cable.

El respiradero, es una manguera por la cual se inyectará la lechada de protección al cable.

La placa de apoyo se debe soldar a la viga, en el sitio adecuado según proyecto, antes de insertar el cable, la trompeta y el respiradero también deberán estar listas antes del insertado.

IV.- TENSADO DE LOS CABLES

Para esta operación utilizamos un gato Freyssinet multitorón con las siguientes características :

Peso	740 kg.
Area	766 cm ²
Capacidad	480 ton
Longitud abierto	1.35 m
Diámetro del cuerpo	0.65 m
Diámetro mínimo libre p/trabajo	0.70 m

ver figura No. III.3

Lo primero que debemos checar es si existe el espacio necesario para la instalación del equipo completo como es : el gato, la bomba, las mangueras, las válvulas, etc. El tensado se llevará a cabo colocando un gato en cada cable al 100% de la fuerza del tensado.

Debemos prever la forma de sujetar el gato para su colocación. El gato se conectará a una bomba por medio de mangueras de alta presión de la misma longitud, las mangueras y válvulas se probarán previamente a una presión de 500 bares junto con la bomba, para verificar que no existan fugas en las conexiones

La operación de tensado se lleva a cabo incrementando la presión de 100 en 100 bares, tomando nota de los alargamientos medidos. Una vez que se ha dado la presión total, debemos medir la penetración de la cuña y tomarla en cuenta sobre los alargamientos medidos.

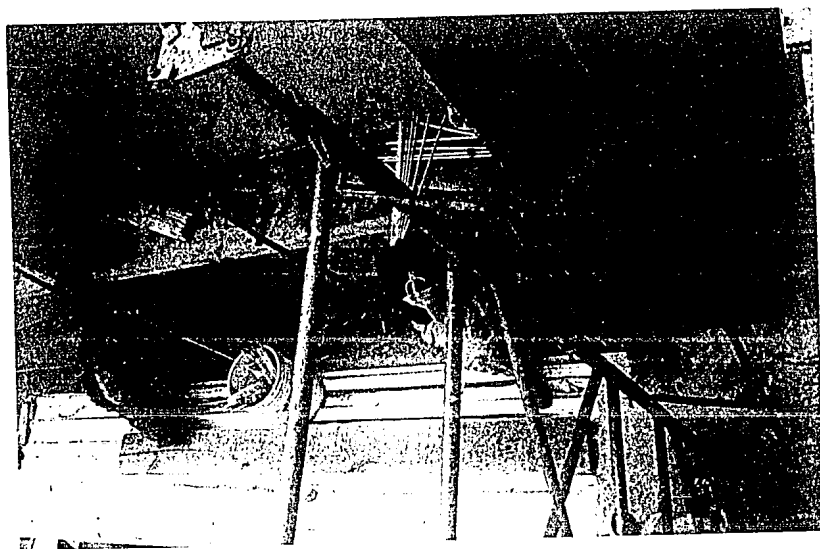
Una vez que se ha medido el alargamiento, se verificó que es normal contra el de proyecto y que la trabe no se ha deformado más de lo normal, por lo que se procede a cortar las puntas de los torones en los anclajes.

El siguiente paso es colocar los capuchones que protegerán a los anclajes, dejando su manguera (respiradero) para posteriormente inyectar la lechada. Los capuchones deben de quedar perfectamente bien selladas con silicón o pasta para calafatear, de tal forma que no queden fugas para la lechada.

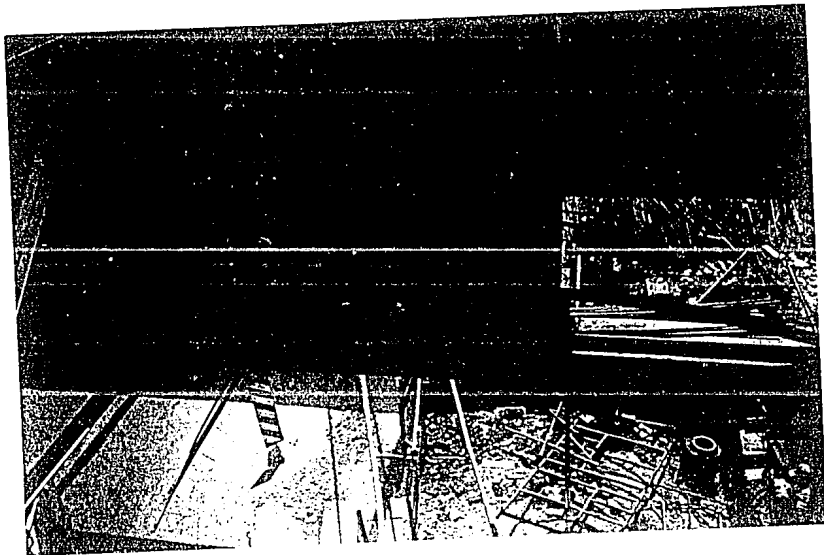
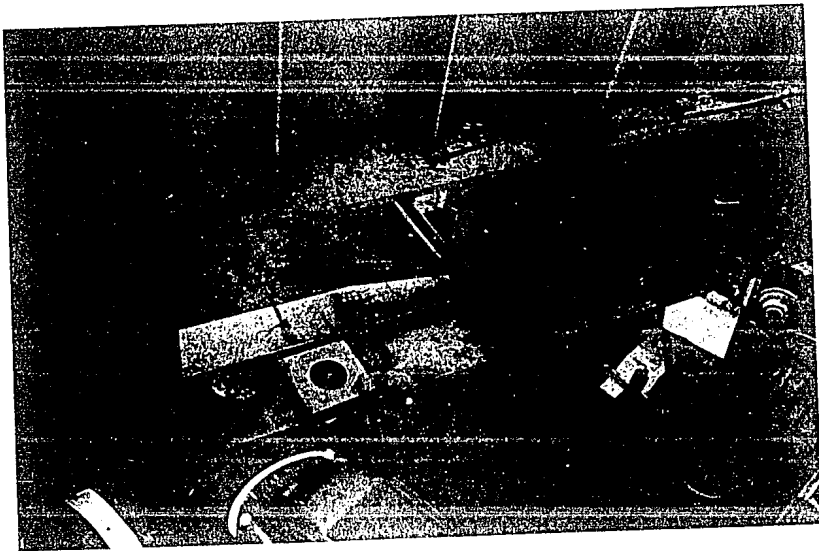
V.- INYECCION DE LECHADA :

Las inyecciones consisten en rellenar, después del tensado, los vacíos existentes entre las armaduras del pretensado y las paredes de los conductos que le sirven de alojamiento.

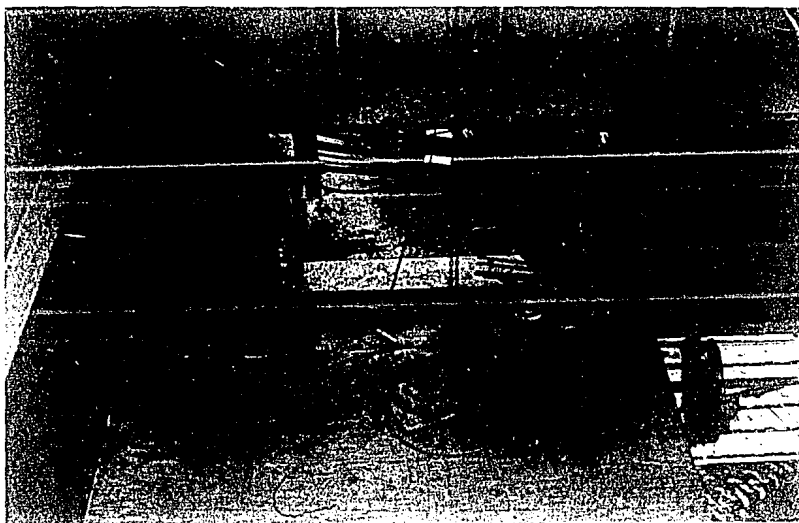
Facilitan la perinidad de las obras, asegurando la protección de las armaduras con la corrosión. Estas inyecciones pueden hacerse con lechada de cemento o, en algunos casos, con grasa y resina.



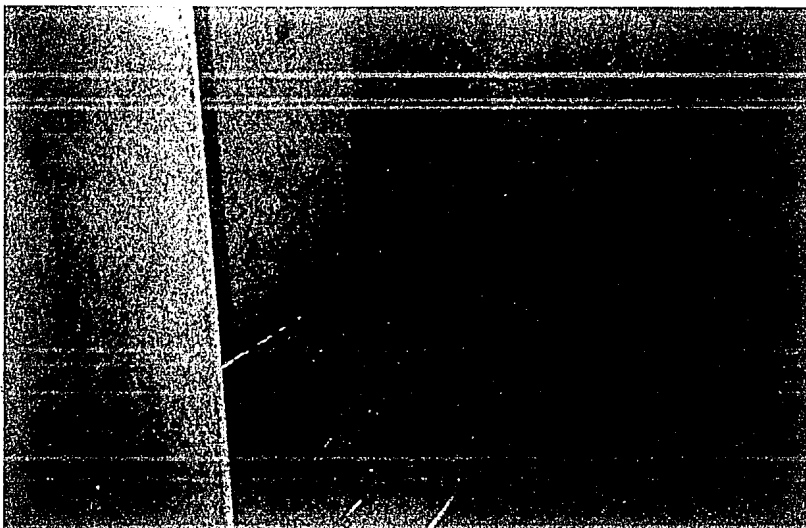
fotos nos. III. 1 y 2
Arreglo de las traves centrales para el insertado de los cables



fotos nos. III. 3 y 4
Insertado de los cables para su tensado



fotos nos. III, 5 y 6
Colocación de gatos para el tensado en los extremos de trabe



fotos nos. III. 7 y 8
Vista de la terminación de las traves centrales tensadas

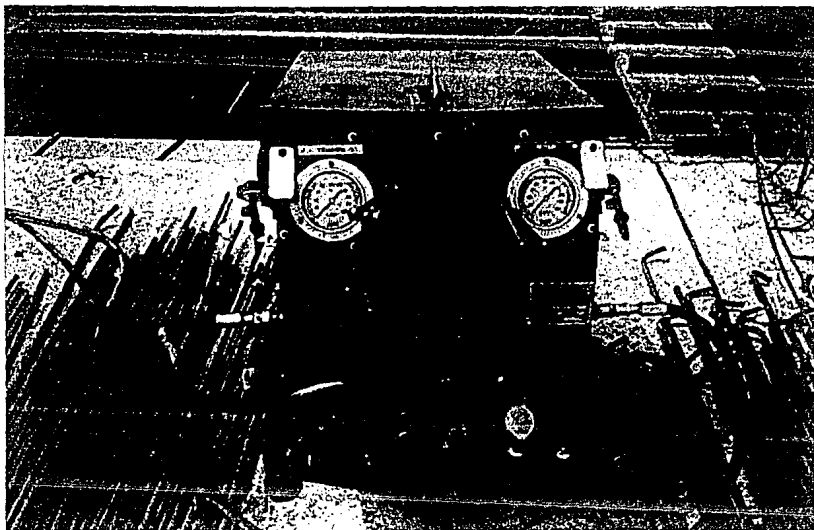


foto no. III. 9
Bomba eléctrica utilizada en el tensado

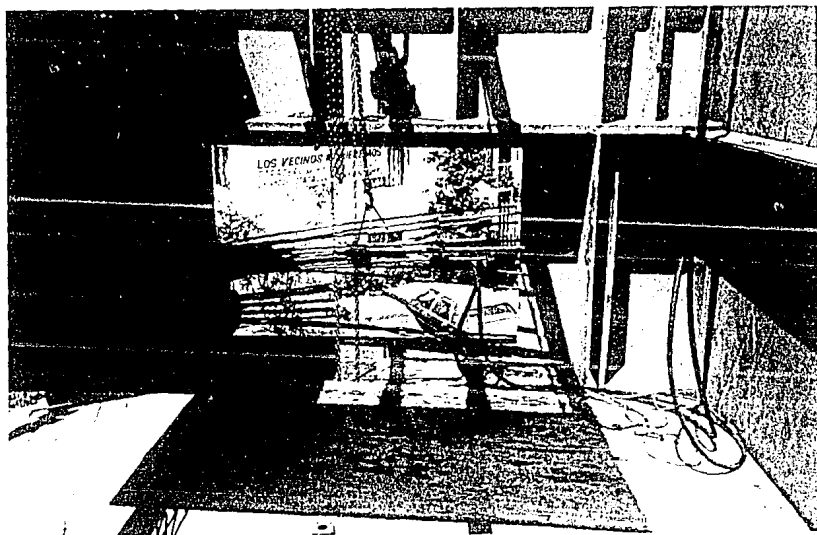


foto nos. III. 10
Vista en otro ángulo del tensado de las traves centrales

Vinculándose la calidad, y a la resolución de los problemas concernientes a las inyecciones a través del tiempo, se han concebido y puesto a punto los equipos adecuados y los métodos particulares, algunos de los cuales han sido objeto de publicaciones técnicas (lechadas retardadas principalmente). Por otra parte la razón a la importancia de las inyecciones, se está constantemente a mejorar las condiciones de ejecución para su empleo :

- De purgas juiciosamente dispuestas ;
- De uniones especiales que permitan garantizar la correcta estaquidad ;
- De capots metálicas que se fijen sobre los anclajes ;
- De dispositivos especiales que permitan facilitar la inyección de cables verticales.

De una manera general, el éxito de las inyecciones depende en gran parte de las disposiciones adoptadas en la concepción del proyecto (situación y trazado de los conductos, posibilidad de colocar las purgas necesarias y de los tubos adicionales de inyección).

Las inyecciones que se realizarán en el **Puente Tezontle** y antes de iniciar esta operación, se debe de chequear lo siguiente :

- Los respiraderos deben de estar libres y el acceso a ellos deben de ser seguro.
- El cajón en donde están alojados los cables debe estar sellado en toda su longitud, para evitar fugas.
- Determinar el sitio en donde se colocara la bomba de inyección, la mezcladora y el depósito de donde se succionara la lechada.

Para esta operación se requieren los siguientes materiales y equipo:

- 1) Cemento gris en bulto
- 2) Aditivo Fluidizante
- 3) Agua limpia

- 4) Bomba de inyección eléctrica
- 5) Mezcladora eléctrica
- 6) Malla para cribar (2 mm. de abertura)
- 7) Deposito de alimentación a la bomba

ver fotos nos. III . 11, 12 y 13

La lechada se prepara con las siguientes proporciones (aproximadamente)

100 kg de cemento

325 ml de aditivo

40 lt de agua

La bomba de inyección se alimenta con 220 v. de corriente trifasica y tiene las siguientes características :

Gasto variable	2.800 lt/hr máximo
Presión máxima	30 bares
Peso	226 kg

La operación de la inyección de la lechada se debe llevar a cabo sin incrementos bruscos en la presión, cuidando que no sobrepase lo que puedan resistir las mangueras de los cables. La presión mínima de inyección deberá ser de 5 bares. Una vez que se prepara la lechada en la mezcladora se vierte al deposito pasando un tamiz en el cual se retienen los grumos que pudieran quedar por un mal mezclado. Del depósito se succiona y se inyecta al cable por un extremo cuando la lechada sale por la manguera del otro extremo se liga esta y se mantiene una presión de 5 bares durante tres minutos, después se liga la manguera por la cuál se está inyectando y de esta forma queda terminada la inyección en un cable.

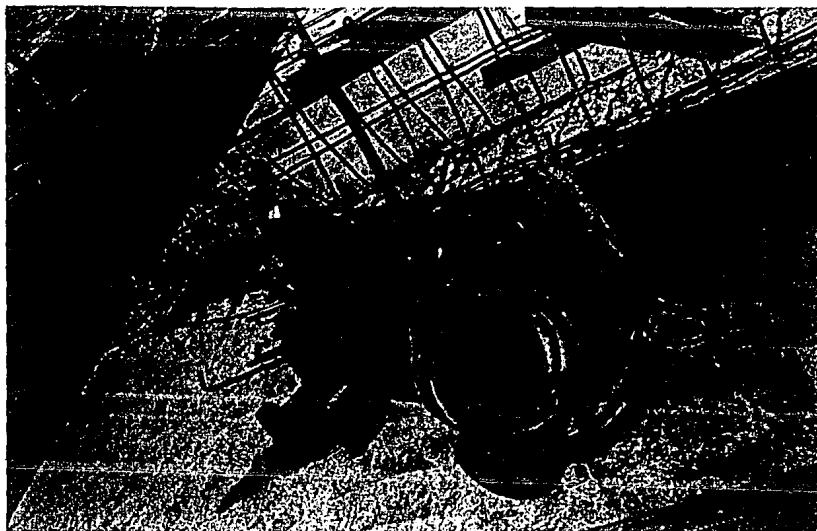


foto no. III. 11
Compresor de aire para la inyección de la lechada

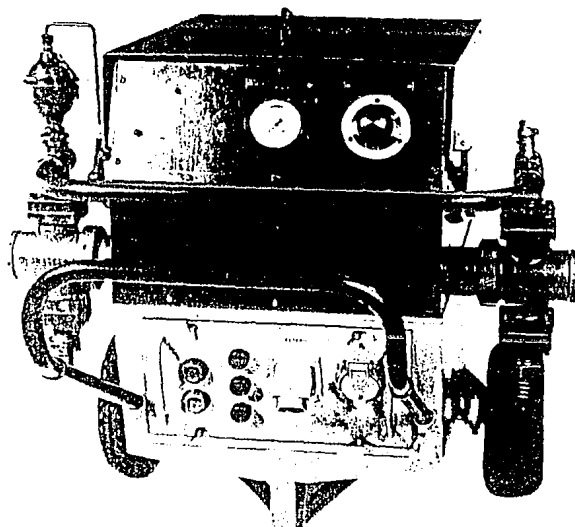


foto no. III.12
Bomba de inyección eléctrica

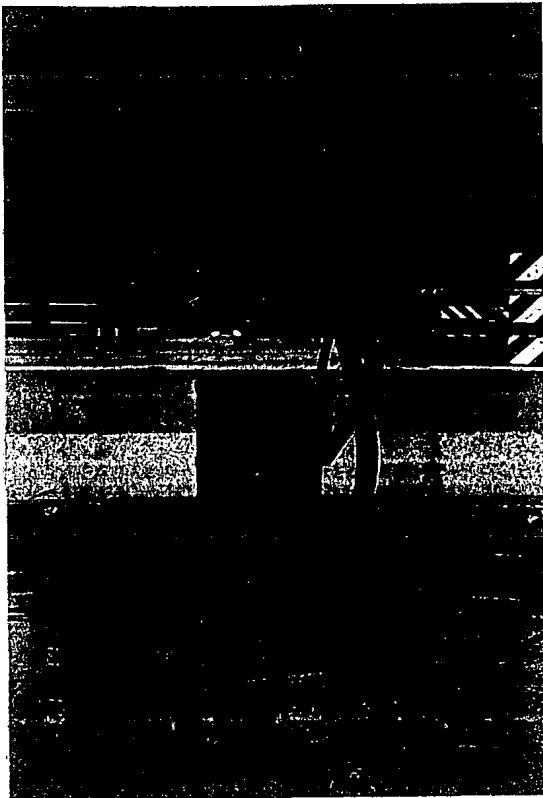


foto no. III.13
Mezcladora eléctrica para la inyección de la lechada

Las mangueras podrán cortarse 24 horas después de la inyección, la lechada después de su endurecimiento, debe presentar una resistencia mínima de 200 kg/cm². Es recomendable colocar al menos una purga o respiradero intermedio en cada cable, para evitar la formación de bolsas de aire por tratarse de una longitud considerable.

En la construcción de cualquier Puente se es necesario aplicar juntas a todo lo largo del Puente en caso particular del **Puente Tezontle**, la junta que se utilizó en la obra, es la junta **MEX T 50**.

La junta de calzada hermética para el tráfico pesado, fabricada por Freyssinet y denominada MEX T 50. La junta MEX T 50, esta constituida por dos piezas de soporte en acero que se fijan por una y por otra parte de la junta de dilatación del Puente o sea, con fijaciones pasivas o pernos, en reservaciones acondicionadas en cada lado de la superestructura sobre la losa superior.

LAS PIEZAS DE SOPORTE TIENEN DOBLE FUNCION :

- Refuerzan el ángulo de la junta para resistir el tráfico pesado;
- Anclar solidamente un perfil de neopreno continuo que viene a cerrar la parte central de la junta;

El perfil de neopreno central asegura la hermeticidad al agua que constituye el peligro principal para la buena conservación y así evitar la corrosión de los apoyos de la obra.

La concepción del perfil permite todos los movimientos de la estructura sin estorbar ni engendrar esfuerzos parásitos, también permite movimientos longitudinales hasta 50.00 mm, y así poder absorber perfectamente todos los movimientos de rotación sobre el apoyo.

FUNCIONAMIENTO DE LA JUNTA

El sistema de la junta MEX T 50, forma sobre los ángulos un esfuerzo del borde evitando la formación de rupturas. Permitiendo así asegurar la herméticidad continua en un espacio muy reducido.

Estas múltiples posibilidades de movimiento le permiten absorber las variaciones geométricas de la estructura sin perder su eficacia de herméticidad. Además, su excelente poder de deformación multidireccional que permita logra un izaje de la estructura de 3.00 cm, sin que sea necesario demostrar la junta.

En caso de absoluta necesidad de desmontar el perfil superior puede quitarse sin demoler o desmontar las partes metálicas fijadas a la estructura, lo que esto constituye una economía considerable en el mantenimiento de los Puentes.

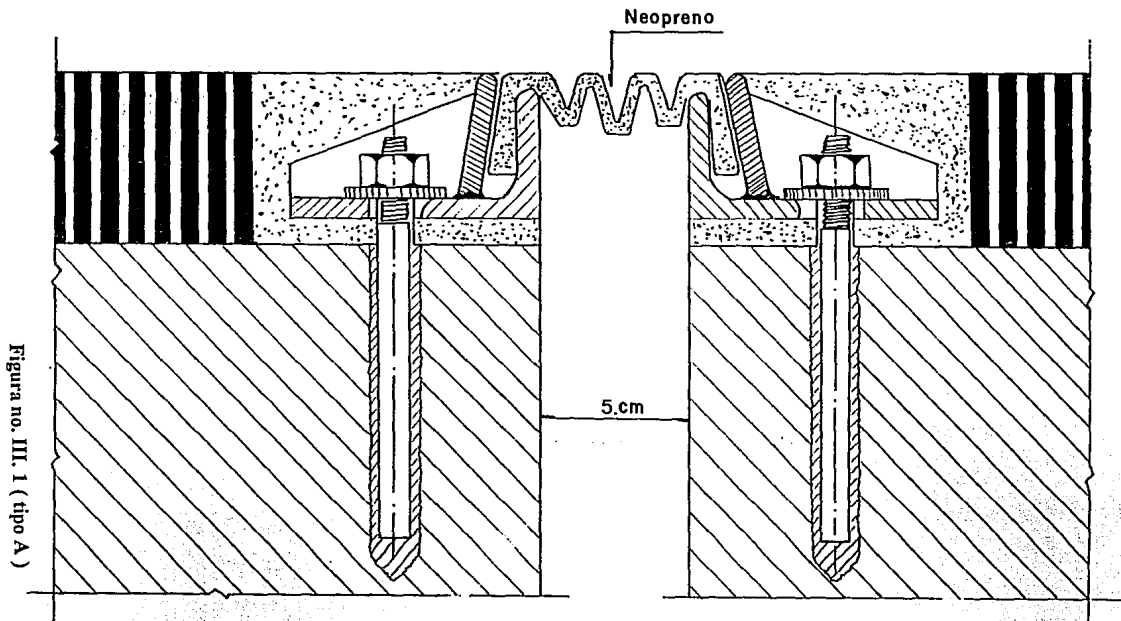
La junta de calzada MEX T 50, esta estudiada para que se combine en todos los casos de construcción de Puentes, además de sus excelentes capacidades de absorber los movimientos estructurales, su concepto de soportes metálicos de 2 tipos, que le permite una adaptación a cada caso.

En la figura no. III.1.- (tipo A) La colocación se puede hacer sin que sea necesario prever reservaciones de colocación en la losa del Puente. En este caso la junta MEX T 50, esta fijada con pernos anclados en la losa con resina. El relleno hasta el nivel de la carpeta se hace de concreto especial sin contracciones y de fraguado rápido.

Las ventajas que presenta en las zonas urbanas la rapidez de colocación permite en una noche colocar la junta en su lugar y restablecer completamente el tráfico en la mañana.

En la figura no. III.2.- (tipo A) En los Puentes de Estructuras Metálicas la posibilidad de unir la junta Mex T 50 con la estructura misma, es un factor de resistencia muy interesante.

En la figura no. III. 3.- (tipo B) En este tipo de fijación es más económico y se acomoda perfectamente a los Puentes que tienen sus reservaciones de colocación y así permitiendo una colocación muy sencilla.



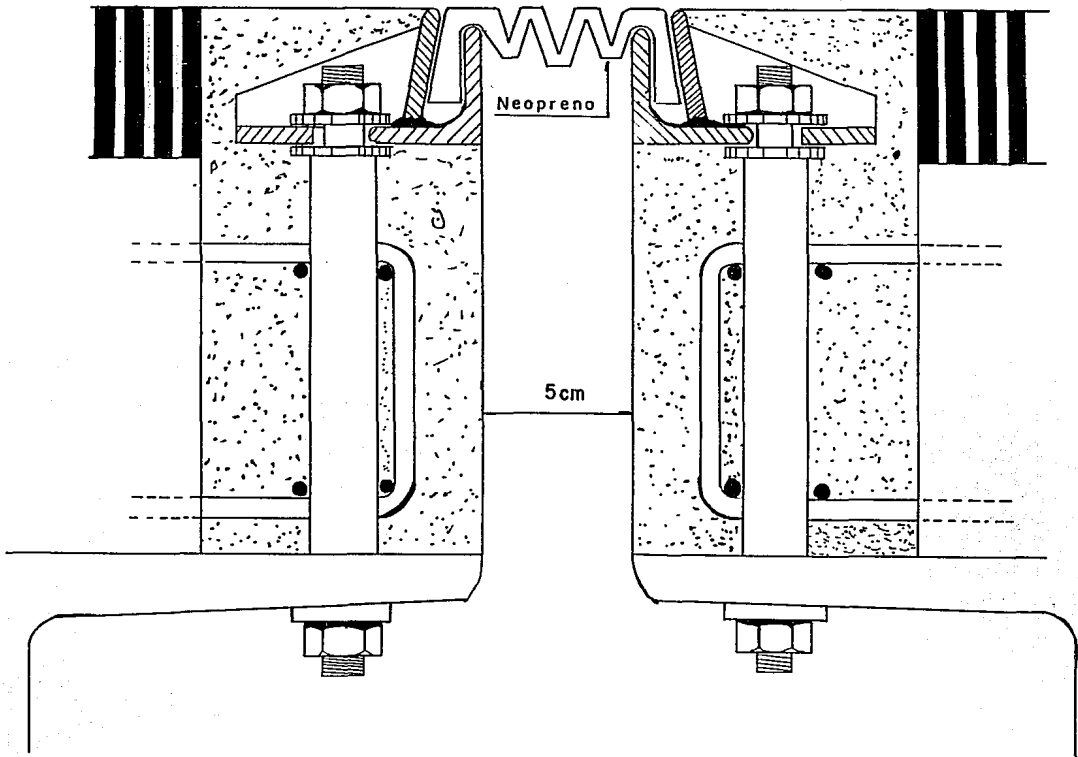


Figura no. III. 2 (tipo A)

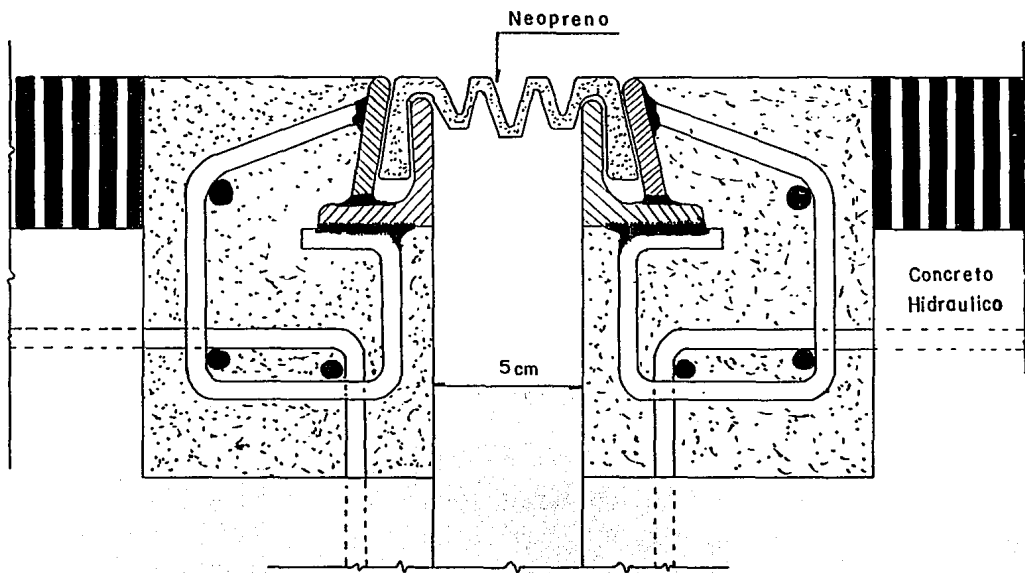


Figura no. III. 3 (tipo B)

CONCLUSIONES

C O N C L U S I O N E S

En la Ciudad de México las vialidades en las zonas urbanas y suburbanas no han tenido el desarrollo necesario en los últimos años, por lo cual siempre se han generado problemas derivados de la saturación de vehículos y peatones en los ejes viales y las grandes avenidas que constituyen las arterias de mayor demanda de la Ciudad de México.

Dentro de la zona metropolitana cuando el cruzamiento de las avenidas con los ejes viales es a nivel, el desplazamiento del tráfico es muy lento, dando lugar a congestionamientos. Por este motivo, el Departamento del Distrito Federal, a través de la Comisión de Vialidad y Transporte Urbano, ha creado Puentes Vehiculares que permitan el flujo más rápido, y eficaz de los vehículos para poder dar a la sociedad mayor seguridad y comodidad en el transporte, con un desplazamiento más rápido al lugar donde se dirige.

La construcción del Puente Vehicular Tezontle, mejorará la vialidad en una zona en la que existe mayor demanda. Este Puente, además de dar mayor fluidez a los automóviles también servirá de enlace con la estación del metro, existiendo una bahía en el claro central del Puente, mediante la cual se unirá con la mencionada estación , creando una mayor seguridad a los usuarios.

Por otra parte el acero cuyo uso como material de construcción, data desde principios de este siglo, se ha considerado un material adecuado en la construcción

de pasos a desnivel por la rapidez de habilitado de las piezas que forman la estructura, pero se requiere de una adecuada selección del equipo que ha de utilizarse, así como un campo adecuado para poder realizar las maniobras necesarias.

El presente trabajo ha permitido conocer los problemas que se generaron durante la construcción del Puente Tezontle, en el cruce de la avenida Francisco del Paso y Troncoso, con la línea 8 del metro, así como sus soluciones para la fabricación y el montaje de cada una de las partes que componen al Puente. En el caso de los extremos no se encontró nada en especial, realizando todo el trabajo sin mayores problemas, que los que se tienen en una estructura común. Sin embargo, en el claro central, en el que fue necesario tensar la estructura metálica, se presentaron algunos problemas importantes, uno de los cuales consistió en que, durante el tensado de los cables, ocurría la ruptura de ellos antes de llegar a la tensión de proyecto. Esto se debió al cambio de dirección del ducto para los cables, que originaba la fricción de estos con las placas de la estructura, donde la solución fue el cambio de la pendiente y la sustitución de la placa por un acero redondo, reduciendo la fricción y permitiendo el tensado de los cables al 100% de su capacidad.

Lo anterior demuestra que aun en proyectos de poca embergadura se presentan problemas técnicos importantes que deben de ser solucionados por los **INGENIEROS CIVILES.**

BIBLIOGRAFIA

Normas de Construcción del Departamento del Distrito Federal

libro 02 parte 01 sección 02

COVITUR

Manual de apuntes de Ingeniería de Sistemas de Transporte Metropolitano

I.S.T.M.

Manual de apuntes de Freyssinet de México

FRYSSINET DE MEXICO

Apuntes de Procedimientos Constructivos de Puentes

FACULTAD DE INGENIERIA